

Н. Л. ГЛИНКА

# УМУМИЙ ХИМИЯ

*Русча ён учинчи нашрига мувофиқ  
тузатишган учинчи наشري*

«ЎҚИТУВЧИ» НАШРИЁТИ  
Тошкент — 1968

Бу китоб олий ўқув юртларининг химиядан бешқа ихтисосга ўқувчи студентлари учун умумий химиядан ўқув қўлланмасидир. Дарсликдан химия техникумларининг ўқувчилари, шунингдек, химия асосларини мустақил суратда ўрганувчилар ҳам бемалол фойдалана олади.

Китобда умумий химия курсининг назарий ва фактик материаллари системали равишда баён қилинган. Китобда химия технологиясига ва химия саноатига катта эътибор берилган.

### КИТОБХОН ДИҚҚАТИГА

*Бу китоб, унинг таржимаси ва ишлатилган терминлари тўғрисидаги ўз фикр ҳамда мулоҳазаларингизни қуйидаги адресга юборишингиз илтимос қилинади: Тошкент, Навоий кўчаси, 30. «Ўқитувчи» нашриётининг химия ва табиёт адабиёти редакцияси.*

*А. Тўрахонов ва А. Шомаҳмудов таржимаси*



## МУНДАРИЖА

Русча ўн биринчи ва ўн иккинчи нашрларига сўз боши . . . . .	11
<b>I боб. Кириш.</b> . . . . .	13
1. Материя ва унинг ҳаракати . . . . .	13
2. Моддалар ва уларнинг ўзгариши. Химия фани . . . . .	14
3. Химиянинг аҳамияти. СССР халқ хўжалигида химиянинг роли	17
4. Химиянинг вужудга келиши ва унинг дастлабки ривожлани-	
ши . . . . .	21
5. Моддалар массасининг сақланиш қонуни . . . . .	28
<b>II боб. Атом-молекуляр таълимот</b> . . . . .	34
Атом-молекуляр таълимотнинг вужудга келиши . . . . .	34
7. Лавуазьенинг ишлари . . . . .	35
8. Химиянинг асосий қонунлари . . . . .	37
9. Дальтоннинг атомистикани ривожлантириши. Химияга атом	
оғирлик деган тушунчанинг киритилиши . . . . .	42
10. Газлар орасида бўладиган реакцияларда ҳажмий нисбатлар .	44
11. Авогадро қонуни . . . . .	45
12. Молекуляр таълимотнинг ғалабаси . . . . .	46
13. Молекуляр таълимот ва химиявий элемент . . . . .	47
14. Ер шарида элементларнинг тарқалганлиги . . . . .	50
15. Газсимон моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлаш . .	52
16. Газнинг грамм-молекуляр ҳажми . . . . .	56
17. Газнинг парциал босими . . . . .	60
18. Кинетик назария . . . . .	60
19. Атом оғирликларни аниқлаш . . . . .	62
20. Химиявий символика . . . . .	67
21. Химиявий формулалар чиқариш . . . . .	68
22. Формулалар бўйича ҳисоблаш . . . . .	72
23. Химиявий тенгламалар ва тенгламалар бўйича ҳисоблаш .	73
24. Химиявий реакциялар вақтида энергиянинг айланиши . . .	76
25. Термохимиявий тенгламалар . . . . .	80
26. Атом ва молекулаларнинг реаллиги . . . . .	82
<b>III боб. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни</b> . . . . .	88
27. Элементлар классификациясининг бошланиши . . . . .	83
28. Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни . . . . .	91
29. Элементлар даврий системаси . . . . .	93
<b>IV боб. Атомнинг тузилиши</b> . . . . .	93
30. Даврий системанинг аҳамияти . . . . .	104
31. Электронларнинг кашф этилиши . . . . .	110

32. Рентген нурларининг кашф этилиши . . . . .	111
33. Радиоактивликнинг кашф этилиши. Радий ва унинг хоссалари	113
34. Радиоактив емирилиш . . . . .	116
35. Атомнинг ядро модели . . . . .	120
36. Ядроларнинг зарядлари. Мозли қонуни . . . . .	123
37. Элементларнинг чизиқ-чизиқ спектрлари. Бор назарияси . . . . .	127
38. Атомлар электрон қобилларининг тузилиши . . . . .	130
39. Атомлардаги электронларнинг вазияти. Тўлқин механикаси туғрисида тушунча . . . . .	136
<b>V боб. Молекулаларнинг тузилиши . . . . .</b>	<b>141</b>
40. Химиявий боғланиш ва валентлик . . . . .	141
41. Қутбланган ва қутбланмаган молекулалар . . . . .	156
42. Молекула ва ионларнинг поляризацияси (қутбланиши) . . . . .	158
<b>VI боб. Қаттиқ модданинг тузилиши . . . . .</b>	<b>161</b>
43. Кристалл ва аморф моддалар . . . . .	161
44. Кристалларнинг ички тузилиши . . . . .	166
45. Атом ва ионларнинг радиусларини аниқлаш . . . . .	169
46. Изоморфизм . . . . .	171
<b>VII боб. Даврий қонунининг ривожланиши. Атом ядроси . . . . .</b>	<b>175</b>
47. Элементларнинг тартиб номерлари . . . . .	175
48. Атомларнинг электрон структураси ва даврий қонун . . . . .	177
49. Элементлар хоссаларининг шу элементлар атомларининг тузилишига боғлиқлиги . . . . .	183
50. Радиоактив элементлар ва уларнинг емирилиши . . . . .	189
51. Атом ядроларининг тузилиши . . . . .	191
52. Атом ядроларининг боғланиш энергияси. Масса дефекти. . . . .	195
53. Радиоактив қаторлар . . . . .	198
54. Силжиш қонуни. Изотоплар . . . . .	200
55. Радиоактив бўлмаган элементларнинг изотоплари . . . . .	203
56. Сунъий радиоактивлик . . . . .	208
<b>VIII боб. Химиявий кинетика ва химиявий мувозанат.</b>	
57. Трансуран элементлар . . . . .	210
58. Химиявий реакцияларнинг тезлиги . . . . .	214
59. Химиявий мувозанат . . . . .	220
60. Ле-Шателье принципи . . . . .	228
<b>IX боб. Водород . . . . .</b>	<b>232</b>
61. Табиатда водород. Водороднинг олинishi . . . . .	232
62. Водороднинг хоссалари ва ишлатилиши . . . . .	236
63. Атомар водород . . . . .	236
64. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари . . . . .	241

### X боб. Сув. Эритмалар

Сув . . . . .	245
65. Табиатда сув . . . . .	245
66. Сувнинг физик хоссалари . . . . .	246
67. Сувнинг химиявий хоссалари . . . . .	250
Эритмалар . . . . .	252
68. Эритмаларнинг характеристикаси . . . . .	253
69. Эриш процесси . . . . .	253
70. Эритмаларнинг концентрацияси . . . . .	254
71. Эрувчанлик . . . . .	259
72. Гидратлар ва кристалгидратлар . . . . .	262
73. Ута тўйинган эритмалар . . . . .	267

#### XI боб. Эритмаларнинг хоссалари

74. Осмотик босим . . . . .	269
75. Эритмалар бугиннинг босими . . . . .	273
76. Эритмаларнинг музлаши ва қайнаши . . . . .	275

#### XII боб. Электролитларнинг эритмалари

77. Кислота, асос ва туз эритмаларининг суюлтирилган эритмалар учун топилган қонуилардан четга чиқиши . . . . .	282
78. Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги . . . . .	284
79. Электродитик диссоциация назарияси . . . . .	285
80. Диссоциация процесси . . . . .	289
81. Турли эритувчиларнинг иошлаш таъсири . . . . .	292
82. Эритмалар орқали ток ўтиш механизми . . . . .	293
83. Диссоциация даражаси . . . . .	295
84. Кучли ва кучсиз электролитлар . . . . .	300
85. Диссоциация константаси . . . . .	303
86. Кучли электролитларнинг эритмадаги ҳолати . . . . .	306
87. Электродитик диссоциация назарияси нуқтани назаридан олганда, кислота, асос ва тузларнинг хоссалари . . . . .	308
88. Гидроксидлар ва уларнинг диссоциацияси . . . . .	311
89. Ион мувозанатларининг силжиши . . . . .	314
90. Электронинг эритмаларидаги реакциялар шу электролит ионларининг реакцияларидир . . . . .	317
91. Ионли тенгламалар . . . . .	319
92. Электролитлар эритмаларида бўладиган азияшнинг реакцияларининг механизми . . . . .	320
93. Ионли тенгламалар тузи . . . . .	326
94. Сувнинг диссоциацияси. Водород кўрсаткичи . . . . .	328
95. Тузлар гидролизи . . . . .	331

#### XIII боб. Ҳаво. Инерт газлар

96. Атмосфера таркиби . . . . .	336
---------------------------------	-----

97. Ҳавони г физик хоссалари . . . . .	337
98. Инерт газлар . . . . .	338
<b>XIV боб. Галогенлар</b>	
99. Галогенларнинг умумий характеристикаси . . . . .	343
100. Табиатда галогенлар . . . . .	344
101. Галогенларнинг физик хоссалари . . . . .	345
102. Галогенларнинг химиявий хоссалари . . . . .	347
103. Галогенларнинг олинishi ва ишлатилиши . . . . .	351
104. Галогенларнинг водород билан ҳосил қилган бирикмалари .	354
105. Галогенларнинг кислородли бирикмалари . . . . .	361
106. Оксидланиш- қайтарилиш реакциялари тенгламаларини ту- зиш . . . . .	369
<b>XV боб. Кислород группаси</b>	
107. Кислород группасининг умумий характеристикаси . . . .	374
Кислород . . . . .	375
108. Табиатдаги кислород, Кислороднинг олинishi ва хоссалари	375
109. Озон . . . . .	377
110. Оксидлар ва уларнинг гидратлари . . . . .	379
111. Водород пероксид . . . . .	382
Олтингурут . . . . .	386
112. Табиатда олтингурут. Олтингурутнинг олинishi . . . . .	386
113. Олтингурутнинг хоссалари ва ишлатилиши . . . . .	387
114. Водород сульфид . . . . .	390
115. Металл сульфидлар . . . . .	392
116. Сульфит ангидрид ва сульфит кислота . . . . .	394
117. Тиосульфат (гипосульфит) кислота . . . . .	396
118. Сульфат ангидрид . . . . .	398
119. Сульфат кислота . . . . .	399
120. Пиросульфат кислота . . . . .	403
121. Саноатда сульфат кислота олинishi . . . . .	404
122. Перосульфат кислота . . . . .	410
123. Катализ . . . . .	411
124. Олтингурутнинг галогенлар билан ҳосил қилган бирикма- лари . . . . .	416
Селен группаси . . . . .	416
125. Селен ва теллур . . . . .	416
<b>XVI боб. Азот группаси</b>	
126. Азот группасининг умумий характеристикаси . . . . .	419
Азот . . . . .	420
127. Табиатда азот. Азотнинг олинishi ва хоссалари . . . . .	420
128. Аммиак . . . . .	422
129. Аммоний тузлари . . . . .	425

130. Аммиакнинг ва аммоний тузларнинг ишлатилиши . . . . .	427
131. Аммиакнинг олиниши . . . . .	429
132. Гидразин. Азид кислота . . . . .	434
133. Азот оксидлари . . . . .	434
134. Нитрит кислота . . . . .	439
135. Нитрат кислота . . . . .	439
136. Саноатда нитрат кислота олини . . . . .	443
137. Нитрат кислота тузлари . . . . .	446
138. Азотнинг табиатда айланиши . . . . .	448
<b>Фосфор]</b> . . . . .	449
139. Табиатда фосфор. Фосфорнинг олиниши ва хоссалари . . . . .	449
140. Фосфорнинг водород билан ва галогенлар билан ҳосил қилган бирикмалари . . . . .	453
141. Фосфорнинг оксидлари ва кислоталари . . . . .	454
142. Минерал ўғитлар . . . . .	456
<b>Мишьяк группаси</b> . . . . .	459
143. Мишьяк . . . . .	459
144. Сурьма . . . . .	463
145. Висмут . . . . .	465
<b>XVII боб. Углерод группаси</b>	
146. Углерод группасининг умумий характеристикаси . . . . .	467
<b>Углерод</b> . . . . .	468
147. Табиатда [углерод . . . . .	468
148. Углерод аллотропияси . . . . .	469
149. Адсорбция . . . . .	473
150. Углероднинг химиявий хоссалари. Қарбидлар . . . . .	477
151. Қарбонат ангидрид ва карбонат кислота . . . . .	478
152. Углерод (II)-оксид . . . . .	484
153. Углероднинг олтингугурт билан ва азот билан ҳосил қилган бирикмалари . . . . .	486
154. Термохимия . . . . .	487
155. Ёқилги ва унинг турлари . . . . .	491
156. Газсимон ёқилги . . . . .	496
157. Табиатда углероднинг айланиши . . . . .	498
<b>Органик бирикмалар</b> . . . . .	500
158. Органик бирикмаларнинг умумий характеристикаси . . . . .	500
159. А. М. Бутлеров ва унинг химиявий тузилиш назарияси . . . . .	502
160. Органик бирикмалар классификациясининг асослари . . . . .	505
161. Тўйинган углеводородлар . . . . .	510
162. Тўйинмаган углеводородлар] . . . . .	514
163. Циклик углеводородлар . . . . .	517
164. Углеводородларнинг галогенли ҳосилалари . . . . .	521
165. Спиртлар, бошқача айтганда, алкоғоллар . . . . .	523

166. Одий эфирлар . . . . .	526
167. Альдегидлар . . . . .	526
168. Кетонлар . . . . .	528
169. Карбон кислоталар . . . . .	529
170. Углеводлар . . . . .	532
171. Амишлар. Аминокислоталар ва оксидлар . . . . .	535
<b>Кремний . . . . .</b>	<b>538</b>
172. Табиатда кремний. Кремнийнинг олинishi ва хоссалари . . . . .	538
173. Кремнийнинг водород билан ва галогенлар билан ҳосил қилган бирикмалари . . . . .	541
174. Силикат ангидрид, бошқача айтганда, қумтупроқ . . . . .	542
175. Силикат кислоталар ва уларнинг тузлари . . . . .	544
176. Шиша . . . . .	547
177. Керамика . . . . .	551
178. Цемент . . . . .	552
179. Кремний органик бирикмалар . . . . .	555
<b>Коллоидлар . . . . .</b>	<b>557</b>
180. Моддаларнинг кристаллоид ва коллоид ҳолати . . . . .	557
181. Дисперс системалар . . . . .	558
182. Коллоид заррачаларнинг таркиби . . . . .	563
183. Коллоид эритмаларнинг ҳосил қилиниши . . . . .	563
184. Коллоид эритмаларнинг барқарорлиги . . . . .	565
185. Коагуляция . . . . .	567
186. Ллюфия ва ллюфоб коллоидлар . . . . .	569
187. Ивиқлар ҳосил бўлиши . . . . .	571
<b>XVIII боб. Металларнинг умумий хоссалари</b>	
188. Металларнинг физик хоссалари . . . . .	574
189. Металларнинг химиявий хоссалари . . . . .	578
190. Гальваник элементлар . . . . .	581
191. Гальваник элементларда ток ҳосил бўлиш механизми. Металларнинг электрод потенциаллари . . . . .	584
192. Металлар коррозияси . . . . .	590
193. Рудалардан металлар ажратиб олиш . . . . .	597
194. Электролиз . . . . .	600
195. Электролиз қонунлари . . . . .	605
196. Қотишмалар . . . . .	609
197. Ниҳоятда тоза металлар олиш . . . . .	619
<b>XIX боб. Даврий системанинг биринчи группаси</b>	
<b>Ишқорий металлар . . . . .</b>	<b>621</b>
198. Ишқорий металларнинг умумий характеристикаси . . . . .	622
199. Табиатда ишқорий металлар. Ишқорий металларнинг олинishi ва хоссалари . . . . .	622

200. Натрий . . . . .	627
201. Калий . . . . .	633
<b>Мис группачаси . . . . .</b>	<b>634</b>
202. Мис группачаси нинг умумий характеристикаси . . . . .	634
203. Мис . . . . .	636
204. Кумуш . . . . .	644
205. Олтин . . . . .	650
<b>XX Боб. Комплексе бирикмалар ҳосил бўлиш назарияси</b>	
206. Комплексе бирикмаларнинг тузилиши . . . . .	653
207. Кристалл гидратларнинг ва қўш тузларнинг комплекс бирикмалар эканлиги . . . . .	657
208. Комплекседа координатланган группаларнинг фазовий жойламиши . . . . .	659
209. Комплексе ҳосил бўлишига сабабчи кучларнинг табиати . . . . .	660
<b>XXI Боб. Даврий системанинг иккинчи группаси</b>	
<b>Иккинчи группанинг асосий группачаси . . . . .</b>	<b>664</b>
210. Иккинчи группа асосий группачасининг умумий характеристикаси . . . . .	664
211. Бериллий . . . . .	666
212. Магний . . . . .	668
213. Кальций . . . . .	670
214. Стронций, Барий . . . . .	677
<b>Рух группачаси . . . . .</b>	<b>677</b>
215. Рух . . . . .	678
216. Кадмий . . . . .	682
217. Сикоб . . . . .	683
<b>XXII Боб. Даврий системанинг учинчи группаси</b>	
<b>Учинчи группанинг асосий группачаси . . . . .</b>	<b>687</b>
218. Учинчи группа асосий группачасининг умумий характеристикаси . . . . .	688
219. Бор . . . . .	688
220. Бор бирикмалари . . . . .	692
221. Алюминий . . . . .	699
222. Галлий группачаси . . . . .	700
<b>Скандий группачаси . . . . .</b>	<b>700</b>
222. Скандий группачасининг умумий характеристикаси . . . . .	700
<b>XXIII Боб. Даврий системанинг тўртинчи ва бешинчи группаларидаги металлар</b>	
<b>Германий группачаси . . . . .</b>	<b>703</b>
223. Германий группачасининг умумий характеристикаси . . . . .	703
224. Германий . . . . .	704

225. Қалай . . . . .	707
226. Қўрғошин . . . . .	711
227. Қўрғошинли аккумулятор . . . . .	716
<b>Титан группачаси . . . . .</b>	<b>718</b>
228. Титан группачасининг умумий характеристикаси . . . . .	718
229. Титан . . . . .	719
230. Цирконий. Торий . . . . .	721
<b>Ванадий группачаси . . . . .</b>	<b>723</b>
231. Ванадий группачасининг умумий характеристикаси . . . . .	723
232. Ванадий . . . . .	724
233. Ниобий. Тантал . . . . .	725
<b>XXIV боб. Даврий системанинг олтинчи ва еттинчи группаларидаги металлар</b>	
<b>Хром группачаси . . . . .</b>	<b>726</b>
234. Хром группаси элементларининг умумий характеристикаси	
235. Хром . . . . .	726
236. Молибден . . . . .	727
237. Вольфрам . . . . .	732
238. Уран . . . . .	734
<b>Марганец группачаси . . . . .</b>	<b>736</b>
239. Марганец группачаси элементларининг умумий характери-	
стикаси . . . . .	738
240. Марганец . . . . .	738
241. Рений . . . . .	744
<b>XXV боб. Даврий системанинг саккизинчи группаси</b>	
<b>Темир группачаси . . . . .</b>	<b>745</b>
242. Табиатда темир . . . . .	746
243. Чўян суюқлантириб олиш . . . . .	746
244. Чўяни темир ва пўлатга айлантириш . . . . .	750
245. Пўлатни термик ишлаш . . . . .	752
246. СССРда қора металлургиянинг ривожланиши . . . . .	754
247. Темирнинг хоссалари. Темир бирикмалари . . . . .	755
248. Кобальт . . . . .	761
249. Никель . . . . .	763
<b>Платина группасидаги металлар . . . . .</b>	<b>766</b>
250. Платина группасидаги металларнинг умумий характери-	
стикаси . . . . .	766
251. Платина . . . . .	767
252. Палладий. Иридий . . . . .	768
253. Платина группасидаги саккиз валентли элементларнинг би-	
рикмалари . . . . .	769



## РУСЧА УН БИРИНЧИ ВА УН ИККИНЧИ НАШРЛАРИГА СУЗ БОШИ

Бир неча марта қайта нашр этилган «Умумий химия» китоби мамлакатимизда ҳаммага яхши маълум. Бу китобдан ҳар хил олий ўқув юртларининг студентлари, техникумларнинг ўқувчилари ва ўрта мактабнинг юқори синф ўқувчилари, шунингдек, химия асосларини мустақил суратда ўрганувчилар ҳам фойдаланмоқда.

Равшанки, шунчалик кенг китобхонлар оммасининг ушбу китобга нисбатан қўйган барча талабларини ҳар тарафлама қондириш жуда қийин. Бу китоб китобхонга унинг химия ёки химия-технологияси муайян соҳасининг аҳамияти тўғрисида тасаввур ҳосил қилиши ва химиянинг махсус бўлимларини анча чуқур ўргана бошлаши учун имконият туғдирадиган минимум билимлар беришга мўлжалланган.

Китобни бу нашрига тайёрлашда унинг тексти диққат-эътибор билан қайта кўриб чиқилди. Бунда эскириб қолган материал ва сўнгги йилларда мактаб дарсликларига киририлган маълумотлар чиқариб ташланди. Китобнинг умумий тузилиши ҳам бир оз ўзгартирилди. Буларнинг ҳаммаси китобнинг ҳажмини бир қадар қисқартиришга имкон берди.

Китобда КПСС Марказий Комитетининг мамлакатимизда химия саноатини ривожлантиришнинг улкан программасини белгилаб берган декабрь (1963 й.) Пленумининг қарорлари акс эттирилди. Шу муносабат билан, китобнинг яқин йилларда халқ хўжалигини ривожлантириш учун тараққий эттирилиши зарур бўлган химия тармоқларига бағишланган бўлимлари кенгайтирилди. Китобга янги халқаро ўлчов бирликлари системаси (СИ) га ўтиш билан ва углероднинг атом массаси

ўн иккига тенг изотопи асос қилиб олинган янги атом оғирликлар шкаласи киритилиши билан боғлиқ бўлган ўзгаришлар киритилди.

Автор ва нашриёт китобнинг бу янги наشري, худди олдинги нашрлари каби, мамлакатимизнинг кенг меҳнаткашлар оммаси орасида химиявий билимларни ёйишга ёрдам беради, деб умид қиладилар.

Авторнинг касаллиги сабабли китобни химия фанлари кандидати Л. В. Бровкин янги нашрга тайёрлади ва унга зарур ўзгариш ҳамда қўшимчалар киритди, бунинг учун автор, Л. В. Бровкинга чуқур миннатдорчилик изҳор қилади.

Китобнинг ўн иккинчи наشري ўн биринчи нашрининг матрицасидан босилди. Ун иккинчи нашрида айрим химиявий маҳсулотлар ишлаб чиқаришга оид баъзи маълумотларга аниқлик киритилди ва олдинги нашридаги хатолар тузатилди.

*Автор  
Нашриёт*

## I БОБ ҚИРИШ

1. **Материя ва унинг ҳаракати.** Химия фани бутун оламни, унинг ниҳоятда хилма-хил формаларини ва оламда воқе бўладиган турли-туман ҳодисаларни текширувчи табиёт фанлари қаторига кирди.

Бутун олам инсон олам инсон онгидан ташқарида ва инсон онгига боғлиқ бўлмаган ҳолда объектив равишда мавжуддир. Олам материядан иборат, бор нарсаларнинг ҳаммаси доимо ҳаракат қилиб турадиган материянинг ҳар хил турларидир. Материя эса «сезги органларимизга таъсир этиб, сезги уйғотадиган нарсадир; материя — биз сезгиларимиз билан идрок қиладиган объектив реалликдир»\*.

Материяни, табиатни қўзғалмас деб, тинч ҳолатда туради деб тасаввур этиш керак эмас. Одам амалий фаолиятининг бутун ижтимоий-тарихий тажрибаси шуни кўрсатадики, материя ҳамма вақт тўхтовсиз ҳаракат қилиш, ўзгариш, ривожланиш ҳолатида бўлади.

Ҳаракат, доимо ўзгариб турадиган нарса бўлиб, бутун материяга ҳам, унинг ҳар бир майда заррачасига ҳам ҳосдир. Материянинг ҳаракати тўғрисида гапирар эканмиз, уни тор, юзаки маънода заррачаларнинг фазода шунчаки бир жойдан иккинчи жойга кўчиши деб тушунишимиз ярамайди. Материя ҳаракатининг формалари ниҳоятда хилма-хил бўлади. Жисмларнинг қизиши ва совishi, нур сочиш, электр токи, химиявий ўзгаришлар, ҳаётий процесслар ва, ниҳоят, фикр қилишларнинг ҳаммаси материя ҳаракатининг турли формаларидир, холос. Материя ҳаракатининг бир формаси бошқа формасига айлана олади. Масалан, механик ҳаракат иссиқлик ҳаракатига, иссиқлик ҳаракати химиявий ҳаракатга, химиявий ҳаракат электр ҳаракатига осон айланади ва ҳоказо. Бундай ўзгаришлар сифат жиҳатидан ҳар хил бўлган ҳара-

\* В. И. Ленин, Материализм ва эмпириокритицизм, ЎзССР Давлат нашриёти, 1950, 150-бет.

кат формаларининг бирлигини ва ўзаро узлуксиз боғланганлигини кўрсатади.

Ҳаракатнинг бир формаси бошқа формасига айланар экан, табиатнинг асосий қонуни — материянинг ва материя ҳаракатининг абадийлик қонуни ҳаммиша тўла сақланади. Бу қонун материянинг барча конкрет турларига ва материя ҳаракатининг барча формаларига тааллуқлидир; материянинг бирорта тури ва ҳаракатнинг бирорта формаси йўқдан бор бўлмайди ва йўқ бўлиб ҳам кетмайди. Материяни ва ҳаракатини йўқотиб ҳам бўлмайди, вужудга келтириб ҳам бўлмайди; материя ва унинг ҳаракати доимо ўзгариб тургани ҳолда абадий мавжуддир. Табиётнинг кўп асрлар давом этиб келаётган тараққиёти бу қонуннинг тўғри эканлигини тасдиқлаб берди.

Табиёт мудом ҳаракат қилиб, доимо ўзгариб турадиган материяни ўрганади. Табиёт материя конкрет турларининг бир-бирига айланишини, ўзгаришини ва ривожланишини текширади, табиат ҳодисаларининг қонуниятларини ҳамда бу ҳодисалар орасидаги боғланишларни очиб беради. Ана шу қонуниятларни ўрганиш ва билиб олиш кишига табиат ҳодисаларини бошқариш ва табиатни хоҳлаган томонга қараб ўзгартириш учун имкон беради.

Материя ҳаракатининг баъзи формаларини айрим фанлар: физика, химия, биология ва бошқалар текширади. Табиат тараққиётининг умумий қонунларини эса материалистик диалектика текширади.

**2. Моддалар ва уларнинг ўзгариши. Химия фани.** Материянинг муайян шароитда ўзгармас физик хоссаларга эга бўлган ҳар қайси тури, масалан, сув, темир, олтингугурт, оҳак, кислород ва бошқалар химияда модда деб аталади.

Ҳар қандай модданинг ўзига хос хоссалари бор. Масалан, бир бўлак олтингугуртни олайлик. Олтингугуртни текшириб кўрсак, аввало, унинг оч сариқ тусли, мўрт кристаллардан тузилган ва сувда эримайдиган модда эканлигини биламиз. Сўнгра, олтингугуртнинг зичлигини аниқласак,  $2,07 \text{ г/см}^3$  га тенг бўлиб чиқади. Олтингугуртни қиздириб унинг  $112,8^\circ\text{С}$ да суюқланишини ва бошқаларни аниқлаймиз. Олтингугурт учун хос бўлган ана шу хусусиятларнинг ҳаммаси унинг физик хоссаларидир.

Модданинг физик хоссаларини, яъни зичлиги, суюқланиш температураси, эрувчанлигини ва бошқа хоссаларини характерловчи катталиклар, яъни муайян шароитда ўзгармас қийматга эга бўладиган катталиклар **физик константалар** дейилади (латинча constans — ўзгармас деган сўздан олинган).

Бирор модданинг хоссаларини аниқлаш учун, бу моддани имкони борича тоза ҳолда олиш керак, чунки текширилдиган моддада жуда оз миқдорда қўшимчалар бўлса ҳам модда константаларининг сон қиймати ўзгаради. Фақат тоза моддагина муайян ва ўзгармас хоссаларга эга бўлади.

Тоза ҳолдаги моддалар табиатда камдан-кам учрайди. Кўпинча, табиий моддалар, баъзан бир талай ҳар хил моддалардан иборат аралашмалар ҳолида бўлади. Масалан, табиий сувда озроқ миқдорда минерал туз эриган бўлади. Аралашмадаги моддаларнинг бири бошқаларидан кўра кўп бўлса, бутун аралашма шу модданинг номи билан аталади. Бунда, баъзан, аралашмадаги асосий моддада қандай қўшимчалар борлиги ва уларнинг миқдори қанчалиги кўрсатилади. Башарти, моддадаги қўшимчалар жуда оз бўлиб, шу моддани текшириш ёки ишлатиш учун халал бермаса, бу модда «химиявий тоза модда» деб аталади.

Мутлақо тоза моддалар маълум эмас. «Химиявий тоза» хлорид кислота ёки «химиявий тоза» нитрат кислота деган иборалардаги «тоза» сўзи шартли равишда олинади ва таркибида сув билан кислотадан бошқа ҳеч нарса бўлмаган эритма тушунилади. «Химиявий тоза» кислоталарнинг акси-ча, «техник» кислоталарда, сувдан ташқари, ҳар хил бошқа қўшимчалар ҳам бўлади.

Тоза модда ҳамма вақт бир жинсли, аралашмалар эса ё бир жинсли, ёки кўп жинсли бўлади.

Агар икки ёки бир неча моддадан иборат аралашмадаги ўша моддаларнинг заррачалари ниҳоятда майда бўлганидан, оддий кўз билан ҳам, микроскоп билан ҳам кўринмайдиган бўлса, бундай аралашма шартли равишда бир жинсли аралашма дейилади. Газлардан иборат аралашмалар, кўпгина суюқликлар, баъзи қотишмалар ва ҳоказолар ана шундай аралашмалардир.

Ҳар хил тоғ жинслари, тупроқ, лойқа сув, чанг аралаш ҳаво ва бошқалар кўп жинсли аралашмаларга мисол бўла олади.

Аралашманинг кўп жинсли эканлигини ҳамма вақт ҳам дарров билиб бўлмайди, баъзан унинг кўп жинсли эканлигини микроскоп ёрдами билангина аниқлаш мумкин. Масалан, қон бундай қарашда мутлақо бир жинсли қизил суюқлик бўлиб кўринади, аммо микроскоп остига олиб қаралса, унинг рангсиз суюқликдан иборатлиги ва бу суюқликда қизил ва оқ қон таначаларнинг сузиб юрганлиги кўринади.

Моддаларда хилма-хил ўзгаришлар бўлиб туришини ҳар куни кузатишимиз мумкин: полга тўкилган сув кўзга кўринмайдиган бугга айланиб, «қуриб кетади»; нам ҳавода турган

темир буюм занглаб қолади; печкадаги ўтин ёниб бўлган, ундан бир сиқимгина кул қолади, дарахларнинг тўкилган барглари аста-секин чириб, қоп-қора чиринди массасига айланади ва ҳоказо.

Милтиқ стволдидан отилиб чиққан қўрғошин ўқ тошга келиб тегса, шу қадар қаттиқ қизийдики, қўрғошин суюқланиб кетади. Бу ерда ўқнинг механик ҳаракати қўрғошин заррачаларининг иссиқлик ҳаракатига айланади, бироқ бунда қўрғошин химиявий жиҳатдан ўзгармайди, чунки қаттиқ қўрғошин билан суюқ қўрғошин икки хил агрегат ҳолатда бўлган бир модданинг ўзидир. Бу ўзгаришда ҳеч қандай янги модда ҳосил бўлмайди.

Қўрғошин узоқ вақт қиздирилса, қўрғошин (II)-оксидга (глетга) айланиши тамомила бошқача ҳодисадир. Бу ҳолда қўрғошин ўрнига хоссалари тамомила бошқача, сифат жиҳатидан қўрғошиндан фарқ қиладиган янги модда ҳосил бўлади. Худди шунингдек, темир занглаганда, ўтин ёнганда, барглар чириганда ҳам шу моддаларга сира ўхшамайдиган янги моддалар ҳосил бўлади.

Моддаларни тубдан ўзгартириб, уларни бошқа моддаларга, яъни янги моддаларга айлантирадиган ҳодисалар химиявий ҳодисалар деб аталади. Ана шундай ҳодисаларни химия фани текширади. Демак, химия моддаларнинг ўзгариши ҳақидаги фандир. Бу фан *моддаларнинг таркиби ва тузилишини, модда хоссаларининг шу модда таркиби ва тузилишига боғлиқ эканлигини, моддаларнинг қандай шароитда ва қандай йўл билан бошқа моддаларга айланишини текширади.*

Химиявий ўзгаришлар билан бир вақтда, ҳамма вақт, физик ўзгаришлар ҳам бўлади. Шунинг учун, химия фани физика фани билан чамбарчас боғлиқдир. Химия фани биология фани билан ҳам чамбарчас боғлиқдир, чунки ҳар қандай ҳаётий процессда организмда моддалар химиявий жиҳатдан тинмай ўзгариб туради, организм билан шу организм атрофидаги муҳит орасида тинмай алмашилиб туради. Аммо, биологик ҳодисалар химиявий ва физик ҳодисалар билан боғлиқ бўлганидек, химиявий ҳодисалар физик ҳодисалар билан боғлиқ бўлса ҳам, химияни физика деб қараш, биологияни эса физика ва химия деб қараш ярамайди, чунки материя ҳаракатининг ҳар бир формаси ўзига хос хусусиятга эга.

Бошқа фанлардаги каби, химияда ҳам ҳар қандай ҳодисани ўрганиш, аввало, шу ҳодисани кузатиш ва тавсифлашдан бошланади. Бироқ, фан кузатилаётган ҳодисаларни тавсифлаш билангина kifoyланиб қолмайди; бу ҳодисаларни изоҳлаб бериш фаннинг энг муҳим вазифасидир. Ҳодиса-

ларни изоҳлаб бериш учун бу ҳодисаларнинг моҳиятини чуқурроқ билишга, уларни вужудга келтирадиган сабабларни ойдинлаштиришга, ҳодисалар қандай шароитда воқе бўлишини аниқлашга ҳаракат қилинади. Бунинг учун, турли ҳодисалар текширишга энг қулай бўлган шароитда сунъий йўл билан вужудга келтирилади. Ҳодисаларни ана шундай сунъий йўл билан вужудга келтириш тажриба деб аталади. Тажриба, кўпинча, ҳодисаларни текшириш вақтида туғиладиган фикр ёки фаразларнинг тўғрилигини текшириб кўриш учун қилинади. Муайян ҳодисани изоҳлаб бериш учун айtilган ва бу ҳодиса билан илгари текшириб чиқилган бошқа ҳодисалар орасидаги боғланишни аниқлаб берадиган ҳамда бир қанча ҳодисаларни битта умумий идеяга бирлаштирадиган фаразлар гипотезалар деб аталади. Агар қилинган фараздан логик равишда келиб чиқадиган натижалар тажрибада тасдиқланса, гипотеза маълум ҳодисани изоҳлабгина қолмай, балки умумлаштирувчи хулосалар чиқаришга ва янги ҳодисаларни олдиндан билишга ҳам имкон берса, бу гипотеза назария бўлиб қолади. Агар майдонга ташланган гипотеза тажрибада тасдиқланмаса, бу гипотеза рад қилинади.

Назария тажрибадан чиқадиган кенг хулоса бўлиб, ҳодисаларни текширишни анча осонлаштиради, уларни чуқурроқ ва тўғрироқ тушуниб олишга имкон беради. Шу билан бирга, назария янги тажрибалар қилиш учун йўл-йўриқ ва кўрсатмалар беради, шундай қилиб, назария билиш-ўрганиш жиҳатидан аҳамиятга эга бўлибгина қолмай, балки методология жиҳатидан ҳам аҳамиятга эгадир. Назария текшириш ишларини кўр-кўрона эмас, балки планли равишда, муайян нуқтаи назардан қараб, аниқ маълум бўлган қонуниятлар асосида олиб боришга имкон беради.

Химия фанидаги айниқса муҳим назарий хулосалар атом-молекуляр таълимот, химиявий тузилиш назарияси, химиявий элементлар даврий қонуни ва даврий системадир, булар химия фанининг муваффақият қозонишини таъмин этди.

**3. Химиянинг аҳамияти. СССР халқ хўжалигида химиянинг роли.** Химия ҳозирги турмушда, айниқса, одамнинг ишлаб чиқариш фаолиятида гоят муҳим роль ўйнайди. Ишлаб чиқаришнинг химия қўлланилмайдиган бирорта ҳам тармоғи йўқ деса бўлади. Табиат бизга фақат хом ашё — ёғоч, руда, туз, тошкўмир, нефть ва бошқаларни беради, холос. Табиий материалларни химиявий йўл билан қайта ишлаб, қишлоқ хўжалиги учун, саноат моллари ва уй-рўзгор буюмлари тайёрлаш учун зарур бўлган ҳар хил моддалар — минерал ўғитлар, металллар, **ИЛАЗИВЛИК СИСТЕМА** бўёқлар, турли хил кисло-

талар, доривор моддалар, совун, сода ва ҳоказолар ҳосил қилинади. Табиий хом ашёни химиявий йўл билан қайта ишлаш учун, аввало, моддалар ўзгаришининг умумий қонуналарини билиш керак, бу билимларни эса бизга химия беради.

Химия табиий материалларни тежаб ишлатиш, ишлаб чиқаришнинг қўшимча маҳсулотлари ва чиқиндиларидан фойдаланиш масалалари билан ҳам шуғулланади, турли моддалар ҳосил қилишнинг янги, бирмунча самарали методларини қидириб топади ва ҳоказо.

Чор Россиясида йирик химия саноати йўқ эди. Унда-бунда учрайдиган химия заводлари ярим ҳунармандчилик корхоналари бўлиб, кўпчилиги ажнабийларга қарар ёки чет эл капиталига қарам эди. Бу заводларда, асосан, чет эл мутахассислари — инженер, техник ва мастерлари хизмат қилар эди. Ривожланган химия саноатининг йўқлиги рус химия фанига ҳам қаттиқ таъсир қилди, химия фанининг ривожланиши учун моддий база йўқ эди. Давлат фан соҳасидаги ижобий фаолиятни, илмий текшириш ишларини камдан-кам ҳоллардагина қўллаб-қувватлар эди. Лекин, рус химия олимлари, иш шароити ниҳоятда ёмон бўлишига қарамасдан, жаҳон химия фанига гоят катта ҳисса қўшдилар.

Улуғ Октябрь революцияси рус фанининг ривожланишини орқага суриб келган сабабларни таг-томири билан юлиб ташлади ва бу фанининг эркин ривожланиши учун ҳамма шароитларни яратиб берди. Ёш Совет республикаси барпо этилган дастлабки йилларда, оғир вайронлик ва граждандар уруши йилларидаёқ ҳукумат химия фанига бениҳоя катта ёрдам берди. Дастлабки илмий текшириш институтлари ва лабораториялари ташкил этилди, улар совет химия фани ва химия саноатининг ривожланишида муҳим роль ўйнади. Бу институт ва лабораториялар сони тез кўпая берди. Химия ўқув юр்தларининг сони ҳам бир неча барабар ошди. Университет ва институтларда химиянинг барча тармоқларига оид назарий ва амалий характердаги илмий текшириш ишлари кенг кўламда авж олди.

Мамлакатимизда минерал хом ашё запаслари жуда кўп бўлган бўлса ҳам, улар етарли даражада қидириб топилмаган, шунинг учун, чор Россиясининг химия саноати нуқул деярли чет элдан келтириладиган хом ашёдан фойдаланар эди. Шу сабабдан, совет химия саноати энди ривожланиб кетаётган даврда хом ашё ресурсларини зўр бериб қидириш ишлари олиб борилганлиги тасодифий бир ҳол эмас. Рус химиги Н. С. Курнаковнинг ишлари ва геолог П. И. Преображенскийнинг қидирув ишлари туфайли, Совет Иттифоқида (ҳозирги Соликамск яқинида) калийли тузларнинг катта-



катта конлари топилди, бу конлар бутун Европадаги конларнинг ҳаммаси бирга олинганда улардан анча каттадир. 1924 йилда А. Е. Ферсман бошчилигидаги экспедиция Кола ярим оролидаги Хибин тоғларида фосфат хом ашёси — апатитларнинг катта-катта конларини топди.

Урушдан олдинги беш йилликлар мобайнида СССРда қудратли химия саноати амалда янгидан барпо этилди. Ватанимизда топилган фосфат ва калийли туз конлари асосида тоғ-химия комбинатлари, минерал ўғитлар, синтетик аммиак, синтетик каучук, кальций карбид, пластмассалар, техника мақсадларида ишлатиладиган резина буюмлар ишлаб чиқариладиган заводлар қурилди. Сунъий тола, бўёқ, фармацевтик препаратлар ва киноплёнкаларнинг янги хилларини ишлаб чиқариш ўзлаштирилди. Химия саноати 1941 йилга келиб, маҳсулот чиқариш жиҳатидан революциядан аввалги даражага қараганда 20 баравардан зиёдроқ ўсди.

Улуғ Ватан уруши йилларида химия саноатимиз каттагина зарар кўрди, лекин бузилган заводлар тўрттинчи (урушдан кейинги биринчи) беш йилликнинг охирига келибоқ асосан тикланди ва маҳсулот ишлаб чиқариш даражаси 1950 йилда урушдан олдинги даврдагига қараганда 1,8 баравар ортди.

Урушдан кейинги йилларда химия саноатининг бир қанча тармоқлари, чунончи, азотли ўғитлар, калийли ўғитлар, пластик массалар хлор ва унинг ҳосилалари ишлаб чиқариладиган, органик синтез қиладиган тармоқлар анча кенгайди. Химиявий толалар, синтетик этил спирт, қишлоқ хўжалик зараркунандаларини қирадиган органик препаратлар ва бошқаларни ишлаб чиқариш йўлга қўйилди. Химия саноатининг ялпи маҳсулот ишлаб чиқариши 1957 йилда 1940 йилдагига қараганда 5 баравар кўпайди.

КПСС Марказий Комитетининг май Пленуми (1958 йил) дан кейин химия саноатининг ўсиш суръатлари айниқса ошди. Шу Пленумда белгиланган чора-тадбирларни амалга ошириш борасида етти йилликнинг беш йили ичида 35 та янги завод қурилди ва 250 тадан ортиқроқ йирик химия корхонаси ишга туширилди. Янги заводлар ва установкаларнинг ишга солиниши ҳамда ишлаб турган корхоналар суръатининг жадаллаштирилиши химия маҳсулотлари ишлаб чиқаришни беш йил мобайнида 89 % кўпайтиришга имкон берди (шу вақт ичида бутун саноат маҳсулоти 58% кўпайди). Шу йиллар мобайнида минерал ўғитлар ишлаб чиқариш 1,6 баравар, химиявий толалар ишлаб чиқариш 1,9 баравар, пластик массалар билан синтетик смолалар ишлаб чиқариш 2,3 баравар ортди. Сульфат кислота, синтетик каучук, автомобиль шиналари ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқариш анча кўпайди.

Етти йилликнинг беш йили ичида химия саноатига ажратилган капитал маблағлар 5,3 млрд. сўмни ташкил этди, бу — ўтган 40 йил мобайнида химия саноатига ажратилган капитал маблағлардан деярли 1,5 барабар кўпдир.

Химия саноатини ҳар томонлама ривожлантириш техника тараққиётининг энг муҳим омилidir. Химиявий материаллардан фойдаланиш саноатда ва шунингдек қишлоқ хўжалигида сезиларли ўзгаришлар яшашга имкон беради. Бу ўзгаришлар маҳсулот ишлаб чиқаришни кўпайтириш, сифатини яхшилаш, кенгайтирилган қайта ишлаб чиқариш ва халқ фаровонлигини янада ошириш учун кўпроқ жамғармалар тўплашга имкон очади. Шундай қилиб, *химия саноати халқ хўжалигининг энг революцион тармоғи бўлиб, бутун эконо-*микка *тараққиётига ҳал қилувчи таъсир кўрсатади.* Шунга асосланиб, КПСС Марказий Комитетининг декабрь Пленуми (1963 йил) химия саноатини жадал ривожлантиришнинг яқин йилларга мўлжалланган улкан программасини белгилаб берди. Химиявий маҳсулотлар умумий ҳажмини етти йиллик ичида (1964—1970 йилларда) 3—3,3 барабар кўпайтириш мўлжалланган. Бунинг учун бир нечта янги корхоналар қурилади ҳамда борларининг кўпи реконструкция қилинади. Минерал ўғитлар, пластик массалар ва синтетик смолалар, шунингдек хилма-хил химиявий толалар ишлаб чиқариш кескин суратда кўпайтирилади.

Минерал ўғитларни тағин ҳам кўпроқ ишлаб чиқариш улардан қишлоқ хўжалигида кенгроқ фойдаланишга имкон беради, бу — экинларнинг ҳосилини оширишга олиб келади. Концентрланган минерал ўғитларнинг янги хилларини ва қишлоқ хўжалик ўсимликлари зараркунадаларига қарши курашиш учун ишлатиладиган заҳарли дориларнинг янги, тағин ҳам кучлироқ турларини ишлаб чиқариш мўлжалланган. Бегона ўтларга қарши курашиш учун ишлатиладиган химиявий дориларни (гербицидларни) саноатда кенг қўламларда ишлаб чиқариш йўлга қўйилади, натижада экинларга парвариш қилиш учун бўладиган меҳнат сарфини хийла камайтиришга имкон туғилади.

Синтетик каучук, этил спирт, ювувчи моддалар ва бошқа химиявий маҳсулотларни ишлаб чиқариш учун табиий газлардан ва нефть олишда чиқадиган йўлдош газлардан фойдаланишни кескин суратда кўпайтириш гоят катта аҳамиятга эга. Овқатга ишлатиладиган хом ашёни техника мақсадларида ишлатиш яқин йилларда батамом тугатилади. Бу ҳол бир неча миллион тонна ғалла ва картошкани, овқатга ишлатиладиган анчагина ёғни халқ истеъмоли учун сақлаб қолишга имкон беради.

Машинасозлик, радио ва электротехника, авиация, автомобиль ва бошқа саноат соҳаларида ишлатиладиган синтетик материалларнинг ассортименти кенгайтириш ва уларни ишлаб чиқаришни кўпайтириш юзасидан химия саноати олди-га янги муҳим вазифалар қўйилган. Янги синтетик материаллар табиий материалларнинг ўрнини босибгина қолмайди; уларни қўлланиш натижасида саноатнинг кўпгина соҳаларида ишлаб чиқаришнинг техника даражасини юксалтириш учун имкон очилади. Масалан, кремнийорганик изоляция материалларини электр саноатида қўлланиш баъзи двигателларнинг хизмат қилиш муддатини 8 баравар узайтириш ва катталигини аввалгидек сақлаб қолган ҳолда қувватини 35—65% оширишга имкон беради. Пластик массалар рангдор металлларнинг ўрнини бемалол босибгина қолмай, балки, кўпинча, металлларга қараганда бир қанча афзалликларга эга бўлган ва конструкциялар тайёрланадиган мустақил материаллар тарихида ҳам ишлатилади. Машинасозликда пластик материаллардан кенг фойдаланиш натижасида технологик процесслар соддалашади, машина ва буюмларнинг вази-ни камаяди. Бинокорликда, яъни қурилиш деталлари, трубалар тайёрлашда, пардоз ва изоляция материаллари ўрнида синтетик материаллардан фойдаланиш жуда кенг расм бўлади ва ҳоказо.

Химия саноатини ривожлантириш вискоза, капрон, ацетат толалар ҳамда жуда муҳим аҳамиятли бўлган лавсан, нитрон, хлорин ва бошқа синтетик толалар ишлаб чиқаришни кўпайтиришга имкон беради. Химиявий толалар жуда пи-шиқ бўлиши, намни кам ютиши, турли химиявий реакциялар-га яхши чидаши билан ажралаб туради, шу муносабат билан улар турли техника буюмларини (шиналар, арқонлар, трос-лар, балиқ туткида ишлатиладиган тўрлар ва бошқаларни) ишлаб чиқаришда кўп ишлатилади. Улардан халқ исғеъмол қиладиган товарлар — чиройли, пишиқ ва арзон товарлар — газламалар, трикотаж, пойабзал тайёрлаш ҳам мумкин ва ҳоказо.

Химия саноатининг ривожланиши халқ хўжалигини химия-лаштиришнинг борган сайин ортиб келаётган суръатларини, яъни саноат ва қишлоқ хўжалигида химиявий материаллар ва маҳсулотларнинг тобора кўпроқ қўлланиладиган бўлиши-ни, шунингдек халқ хўжалигининг ҳамма соҳаларида ишлаб чиқаришнинг химиявий методларидан кенг фойдаланишни ҳам таъминлаб беради.

4. Химиянинг вужудга келиши ва унинг дастлабки ри-вожланиши. Химия ҳам, бошқа фанлар сингари, одамнинг амалий фаолияти натижасида вужудга келган.

Одам яшаш воситаларини қидириб топар экан, турли ҳодисаларнинг сабабларини аста-секин билиб борди, моддаларда бўладиган баъзи ўзгаришлардан фойдаланиш йўллари топти. Кишилар кўпгина фойдали материаллар ҳосил қилишни бундан неча минг йиллар илгарийёқ билардилар. Улар рудалардан металл суюқлантириб олишни, ҳар хил қотишмалар тайёрлаш ва уларни ишлатишни, шиша пишириш ва ундан турли буюмлар ясашни билар эдилар. Қадимги дунёда техниканинг ривожланиши жиҳатидан энг илғор мамлакат бўлган Мисрда химиявий процесслардан фойдаланишга асосланган кўпгина касблар эрамиздан анча илгарийёқ тараққий қилган эди. Мисрликлар рудалардан темир суюқлантириб олар, рангдор шиша ҳосил қилар, тери ошлаш, ўсимликлардан дори-дармонлар, бўёқлар ва хушбўй моддалар ажратиб олишни, сопол буюмлар ясаш ва ҳоказоларни билар эдилар. Маданияти қадимдан равнақ топган бошқа мамлакатларда, яъни Хитой билан Ҳиндистонда турли химия корхоналари бундан ҳам илгарироқ вужудга келган эди.

Тарқоқ ҳолдаги химиявий маълумотлар ҳали бир фанни ташкил қилмаган эди, албатта; лекин бу маълумотлар табиат ҳодисаларини кузатиб бориш билан бирга, материянинг тузилиши ва бир формадан иккинчи формага айланиши тўғрисида фикр юритишга замин яратиб берди. Қадимги ҳинд философиясининг бизгача етиб келган ёдгорликларида олам бир неча хил оддий моддалардан тузилган, деган идея очиқ ифода этилган.

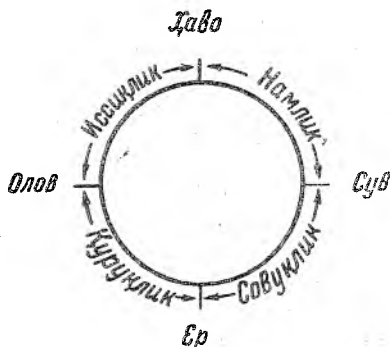
Табиатга бирмунча кенг ва бирмунча тугал философик қараш қадимги Грецияда вужудга келди. Ҳамма нарсаларнинг негизи бир, оламни ташкил этган хилма-хил моддалар ўша негизнинг ҳар хил формаларидангина иборат, деган фикр дастлаб Грецияда туғилган. Грек философларининг баъзилари, бутун борлиқ сувдан пайдо бўлган, деб таълим берар эди. Баъзилари оламнинг асоси ҳаводир, деган фикрда бўлса, бошқалари ҳамма нарсанинг негизи олов деб ўйлар эди. Янги эрадан аввалги V асрда Эмпедокл, ўздан аввал ўтган олимларнинг идеяларини бирлаштириб, материянинг улар кўрсатиб ўтган учта асосий турига тупроқни ҳам қўшди ва тўртта негиз бор деб, уларни элементлар деб атади.

Худди шу асрда материянинг тузилишини изоҳлаб беришга уринган тамомила бошқа философик оқим ҳам пайдо бўлди. Қадимги дунёнинг энг йирик материалистлари — Левкипп ва унинг шогирди Демокрит ана шу оқим намояндалари эди. Демокрит таълимотига кўра, табиатдаги барча жисмлар кўзга кўринмайдиган, жуда майда, қаттиқ, яхлит ва бўлинмайдиган заррачалардан тузилган. Демокрит бу заррачаларни

атомлар деб атади. Атомлар шу қадар майдаки, уларни кўриб бўлмайди. Атомлар шакли ва катта-кичиклиги жиҳатидан ниҳоятда хилма-хил бўлиши мумкин, лекин уларнинг ҳаммаси бир турдаги материянинг ўзидан тузилган. Оламда атомлар ва улар оралигидаги бўшлиқдан бошқа ҳеч нарса йўқ. Моддалар орасидаги фарқ шу моддаларни ҳосил қилган атомлар сонига, шаклига ва қай тариқа жойлашганлигига боғлиқ, холос. Атомлар абадий ҳаракатда бўлиш хусусиятига эга. Жисмларнинг совитилганда сиқилиши ва қиздирилганда кенгайиши, эритилганда сув билан аралашиб кетиши ва бошқа ҳодисалар атомларнинг ҳаракатидан келиб чиқади. Воқе бўладиган ҳар қандай ўзгариш атомларнинг ўзаро бирикишидан ва уларнинг бир-бирдан ажралишидан иборат, холос.

Демокритнинг материалистик таълимоти унинг замондошларининг қарашларидан анча илгари кетди, аммо бу таълимот умум томонидан эътироф қилинмади. Шундан кейин тараққий қила бошлаган философия барча ҳодисаларни модданинг абстракт сифатларига асосланиб тушунтиришга уринди. Кейинги асрларда табиёт фанининг ривожланишига катта таъсир кўрсатган Аристотель (янги эрадан аввалги 384—322 йиллар), таълимоти бу философияга асос бўлди.

Аристотель бутун материал борлиқнинг негизи ибтидодий материядир деб ҳисоблади. Бу материя абадий бўлиб, йўқдан бор бўлмайди ва йўқ бўлиб ҳам кетмайди, унинг табиатдаги миқдори ўзгармайди. Ибтидодий материяга биз сеза оладиган ва жуфти ўзаро қарама-қарши бўлган тўртта асосий сифат, яъни иссиқлик ва совуқлик, қуруқлик ва намлик ҳосилдир. Моддаларнинг хилма-хил бўлишига сабаб уларда аңа шу сифатлардан турли миқдорда бўлишидир. Аристотель бу сифатларни жуфт-жуфти билан қўшиб, Эмпедоклнинг тўрт элементини — тупроқ, сув, олов ва ҳавони келтириб чиқарди (1-расм).



1-расм. Аристотель элементлари.

Аристотелнинг фикрича, асосий сифатлар ибтидодий материя билан ажралмас ҳолда боғланган эмас — бу сифатларни материядан ажратиб олиш ёки унга қўшиш мумкин. Масалан, сувни иситсак, ундан совуқликни олиб, унга иссиқлик берган бўламиз, сув буланади, яъни Аристотелнинг айтишича, ҳавога айланиб кетади. Бундан, бир элемент бошқа эле-

ментга айланиши мумкин, деган хулоса чиқарилди. Шундай қилиб, ҳар хил моддалар вужудга келтириш санъати муайян сифатларни бир-бирига қўшишдан иборат, деб билинди.

Грек философлари табиатда воқе бўладиган ҳодисалар тўғрисида фақат кузатишларнинг ўзигагина таяниб, умумий тушунча ҳосил қилар эдилар; у вақтларда жамият ишлаб чиқарувчи кучларининг даражаси экспериментга асосланган аниқ фан вужудга кела оладиган даражадан анча узоқ эди.

Грецияда философлар, ўзларининг асосий эътиборини, материянинг ички тузилишини тушуниш мақсадида, абстракт назарияларга қаратган бўлсалар, бошқа мамлакатларда химиявий ўзаришлар тўғрисидаги амалий маълумотлар аста-секин тўплана борди.

Ҳозир ҳамма эътироф этган фикрга кўра, химия эрамининг бошида Александрияда — Нил дарёси қуйиладиган жой ёнидаги шаҳарда кўпинча мистик тусда бўлган турли маълумотлар тўплами ҳолида вужудга келган. Александрия энг йирик савдо ва маданият маркази бўлиб, унга антик дунё мамлакатларининг ҳаммасидан кишилар ва товарлар келиб турар эди. Мисрда қадим замонлардан мавжуд бўлган амалий билимлар Александрияда тўплана ва ундан бошқа жойларга тарқалар эди, антик Грециянинг философфик идеялари ҳам шу шаҳарда ривожланди. I асрда Александрияда ёзилган трактатларда химияга доир кўпгина маълумотлар, химиявий аппаратларнинг тасвирлари, қиздириш, ҳайдаш, филтрлаш, эритиш, кристаллаш операцияларининг тафсилотлари бор эди. Ноасл металлларни олтинга айлантириш мумкин деган идея, яъни химиянинг ривожланишига тўсқинлик қилиб, уни узоқ вақт беҳуда қидиришлар йўлига солиб қўйган идея ҳам Александрияда вужудга келди.

VII асрда араблар Мисрни ва Шарқдаги бошқа мамлакатларни забт этгандан кейин, Александрияда химия соҳасида тўпланган амалий билимларнинг бир қисми ҳар ҳолда сақланиб қолди. Араблар бу билимлардан фойдаландилар, кейинчалик эса кўпгина янги моддаларни, жумладан, нитрат кислота ва ҳар хил тузларни кашф этдилар ва ўргандилар. Александрия олимлари ишлатган «химия» сўзи унга арабча «ал» деган олд қўшимча қўшилиб, «алхимия» сўзига айлан-тирилди. Араб олимлари ҳар хил химиявий тажрибалар ва амалий маълумотлар баён этилган бир қанча китоб ёзиб қолдирдилар.

Жанубий Испаниянинг араблар томонидан забт этилиши химияга доир амалий билимларнинг Ғарбий Европага ёйилишига йўл очди; бу билимлар билан бирга, ноасл металлларни олтинга айлантириш мумкин деган идея ҳам ёйилди.

Ўрта асрлар Европада шу идеяни амалга ошириш йўлида қилинган беҳуда уринишлар билан ўтди. Химия тарихида бу давр алхимия даври деб аталади. Ўрта асрларда илмий фикр тамомилла католик черковининг таъсири ва назорати остида эди. Аристотелнинг руҳонийлар сохталаштириб юборган таълимоти ҳукмрон таълимот эди. Бу таълимотга ва черков томонидан ўрнатилган бошқа догмаларга шубҳа билан қараган ҳар қандай киши қаттиқ таъқиб қилинар эди. Фаннинг бир жойда қотиб қолиши ва билимларнинг тушкунликка юз ўгириши ўрта асрларга хосдир.

«Қадимги дунёдан,— деб ёзган эди Энгельс,— Птоломейнинг қуёш системаси ва Эвклид ишлари мерос бўлиб қолди. Араблардан эса — ўнлик ҳисоб системаси, алгебранинг асослари, рақамларнинг ҳозирги шаклда ёзилиши ва алхимия мерос бўлиб қолди,— христианлик ўрта асрлари ҳеч нарса қолдирмади»\*.

Бу даврда чинакам химия ўрнига, ноасл металллардан олтин олишни ўзига мақсад қилиб қўйган алхимия гуллаб-яшнади. Алхимикларнинг бутун ҳаракати сирли «философия тоши»ни ахтариб топишга қаратилган эди, бу тош, уларнинг фикрича, ноасл металлларни олтинга айлантиришгина эмас, балки касалларни тuzатиш, кишиларни ёшартириш, умрни узайтиришдек ажойиб хоссаларга ҳам эга эмиш.

Гарбий Европа алхимияси, фаннинг ривожланишида ижобий роль ўйнаган араб алхимиясига қарама-қарши ўлароқ, реакция, илмга хилоф оқим бўлиб, черков билан феодаллар манфаати учунгина хизмат қилди.

Ўйғониш даври деб аталадиган даврга келиб, химиянинг ривожланишида бурилиш бошланди. Европада капиталистик муносабатларнинг пайдо бўлиши билан характерланадиган ана шу даврда турмуш химия олдига янгидан-янги амалий масалаларни қўйди. Қасалликларни даволашда химиявий препаратлар ишлатиш тажрибалари химияда янги бир оқимни, яъни ятрохимия (медицина химияси) деган оқимни вужудга келтирди. Бу оқимнинг асосчиси швейцар врачлари Парацельс эди; Парацельс химиянинг асосий мақсади дори-дармон тайёрлаш деб ҳисоблади. У, ўзининг медицина соҳасидаги ишларида химиявий препаратлардан фойдаланиб, муваффақиятли натижаларга эришди ва катта шуҳрат қозонди; бу ҳол кўпгина врачларни химиявий текширишлар олиб боришга жалб этди. Бу янги оқим алхимикларнинг «проблемалари»ни орқага суриб ташлади ва химиявий ўзгаришларни ўрганишнинг оқилона йўлларини кўрсатиб берди. Агриколанинг метал-

\* Энгельс, Табиат диалектикаси, 1952, 5-бет.

лургияга асос солган ва химияда қўлланиладиган янги, ниҳоятда кенг бир соҳа очиб берган илмий ишлари ҳам худди ўша даврдаги ишлардир.

Ўша давр химиклари, гарчи Аристотель таълимотининг таъсиридан ҳали қутулмаган ва алхимикларнинг бир талай хато фикрларига, жумладан, философик тош бор деган фикрига қўшилган бўлсалар ҳам, ҳар ҳолда, уларнинг ишлари химияга доир билимларни анчагина чуқурлаштиришга имкон берди.

Алхимия Россияга ёйилмаган эди. Рус амалий химияси то XVII асргача Фарбий Европадан мустақил равишда ривожланиши деса бўлади. Химиявий билимлар соҳасида, асосан, Яқин Шарқ мамлакатлари (Византия, Арманистон ва бошқалар) билан алоқа қилинар эди. Рус мастерлари ўз кузатишлари ва кашфиётлари билан химияга доир амалий маълумотларни кенгайтirdилар ва химиявий билимларнинг янада ривожланишига ёрдам қилдилар. Рус химиклари тўплаган тажрибаларнинг бир қисми Русда «травниклари», «цветниклар», «уставлар», «лечебниклар» каби номлар билан аталган бир талай рецептура тўпламларида акс этирилган.

XVII асрдагина химияда табиатни ҳаётдан ажратилган ҳолда ўрганиш усули аста-секин йўқола бошлади ва бу фан аниқ эксперимент натижаларига асосланиб хулосалар чиқарадиган бўлди. Химияда бу янги оқимга Роберт Бойль (1627—1691) асос солди.

Бойль химияда текширишнинг янги методини жаҳонда биринчи бўлиб қўлади; бу метод, тажрибадан олинган натижалар ва табиат ҳодисаларида кузатиладиган қонуниятларни умумлаштириш йўли билан янги билимлар ҳосил қилинади, деган тасаввурга асосланган эди. Химикнинг вазифаси,— деган эди Бойль,— тажрибалар қилиш, кузатишлар олиб бориш натижасида маълумотлар тўплаш ва бирор назарияни майдонга ташлашдан олдин шу назарияга оид ҳодисаларни синчиклаб текширишдан иборат. Химиянинг мақсади жисмларнинг тузилишини билишдир, жисмларнинг тузилишини билишнинг воситаси эса уларни элементларга парчалашдан иборат химиявий анализдир. Аммо Бойль айтган элементлар Аристотель айтган элементлардан тамомила бошқадир. Бойль таълимотига кўра, «мураккаб жисмларнинг таркибига кирадиган ва мураккаб жисмлар парчаланганда ҳосил бўладиган энг оддий жисмларни» элемент деб ҳисобламоқ керак. Бойль химиявий элементлар тўғрисидаги назарий қарашларини ўзининг «Скептик-химик» деган китобида баён этди; Бойль бу китобида алхимиклар фикрларини ва металлларнинг ўзгариши ҳақидаги таълимотни қаттиқ танқид қилди,



Бойлнинг илмий ишлари ва, айниқса, унинг текшириш методи химиянинг ривожланишига ижобий таъсир кўрсатди. Аммо химия материя тўғрисидаги аристотелча таълимот исқанжасидан, яъни ўзининг ривожланишига узоқ вақт халал бериб келган тўсиқдан батамом қутулгунча яна 100 йил чамаси вақт ўтди, ана шундан кейингина химия ҳодисаларни қатъий бир илмий асосда текшириш йўлига чиқиб олди. Бу давр флогистон назарияси деб аталадиган назариянинг химияда ҳукмрон бўлиши билан характерланади; флогистон назариясини XVII аср охирида немис химиги Шталь яратган эди.

XVII асрда, металлургиянинг ривожланиши муносабати билан, химиклар ёниш, металлларнинг оксидланиш ва қайтарилиш процессларига алоҳида эътибор бера бошладилар; ана шу процессларни изоҳлаб бериш зарурати флогистон назариясининг вужудга келишига сабаб бўлди. Бу назарияга кўра, барча ёнувчи моддаларда, жумладан, металлларда ҳам, умумий бир олов модда — флогистон бўлади. Ёнувчи моддалар ёндирилганда ёки металллар қаттиқ қиздирилганда флогистон учиб кетади ва тупроқсимон модда — куюнди қолади. Демак, ёниш процесси модданинг флогистонга ҳамда тупроқсимон қолдиққа парчаланишидан иборатдир. Масалан:

$$\text{рух} = \text{флогистон} + \text{рух куюндиси.}$$

Ёнганда жуда оз тупроқсимон модда қолдирадиган моддалар, масалан, кўмир, нуқул деярли флогистондан иборат. Ёнмайдиган моддани — куюндини флогистони кўп бўлган кўмир билан бирга қиздириб, унга флогистон бериш мумкин, у вақтда куюнди металлга айланиб қолади:

$$\text{рух куюндиси} + \text{флогистон} = \text{рух.}$$

Флогистон назариясининг ривожланишига металл ёнганда оғирлигининг кўпайишидек бир факт, яъни бундай қараганда шу назарияга тамомила зид келадиган факт ҳам тўсқинлик қилмади. Флогистон назариясининг тарафдорлари буни флогистон ниҳоятда енгил, яъни бошқа жисмларнинг аксича, ерга тортилмайди, балки ердан қочиш хусусиятига эга деб изоҳладилар. Шунинг учун, жисм таркибида флогистон қанча кўп бўлса, шунча енгил бўлади. Бунинг аксича, жисм ўзидаги флогистонни йўқотса, оғирроқ бўлиб қолади. Бошқа зиддиятларни ҳам худди шу тарзда ҳаспўшлашга уриндилар. Масалан, ёниш учун ҳавонинг зарур эканлигини ёниш вақтида флогистон тўғридан-тўғри йўқолиб кетмайди, балки ҳаво билан ёки унинг бирор қисми билан бирикади, деб изоҳладилар. Ҳавосиз жойда флогистон билан бирикадиган нарса бўлмайди ва шунинг учун ёниш тўхтаб қолади.

Флогистон назариясини узоқ вақтгача ҳамма эътироф қилиб келди. Бу назария ўша вақтда химикларга маълум бўлган талайгина фактларни системага солиш йўлини кўрсатди ва химикларга амалда илгари сурилган янги проблемаларни ҳал қилиш имконини берди. Аммо ҳодисаларнинг ҳақиқий сабабини очиб ташлаш ўрнига, уларни хом ҳаёлик билан изоҳлаб берувчи ҳар қандай сохта назария каби, флогистон назарияси ҳам, оқибатда химиянинг ривожланиши олдида гов бўлиб қолди ва химиянинг алхимияга оид тасаввурлар сарқитидан батамом қутулишига йўл қўймади.



Михаил Васильевич Ломоносов  
(1711—1765)

рад этилди ва узила-кесил улоқтириб ташланди, текширишнинг аниқ методларидан фойдаланишни дастлаб М. В. Ломоносов бошлаб берган эди.

5. Моддалар массасининг сақланиш қонуни. XVIII асрнинг иккинчи ярмида химияга текширишнинг аниқ методлари жорий қилиниши натижасидагина флогистон назарияси

Михаил Васильевич Ломоносов 1711 йилнинг 8 ноябрида Архангельск губернасининг Холмогори шаҳри яқинидаги Денисовка қишлоғида балиқчи-помор оиласида туғилди. Ломоносов ўзининг саводдон ҳақиқишлоғи қўлида ўқиб, хат-саводини чиқаргандан сўнг, қишлоқда тона олган ҳамма китобларни тез орада ўқиб чиқди. Ломоносовнинг ҳар нарсага жуда қизиқувчанлиги ва илмга бўлган зўр иштиёқи уни 19 ёшида ўз қишлоғини ташлаб кетишга мажбур этди. Ломоносов 1730 йилнинг қишида пиёда ва деярли пулсиз ҳолда Москвага жўнади ва у ерга бориб, Славян-грек-латин академиясига — ўша вақтда Москвада ягона бўлган олий ўқув юртинга киришга муваффақ бўлди.

Академиядаги оғир шароит ва моддий аҳволининг почорлиги ёш Ломоносовнинг билимга бўлган зўр ҳавасини қайтара олмади. Ломоносов ажойиб қобилиятга эга бўлганлиги ва ғайрат билан меҳнат қилганлиги туфайли, Академиянинг етти синф программасидаги материалларни тўрт йилда билиб олди. Ломоносов охири синфни тугатмади, чунки у, 12 та энг яхши ўқувчилар билан бирга, Академия ҳузурндаги университетда ўқиниш учун Петербургга жўнатилди.

Ломоносов Петербургга келгандан кейин бир йил ўтмай, металлургия ва қов ишнини ўрганиш учун чет элга юборилди. Ломоносов чет элдан қайтиб келгандан сўнг, 1741 йилда Академияга физика синфи бўйича адъюнкт қилиб тайинланди, аммо у, тез орада химия профессори ва Россия Фанлар академиясининг тўла ҳуқуқли аъзоси бўлиб қолди.

В. М. Ломоносов илмий голлари, ўз замонасига нисбатан олганда, бир неча ўн йиллар чамаси илгари кетган, ниҳоятда зўр қобилиятли ва истеъдодли кишилар жумласидан эди.

Унинг оташни илмий ва амалий фаолияти ниҳоятда кенг ва хилма-хил эди. Академик Вавилов унинг шу фаолиятини таърифлаб 1947 йилда бундай деб ёзган эди: «Фаннинг ана шу улуғ қаҳрамони томонидан қилинган ишларнинг ҳаммаси ҳозирги кунда, икки аср ўтгандан кейингина тўла тушуниб олиш ва унга муносиб суратда баҳо бериш мумкин бўлди. Физика, химия, астрономия, асбобсозлик, геология, география, тилшунослик, тарих соҳасида унинг бир ўзи қилган ишлар бугун бир Академиянинг фаолиятига арзир эди»\*.

Химияни дастлаб Ломоносов фан деб таърифлади, ҳолбуки унинг замондошлари — Ғарбий Европа химиклари — химияга «аралаш жисملарни (яъни мураккаб моддаларни) таркибий қисмларга парчалаш ёки шу таркибий қисмларни бириктириб, жисм ҳосил қилиш» санъатини эгаллаш учун керак бўлган операцияларнинг тасвиридан иборат деб қарар эдилар. Ломоносов химиянинг вазифаси химиявий операцияларнинг ўзини ўрганиш бўлмай, балки химиявий операциялар вақтида «аралаш жисмларда» содир бўладиган ҳодисаларни ўрганишдир, деб таълим берар эди.

Ломоносовнинг фикрига кўра, «химия аралаш жисмларда бўладиган ўзгаришлар ҳақидаги фандир...»\*. Ломоносов бу фанни математик усулда бир-бирига боғлаб баён қилинган ва атом назарияси асосида бир тартибга солинган химиявий фактлар деб ҳисоблар эди. Модданинг ички табиатини биладиган киши «унинг ҳар хил ўзгаришларини, жумладан, парчаланганини, бириктирилиши ва ҳоказоларини изоҳлаб бера олади». Ломоносов «чинакам химик ҳам назариячи, ҳам амалиётчи бўлиши керак» дер эди. «Улчов ва тарозилардан фойдаланилиб, соф моддалар билан аниқ тажрибалар ўтказилганда тажриба тажрибали назарий жиҳатдан анализ қилиб бориш керак. Ломоносов бунда модданинг тузилиши ҳақидаги тасаввурлар нақадар муҳим аҳамиятга эга эканлигини таъкидлаб: «сезиб бўлмайдиган заррачаларнинг ички тузилишини билмайдиган физиклар ва хусусан химиклар, зулматда қолаверадил» деган эди. Ломоносов модда тузилишининг корпускулар назариясини яратиб, ўз замондошларидан неча ўн йиллар илгари кетди, бу назария ҳозирги замон атом-молекуляр таълимотининг дастлабки намунаси эди.

Ломоносов химияни ўзининг «асосий касби» деб ҳисобласа-да, биринчи аjoyиб рус физиги ҳам эди.

У, химия физиканинг ёрдами билан ўрганилиши керак, химиявий ҳодисалар физика қонунилари асосидагина тўғри талқин қилиниши мумкин деб билар ва химия билан физика бир-бирига чамбарчас боғлиқ бўлиши зарур деб талаб қилар эди. Ломоносов «Слово о пользе химии» («Химиянинг фойдаси тўғрисида икки оғиз сўз») деган асирида бундай дейди: «Физикани билмайдиган химик ҳамма нарсани пайнаслаб қидирадиган кишига ўхшайди. Бу иккала фан ўзаро шундай боғланганки, бири бўлмаса иккинчиси камолга ета олмайди».

Ломоносов химиявий ҳодисаларни изоҳлаб беришда физикадан фойдаланиб, янги фанга, яъни физик химияга асос солди. У, «Хурс истинной физической химии» («Чин физик химия курси») да бу фанни жаҳонда биринчи марта аниқ таърифлаб, бундай деб ёзган эди: «Физик химия аралаш жисмларда химиявий операциялар вақтида бўладиган ҳодисаларни

\* С. И. Вавилов. Тридцать лет советской науки, Давлат сийсий адабиётлар нашриёти, 1947, 6-бет.

\*\* М. В. Ломоносов. Избранные философские произведения, Давлат сийсий адабиётлар нашриёти, 1950, 84-бет.

физика қонун-қондалари ва тажрибалари асосида изоҳлаб берувчи фандир»\*.

Ломоносов гениал табиатшунос бўлибгина қолмай, балки материалист философ ҳам эди. Ломоносов табиат ҳодисаларини текширар экан, философиянинг асосий масаласини — тафаккурнинг борлиққа муносабати масаласини — материалистчасига ҳал қилди.

Ломоносов инсон билимининг қудратига қаттиқ ишонди ва академиклик вазифасида ишлаган ҳамма йиллар давомида Россияда маърифатнинг ёйилиши учун, рус фанининг равнақ топиши учун ҳормай курашди. Жумладан, Ломоносов тузган лойиҳа асосида ва унинг талаби билан 1755 йилда Москва университети очилди, у Россияда биринчи университет эди, бу университет кейин бориб, рус фани ва маърифатининг марказларидан бири бўлиб қолди.

Уша замонда ҳамма химикларни қизиқтирган асосий масалалардан бири оловнинг табиати ҳақидаги, ёниш ва металлларнинг куйиш процесси моҳияти ҳақидаги масала эди. Флогистон назарияси бу процессларни, металл қаттиқ қиздирилганда ўзидаги флогистонни йўқотишига боғлиқ деб изоҳлар эди. Бу назария билан бир қаторда, 1673 йилда Бойль тақлиф қилган назария ҳам кенг тарқалган эди; Бойль назариясига кўра, металллар қаттиқ қиздирилганда жуда нозик «олов материяси» металл ичига кирар ва металл билан бирикиб, унинг оғирлигини оширар эмиш.

М. В. Ломоносов оғирликка эга бўлмаган ҳар қандай «материялар»га ниҳоятда шубҳа билан қаради (Уша вақтда иссиқлик ва совуқлик, электр ва ёруғлик ҳодисаларининг сабаби шу материяларнинг кўчишидир, деб тушунтирлар эди). Ломоносов ўзининг 1745 йилда Академияда доклад қилган «Иссиқлик ва совуқликнинг сири тўғрисидаги мулоҳазалар» деган диссертациясида «иссиқлик туғдирувчи материя», яъни «теплород» назариясини қаттиқ танқид қилиб, бундай материянинг бўлиши мумкин эмаслигини исбот қилди ва иссиқлик тўғрисида ўзи ишлаб чиққан механик назарияни баён этди, бу назария иссиқлик ҳодисаларининг сабаби ҳамма жисмларни ҳосил қилувчи ниҳоятда майда заррачаларнинг ҳаракатидир деб тушунтиради. Ломоносов ўзининг ана шу асарида металллар қаттиқ қиздирилганда оғирлигининг ортшига сабаб, Бойль ўйлаганидек, металлга «олов материясининг» кириши эмас, балки металлнинг атрофдаги ҳаво билан бирикишидир, деган фикрни биринчи бўлиб баён қилди. Ломоносов ўзининг бу фикрини 1748 йилда машҳур математик Эйлерга ёзган хатида қатъийроқ тарзда ифода этди; Ломоносов бу хатида Бойлнинг металлларни қаттиқ қиздириш тажрибаларини мулоҳаза қилиб, шундай деб ёзади: «Қаттиқ

\* М. В. Ломоносов, Избранные философские произведения, Давлат илмий адабиётлар нашриёти, 1950, 186-бет.

қиздирилаётган жисм устидан тинмай ўтиб турган ҳаво заррачалари қиздирилаётган жисм билан бирикади ва унинг оғирлигини оширади, бунга ҳеч қандай шак-шубҳа йўқ»\*.

Ломоносов, кейинроқ, кўп вақт ҳаракат қилиб, Фанлар академиясида химия лабораторияси ташкил қилишга муваффақ бўлганидан сўнг, ўзининг тахминларини тажрибада синаб кўра бошлади. Ломоносов шу мақсадда дастлаб Бойлнинг металлларни қаттиқ қиздириш тажрибаларини синаб кўришга қарор қилади.

Бойль металлларни оғзи суюқлантириб бекитилган шиша реторталарда қиздирган эди. Металл сиртида озроқ куюнди ҳосил бўлгач, Бойль реторталарни очар ва уларга ҳаво киришини шу реторталар герметик бекитилганининг исботи сифатида қайд қилар, шундан кейин, реторталарни тортиб кўрар эди. Бойль қандай тажрибалар қилган бўлса, Ломоносов ҳам худди шундай тажрибалар қилиб кўрди, лекин у металл солинган реторталарни қиздиришдан олдин ҳам, қиздиришдан кейин ҳам, аммо очмасдан туриб, тортиб кўрди. Ломоносовнинг бу тажрибаларни тўғрисида ёзган қуйидаги хати сақланиб қолган:

«Металлар оғирлигининг соф иссиқ таъсиридан ошиш-ошмаслигини текширмақ мақсадида, оғзи суюқлантириб бекитилган шиша идишларда тажрибалар ўтказдим. Бу тажрибалардан маълум бўлдики, машҳур Роберт Бойлнинг фикрлари хато экан, чунки ташқаридан ҳаво киритилмай қиздирилган металлнинг оғирлиги ўзгармай қолади».

Ломоносов тажрибаларидан, аввало, шундай хулоса чиқадикки, металллар қаттиқ қиздирилганда оғирлигининг ортишига сабаб, Бойль ўйлаганидек, «олов материясининг» металлларга бирикиши ҳам эмас, флогистиклар даъво қилганларидек, металллардаги флогистоннинг йўқолиши ҳам эмас. Ломоносов, ўша вақтнинг ўзидаёқ тажриба тамом бўлгандан кейин идишларни очиб, уларга ҳаво кирганлиги учун ҳам идишлар оғирлиги ортишини аниқлади ва бу билан металллар қиздирилганда улар оғирлигининг ортишига металлнинг ҳаво билан бирикиши сабаб бўлишини исбот этди.

Ломоносов, оғзи суюқлантириб бекитилган идишларда металлларни қаттиқ қиздириш тажрибаларини ўтказиб, моддаларда бўладиган химиявий ўзгаришларнинг асосий қонунини кашф этди. Бу қонун ҳозирги вақтда қуйидагича таърифланади:

\* М. В. Ломоносов, Избранные философские произведения, Давлат сийёсий адабиётлар нашриёти, 1950, 163-бет.

*Реакцияга киришган моддаларнинг массаси реакция натижасида ҳосил бўлган моддаларнинг массасига ҳамма вақт тенг бўлади.*

Бу қонун материянинг абадийлигига оид умумий қонуннинг химиявий ҳодисаларга конкрет татбиқи бўлиб, моддалар массасининг сақланиш қонуни деб аталади.

Модда ҳеч қачон йўқолиб кетмайди ёки йўқдан бор бўла олмайди, оламдаги моддаларнинг миқдори ҳамма вақт ўзгармасдан қолади, деган фикрни янги эрадан аввалги V асрдаёқ грек философлари айтиб ўтган эдилар; бу фикрни XVII ва XVIII асрнинг кўпгина материалист философлари ҳеч қандай исботга муҳтож бўлмаган қонун деб ҳисоблар эдилар. Аммо ўша замондаги химиклар бу қонуннинг химия учун қанчалик муҳим эканлигини тушунмас ва химиявий процессларнинг миқдорий томонига эътибор бермас эдилар.

Миқдорий анализ методи химияга дастлаб киритган олим Ломоносов бўлди. У, химияга доир барча тажрибаларида ҳамма вақт тарозидан фойдаланиб, реакция учун олинган моддалар миқдорини ҳам, реакциядан кейин ҳосил бўлган моддалар миқдорини ҳам аниқлар эди. Ломоносов моддаларнинг умумий миқдори химиявий ўзгаришларда доимо бир хилда қолишини тарози ёрдами билан исбот этди. Ломоносовнинг металлларни оғзи суюқлантириб бекитилган идишларда қиздириш тажрибалари унинг машҳур математик Эйлерга ёзган хатида биринчи марта баён қилинган фикрининг тўғри эканлигини тасдиқлаб берди, холос, кейинроқ эса (1760 йилда) бу фикрни Ломоносов «Рассуждения о твердости и жидкости тел» («Жисмларнинг қаттиқлиги ва суюқлиги тўғрисидаги мулоҳазалар») деган асаринда ҳам худди ўша иборалар билан таърифлаган эди:

«...табиатда бўладиган ўзгаришлар шу тариқа содир бўладики, бир жисмдан қанча нарса камайса, бошқа бир жисмга шунча нарса қўшилади, бинобарин, бир ерда қанча материя камайса, бошқа жойда шунча кўпаяди»\*.

Шундай қилиб, моддаларнинг ўша вақтгача фақат философик хулоса бўлиб келган йўқолмаслик принципини Ломоносов аниқ миқдорий тажрибаларда исбот этди, шундан кейин бу принцип қадимги материалистларнинг геннал фаразидан табиатнинг экспериментда исбот этилган қонунига айланди.

\* М. В. Ломоносов, Избранные философские произведения, Давлат снэсий адабиётлар нашриёти, 1950, 341-бет.

Моддалар массасининг сақлавиш қонуни химия учун ниҳоятда муҳим аҳамиятга эга. Моддаларнинг ўзгариши тўғрисидаги бутун таълимот анъ шу қонунга асосланади. Химик бу қонундан фойдаланиб, ўзи қилаётган текширишларнинг тўғри-нотўғрилигини доимо текшириб кўра олади, чунки тажрибадан аввал олинган моддалар оғирлигининг тажрибадан кейин ҳосил бўлган моддалар оғирлигига тенг келмай қолиши текширишда хато қилинганлигини кўрсатади.

## II БОБ

### АТОМ - МОЛЕКУЛЯР ТАЪЛИМОТ

Текширишда миқдорий анализнинг киритилиши ва массалар сақланиш қонунининг кашф этилиши химиянинг янада ривожланиши учун гоят катта аҳамиятга эга бўлди. Бироқ химияда атом-молекуляр таълимот қарор топгандан кейингина бу фанга мустақкам илмий асос солинди.

6 Атом-молекуляр таълимотнинг вужудга келиши. Атом-молекуляр таълимотнинг асосларини Ломоносов 1741 йилда, ўзининг дастлабки асарларидан бирида, яъни «Элементы математической химии» («Математик химия элементлари») деган асарида биринчи бўлиб баён этган эди. Ломоносов бу асарида модда тузилиши корпускуляр назариясининг энг муҳим қонун-қоидаларини таърифлаб берди.

Ломоносовнинг фикрича, барча моддалар физик йўл билан бўлинмайдиган ва ўзаро боғланиш хусусиятига эга бўлган энг майда, «сезиб бўлмайдиган» заррачалардан тузилган. Моддаларнинг хоссалари ва, аввало, уларнинг агрегат ҳолати ана шу заррачаларнинг хоссаларига боғлиқ; моддаларнинг хоссалари орасидаги фарқ заррачалар орасидаги фарққа ёки улар ўзаро қай тарзда боғланганлигига боғлиқдир.

Ломоносов бу заррачаларни икки турга бўлди, уларнинг бири жуда майда заррачалар, яъни «элементлар», ҳозирги замон тили билан айтилишича, атомлар бўлса, иккинчиси анча йирик заррачалар, яъни ҳозир биз молекулалар деб атайдиган «корпускулалар»дир. Ломоносов таърифига кўра, «Элемент жисмнинг шундай қисмики, у ўзидан кичик ва ўзидан бошқача жисмлардан иборат бўлмайди... Корпускула элементларнинг кичик бир масса ҳосил қилувчи тўпламидир»\*.

Модданинг таркиби қандай бўлса, ҳар бир корпускуланинг таркиби ҳам худди шундай бўлади. Химиявий жиҳатдан фарқ қиладиган моддалар ҳар хил таркибли корпускулалардан тузилган. «Бир хил элементнинг бир тарзда ўзаро бирикишидан ҳосил бўлган корпускулалар бир жинслидир»

---

\* М. В. Ломоносов, Элементы математической химии, Избранные философские произведения, Давлат снёсий адабиётлар нашриёти, 1950, 89-бет.



ва «элементлари ҳар хил бўлиб, турли тарзда ёки турли сонда бирикса бундай корпускулалар кўп жинслидир»\*.

Ломоносовнинг корпускулалар таркиби ҳар хил бўлганлиги учунгина эмас, балки элементларнинг корпускулада турлича жой олганлиги учун ҳам моддалар ҳар хил бўлади, деб ҳисоблагани юқорида берилган таърифдан яққол кўриниб турибди.

Ломоносов модда «сезиб бўлмайдиган» заррачалардан тузилган, деган фикрларини баён қилар экан, ҳар бир корпускула, гарчи кўринмайдиган даражада кичик бўлса ҳам, аммо маълум ўлчамга ва маълум массага эга деб алоҳида таъкидлаб ўтган эди. Барча физик жисмлар сингари, корпускулалар ҳам механика қонунларига мувофиқ ҳаракатлана олади; корпускулалар ҳаракат қилмаса, бир-бири билан тўқнаша олмайди, бир-биридан қоча олмайди ёки бири иккинчисига бирор тарзда таъсир кўрсата олмайди ва ўзгара олмайди. Масалан, жисмларнинг қизиши ва совиши сингари ҳодисалар корпускулаларнинг ҳаракатидан келиб чиқади. Моддаларда вужудга келадиган ҳар хил ўзгаришларга корпускулаларнинг ҳаракати сабаб бўлар экан, демак, химиявий ўзгаришларни ўрганиш учун фақат химия методларидан фойдаланибгина қолмай, балки физика ва математика методларидан ҳам фойдаланиш лозим.

Бироқ, Ломоносов фикрларини ўша замонда тажриба йўли билан текшириб бўлмас эди, чунки турли мураккаб моддаларнинг миқдорий таркиби тўғрисида аниқ маълумотлар йўқ эди. Гениал олимнинг идеялари ўша замон фанидан анча илгари кетган эди, шунинг учун корпускулалар назарияда баён этилган асосий фикрлар химия фани узундан-узоқ тараққиёт йўлини босиб ўтгандан кейин, тажриба соҳасида каттагина материал тўплаб, текширишнинг янги методлари билиб олингандан кейингина батамом тасдиқланди.

**7. Лавуазьенинг ишлари.** Элементлар тўғрисидаги аристократча фикр XVIII аср ўрталарига келиб ўз аҳамиятини йўқотган бўлса ҳам, аммо ҳаво, сув, турли «тупроқлар» (куюндилар) ва «теплород», яъни флогистон деб аталган олов, аввалдагидек, элементлар деб қаралар эди.

XVIII асрнинг иккинчи ярмида бир қатор газсимон моддаларнинг: водород, азот, хлор ва, айниқса, кислороднинг кашф этилиши чинакам химиявий элементлар тўғрисида аниқ тушунча ҳосил қилиш учун муҳим аҳамиятга эга бўлди. Машҳур француз химиги Антуан Лоран Лавуазье ана шу кашфиётларга асосланиб, ёнишнинг кислород назариясини ишлаб чиқди, бу назария химиянинг янада ривожланиши учун катта аҳамиятга эга бўлди.

Лавуазье ёниш процессларини миқдорий жиҳатдан текшириш билан шуғулланар экан, Ломоносов қилиб ўтказган тажрибаларни, оғзи суюқлантириб бекитилган идишларда метал-

\* М. В. Ломоносов, Элементы математической химии, Избранные философские произведения, Давлат сийсий адабиётлар нашриёти, 1950, 90-бет.

ларни қиздириш тажрибаларини 1773 йилда такрорлаб кўрди ва Ломоносов қандай натижа олган бўлса, худди шундай натижа олди. Аммо бунда Лавуазье янги бир, жуда муҳим ҳодисани кузатди: у, куюнди ҳосил бўлишида идишдаги ҳавонинг бир қисмигина ютилишини ва куюнди оғирлиги билан олинган металл оғирлиги орасидаги фарқ ҳавонинг ютилган қисмига тенг бўлишини топди.



Антуан Лоран Лавуазье  
(1743—1794)

Лавуазье ённиш вақтида ҳавонинг ғойиб бўладиган қисми кислород вази эканлигини (бу газни шундан илгарироқ Пристли кашф этган эди) ва ҳаво кислороддан ва ённишга ёрдам бермайдиган бошқа бир газдан иборат эканлигини бирмунча кейинроқ кўрсатди. Лавуазье ана шу иккинчи газга азот деб ном берди. Бундан, ённиш вақтида модда, флогистон назарияси даъво қилганидек, парчаланиб кетмайди, балки ҳаво таркибига кирувчи кислород билан бирикади деган хулоса чиқарди.

Ённиш ҳодисасига Лавуазьенинг берган изоҳи химияда жуда катта ўзгариш ясади. Бу изоҳ флогистон борлигини рад этиб, химиявий ўзгаришлар тўғрисида илгари ҳукм сурган тасаввурларни тубдан ўзгартириб юборди. Уша вақтгача куюнди ва флогистондан иборат деб ҳисобланиб келган металллар оддий моддалар бўлиб чиқди; бунинг аксича, элемент деб ҳисобланиб келган куюнди ёки «тупроқлар»ни эса, энди, мураккаб моддалар деб қараш лозим бўлди. Шу билан бир вақтда, сувнинг водород билан кислороддан иборат мураккаб модда эканлиги, ҳавонинг эса кислород билан азотдан, яъни ённишга ёрдам бермайдиган газдан иборат аралашма эканлиги исбот этилди.

Шундай қилиб, илгари элемент деб ҳисобланиб келган хўлгина моддаларнинг (сув, ҳаво, куюндининг) ё мураккаб модда эканлиги, ёки бир неча моддадан иборат аралашма эканлиги аниқланди. Металлар, кислород, водород, азот, олтингурут ва химиявий йўл билан таркибий қисмларга парчалаб бўлмайдиган бошқа моддаларнинг ҳақиқий химиявий элементлар эканлиги ҳам маълум бўлди.

Лавуазье ёниш ва оксидланиш моҳияти ҳақида тўғри тушунча ҳосил қилган бўлса-да, ўша замонда ҳукм сурган ва иссиқлик «огирлиги бўлмаган» элементдир, деган фикр таъсиридан батамом қутула олмади ва, ҳатто, иссиқликни у ўзин тузган ҳақиқий элементлар рўйхатига «теплород» деган ном билан киритди.

XVIII асрнинг машҳур олим Антуан Лоран Лавуазье 1743 йил 26 августда Парижда туғилди. У, химиядаги асосий проблемаларни ҳал қилиш учун, худди Бойль билан Ломоносов сингари, назарий тушунчалардан ва физиканинг ўша вақтдаги мавжуд методларидан изчиллик билан фойдаланди, бу нарса ғоят катта илмий натижаларни қўлга киритишга ёрдам берди.

Лавуазье химия фани соҳасида тўпланган ғоят кўп фактик материални ёнишнинг кислород назарияси асосида бир системага солиб берди. Лавуазье (бошқа учта француз химиги билан биргаликда) рационал химиявий номенклатура ишлаб чиқди, ўша замонда маълум бўлган ҳамма моддаларнинг (элемент ва химиявий бирикмаларнинг) аниқ классификациясини тузди. Лавуазье 1789 йилда ўзининг «Химиядан элементар дарслик» номи машҳур китобини нашр эттирди. Лавуазье бу китобда химиянинг ўша замондаги барча ютуқларини моҳирлик билан умумлаштириб берди.

Лавуазье турли моддаларни миқдор жиҳатидан анализ қилиб, яна бир жуда муҳим хулосага келди: химиявий реакциялар вақтида моддаларнинг умумий массаси сақланиб қолиш билан бирга, ўзаро таъсир этувчи моддалар таркибига кирган ҳар қайси элементнинг массаси ҳам ўзгармайди. Демак, химиявий реакциялар вақтида бир элемент бошқа элементга айланмайди. Бу хулоса элементлар трансмутацияси (бир элементни бошқа элементга айлантириш) йўлида алхимикларча қилинаётган турли-туман уринишларга хотима берди. Бу хулоса атомларнинг мавжудлигини ва химиявий реакциялар вақтида атомлар массасининг сақланиб қолишини ҳам билвосита исботлаб берди. Шу билан бирга, ҳар қандай химиявий элемент (атом) ҳар қандай шароитда ҳам ўзгармайди деб эътироф этиш, кейинчалик, фanning ривожланиши учун ғов бўлиб қолди.

Химиявий атомистикани асослаш учун муҳим замин яратиб берган кўпдан-кўп янги кашфиётлар қилинганлигига қарамай, XVIII асрнинг иккинчи ярмида атом-молекуляр таълимот олға томон силжимади. Бу таълимотнинг тўла-тўқис бир таълимот шаклига келиши учун, мураккаб моддалардаги элементларнинг қандай огирлик нисбатларида бўлишини аниқлаб берувчи қонулар ҳали топилган эмас эди. Бу қонулар XVIII асрнинг охири ва XIX асрнинг бошларидагина кашф этилди.

8. Химиянинг асосий қонуллари. Химиянинг асосий қонулларига, 5- § да гапириб ўтганимиз моддалар массасининг сақ-

ланиш қонунидан ташқари, таркибнинг доимийлик қонуни, каррали нисбатлар қонуни ва эквивалентлар қонуни киради.

Қандай бўлмасин тоза химиявий бирикманинг ҳар хил намуналарини анализ қилар эканмиз, ҳамиша бир хил натижага эга бўламиз. Масалан, океандан, дарёдан, қудуқдан олинган, ёки турли аралашмалардан яхшилаб тозаланган сув ёхуд ёғоч ёнганда ёки мураккаб модда парчаланганида ҳосил бўладиган сув ҳамиша 1 оғирлик қисм водород 8 оғирлик қисм кислород тутати. Бошқа ҳар қандай мураккаб модда тўғрисида ҳам шунга ўхшаш фикр айтиш мумкин.

*Бирор химиявий бирикма қайси нарсадан ва қандай йўл билан ҳосил қилинишидан қатъи назар, унинг таркиби ҳамма вақт бир хил бўлади.*

Бу қонда таркибнинг доимийлик қонуни деб аталади.

Таркибнинг доимийлик қонуни ҳар хил химиявий бирикмаларни қайта-қайта анализ қилиш натижасида топилди. Бироқ химиявий бирикма таркибини фақат анализ йўли билангина эмас, балки синтез йўли билан ҳам аниқлаш мумкин. Масалан, сув электр токи билан парчаланганда ҳамма вақт бир оғирлик қисм водород ва саккиз оғирлик қисм кислород ҳосил бўлади. Бунинг аксича, водород билан кислород 1:8 нисбатда аралаштирилиб, аралашма портлатилса, водород билан кислород қолдиқсиз бирикади. Башарти, газлардан бирортаси юқорида айтилгандан кўра ортиқроқ олинса, ортиқча газ бирикмага кирмай қолади. Шунинг учун таркибнинг доимийлик қонунини қуйидагича таърифласа ҳам бўлади:

*Мураккаб модда ҳосил бўлишида элементлар бир-бири билан ҳамиша маълум оғирлик нисбатда бирикади, холос.*

Химиявий элементлар бир-бири билан қандай оғирлик миқдорларда бирикшини кўрсатадиган сонлар эквивалент деб аталади (эквивалент деган сўз барабар миқдорлар деган маънони билдиради). Элементлар ўзаро бирикканидагина эмас, балки бирикмаларда бир-бирининг ўрнини ҳам худди шундай миқдорда олади.

Таркибнинг доимийлик қонунидан бир хил таркибли бирикмалар ҳамма вақт бир хил хоссаларга эга бўлади, деган хулоса чиқариш ярамайди. Таркиби бир хил, аммо хоссалари ҳар хил бўлган жуда кўп моддалар маълум. Изомерия деб аталадиган бу ҳодиса билан органик моддаларни ўрганишда танишамиз.

Кўпгина элементлар бир-бири билан ҳар хил оғирлик нисбатларда бирика олади, аммо бунда, албатта, ҳар хил моддалар ҳосил бўлади. Масалан, мис кислород билан иккита бирикма ҳосил қилади: булардан бири 79,9% мис ва 20,1% кислороддан иборат қора бирикма [мис (II)-оксид] бўлса, иккинчиси 88,8% ва 11,2% кислороддан иборат қизил бирикмадир. Худди шунингдек, симоб билан кислород, қалай билан хлор ҳам таркиби бошқа-бошқа бўлган иккитадан бирикма ҳосил қилади; қўрғошин кислород билан тўртта ҳар хил бирикма ҳосил қилади ва ҳоказо.

1803 йилда инглиз химиги Дальтон, модданинг тузилиши тўғрисидаги атомистик тушунчаларга асосланиб, **каррали нисбатлар қонуни** деган нобпроқ ном билан аталувчи қўйидаги хулосага келди.

*Агар икки элемент бир-бири билан бирикиб, бир нечта химиявий бирикма ҳосил қилса, элементлардан бирининг шу бирикмалардаги иккинчи элементнинг бир хил оғирлик миқдорига тўғри келадиган оғирлик миқдорлари ўзаро кичик бутун сонлар нисбати каби нисбатда бўлади.*

Джон Дальтон (John Dalton) 1766 йилнинг 6 сентябрида Кумберлендда (Англия) туғилди. Камбағал тўқувчининг ўғли бўлган Дальтон ёшлигиданоқ ишлай бошлади ва бўш вақтларида математика, табиёт фанлари ва латин тилини ўрганиш билан шуғулланди.

Дальтон коллежда математика ва натурфилософиядан дарс бериш учун 1793 йилда Манчестерга таклиф этилди. Дальтон Манчестерда философик жамиятнинг секретари, сўнгра президенти бўлиб сайланди.

Дальтон табиёт фанлари ичида метеорологияга айниқса қизиқар эди. У, 1787 йилдан бошлаб, то умрининг охиригача об-ҳаво устида қилган кузатишларини ҳар куни ёзиб борди, бундай кузатишлар камида 200 мингтага етди. Дальтоннинг метеорологияга бўлган қизиқиши унда газларнинг хоссаларини текшириш фикрини тугдирди. У, газларнинг парциал босими қонунини кашф этди ва шу қонунга асосланиб, бошқа газлар билан аралашган газнинг эрувчанлиги шу газнинг парциал босимига пропорционал, деган хулосани чиқарди. Дальтон 1803 йилдан бошлаб, атом назариясини химияга татбиқ этиб ривожлантира бошлади. У, каррали нисбатлар қонунини топди, атомнинг нисбий оғирлиги тушунчасини киритди ва 14 та элемент атом оғирликларининг дастлабки жадвалини тузди. Атомларни белгилаш учун ҳар хил ишоралардан дастлаб Дальтон фойдалана бошлади, кейинчалик, бундай ишоралар ҳозирги химиявий символлар билан алмаштирилди.

Дальтон фикрлари тез орада эксперимент йўли билан исбот этилди. Дальтон ўша замонда маълум бўлган иккита углеводород — метан билан этилен таркибини текшириб кўриб углероднинг бу бирикмаларда бир оғирлик қисм водородга тўғри келадиган оғирлик миқдорлари ўзаро 3:6 ёки 1:2 нисбатда бўлишини топди.

Дальтон углерод билан кислород бирикмаларида ҳам худди шундай оддий нисбатлар борлигини топди. Карбонат

ангидридда бир хил миқдор кислородга углерод (II)-оксид-дагига қараганда икки марта кам углерод тўғри келиши маълум бўлди. Шундай қилиб, экспериментал маълумотлар Дальтон назарий йўл билан чиқарган хулосага тўла мувофиқ келди. Кейинчалик швед олими Берцелиус ўтказган аниқ тажрибалар бу хулосани узил-кесил тасдиқлаб берди.



Джон Дальтон  
(1766—1844)

Қаррали нисбатлар қонунидан иккита жуда муҳим хулоса келиб чиқади:

1) Бир хил элементлардан ҳосил бўлган бирикмалар ўз оғирлик таркиблари жиҳатидан, одатда, бир-биридан катта фарқ қилади. Масалан, метанда 1 оғирлик қисм водородга 3 оғирлик қисм, этиленда эса 6 оғирлик қисм, яъни икки баравар кўп углерод тўғри келади. Демак, маълум элементлардан ҳосил бўлган бирор бирикма худди шу элементлардан тузилган бошқа бирикмага айлантирилганда, модданинг таркиби тўсатдан (сақраш билан) ўзгаради.

2) Бирикадиган элементлар орасидаги миқдорий нисбатларнинг ўзгариши ҳамма вақт сифат ўзгаришларга сабаб бўлади. Масалан, метан билан этилен гарчи бир хил элементлардан тузилган бўлса ҳам, аммо сифат жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади, яъни улар ҳар хил моддалар бўлади. Бундай фарқ табиатнинг умумий қонунига — миқдорнинг сифатга ўтиш қонунига яққол мисолдир.

Химияга «эквивалент» деган тушунчанинг киритилиши эквивалентлар қонуни деб аталадиган қуйидаги қонунни таърифлашга имкон берди:

Элементлар бир-бири билан ўз эквивалентларига пропорционал бўлган оғирлик миқдорларда бирикади.

Элементнинг 8 оғирлик қисм кислород билан 3 1 оғирлик қисм водород билан бирикадиган, ёки бирикмаларда шунча кислород, ёхуд шунча водород ўрнини оладиган миқдори ҳозирги вақтда шу элементнинг эквиваленти деб аталади.

Эквивалентлар, одатда, ҳар хил бирикмаларни анализ қилиш натижасида олинган маълумотларга қараб ёки бир элементнинг ўрнини иккинчи элемент олиши натижаларига қараб топилади. Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, эквивалентларни топиш учун элементларнинг кислород ёки водород билан ҳосил қилган бирикмаларини асос қилиб олиш мутлақо шарт эмас. Эквивалентлар қонунидан фойдаланиб, *бирор элемент эквивалентини шу элементнинг эквиваленти маълум бўлган ҳар қандай бошқа элемент билан ҳосил қилган бирикмаси таркибига қараб ҳисоблаб топиш мумкин.*

*Мисол.* 3,5 г темир олтингуғурт билан бирикканда 5,5г темир (II)-сульфид ҳосил бўлди. Олтингуғуртнинг эквиваленти 16 га тенг бўлса, темирнинг эквиваленти қанча бўлишини ҳисоблаб топинг.

Темир (II)-сульфидда 3,5 оғирлик қисм темирга 5,5 — 3,5 = 2 оғирлик қисм олтингуғурт тўғри келиши масалада берилган шартлардан кўриниб турибди. Темирнинг эквиваленти унинг бир эквивалент олтингуғурт билан бирикадиган миқдори бўлганидан

$$\text{темир эквиваленти} = \frac{3,5 \cdot 16}{2} = 28 \text{ бўлади.}$$

Кўпгина элементлар бир-бири билан бирикиб, бир нечтадан бирикма ҳосил қилгани учун, равшанки, элементнинг эквиваленти ҳам ҳар хил қийматга эга бўлиши мумкин, бу қиймат эквивалентнинг қандай бирикма таркибидан ҳисоблаб чиқилганига боғлиқдир. Бироқ бундай ҳолларнинг ҳаммасида бир элементнинг турли эквивалентлари бир-бирига кичик бутун сонлар нисбати каби нисбатда бўлади. Масалан, углероднинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари таркибидан ҳисоблаб чиқилган эквивалентлари 3 ва 6 га, улар орасидаги нисбат эса 1:2 га тенгдир. Эквивалентлар тўғрисидаги тушунча мураккаб моддаларга ҳам тааллуқлидир.

*Мураккаб модданинг бир эквивалент (1 оғирлик қисм) водород билан ёки бир эквивалент (8 оғирлик қисм) кислород билан ёхуд умуман, бошқа ҳар қандай модданинг бир эквиваленти билан реакцияга қолдиқсиз киришадиган оғирлик миқдори шу мураккаб модданинг эквиваленти деб аталади.*

Масалан, чўғ ҳолига келтирилган мис (II)-оксид устидан водород ўтказилса, 1 г водород 40 г мис (II)-оксидни қайта ради. Ана шу 40 сони мис (II)-оксиднинг эквиваленти бўлади. Сульфат кислотанинг эквиваленти 49 га тенг, чунки 49 оғирлик қисм сульфат кислота бир эквивалент магний, бир эквивалент рух ва бошқа металлларнинг бир эквиваленти билан реакцияга қолдиқсиз киришади. Агар 40 оғирлик қисм мис (II)-оксидга 49 оғирлик қисм сульфат кислота қўшилса, мис

(II)-оксид ва сульфат кислота ҳам реакцияга қолдиқсиз киришади.

9. Дальтоннинг атомистикани ривожлантириши. Химияга атом оғирлик деган тушунчанинг киритилиши. Элементларнинг бирикиш қонуниятларининг кашф этилиши инглиз химиги Дальтонга атомлар ҳақидаги таълимотни миқдорий жиҳатдан ишлаб чиқишга ва М. В. Ломоносов замонида маълум бўлмаган бир қанча химиявий фактларни изоҳлаб бериш учун атомлар тўғрисидаги тасаввурлардан фойдаланишга имкон берди.

Дальтон фикрларининг моҳияти қуйидагилардан иборат:

1) Барча моддалар ўзаро тортишув кучлари билан бири-бирига боғланган жуда майда заррачалардан — атомлардан иборат.

2) Ҳар бир модда ўзига хос атомлардан тузилган. Оддий моддалар оддий, бўлинмас атомлардан, мураккаб моддалар эса химиявий реакциялар вақтида оддий моддаларнинг атомларига ажрала оладиган «мураккаб атомлар»дан иборат.

3) Бир модданинг ҳамма атомлари ўз шакли ва оғирлиги жиҳатидан тамомила бир хил бўлади, лекин бошқа оддий ёки мураккаб модда атомларидан фарқ қилади. Мураккаб атомнинг оғирлиги шу атомни ҳосил қилган оддий атомлар оғирлигининг йиғиндисига тенг.

4) Мураккаб моддалар ҳосил бўлишида оз сондаги оддий атомлардан «мураккаб атомлар» вужудга келади. Масалан,  $A$  ва  $B$  атомлардан иборат иккита оддий модда, заррачаларининг таркиби  $A+B$  ёки  $2A+B$  ёхуд  $A+2B$  ва ҳоказо бўлган мураккаб моддаларни ҳосил қилиши мумкин. Икки элементнинг бир неча хил бирикмалари бўлишининг сабаби ҳам ана шу.

Ломоносов билан Дальтоннинг модда тузилиши ҳақидаги фикрларини бир-бирига солиштириб кўриб, Ломоносов чиқарган умумий хулосалар химиянинг ҳозирги замон назарий фикрларига кўп жиҳатдан яқинроқ эди деб айтиш мумкин. Масалан, Дальтон оддий атомлар билан мураккаб атомлар орасида сифат жиҳатидан фарқ борлигини билмас эди. Унинг фикрига кўра, мураккаб атом (молекула), Ломоносов айтганидек, сифат жиҳатидан янги бир ҳосила бўлмай, балки бир-бири билан механик равишда қўшилган оддий атомлар йиғиндисидан иборат. Бундан ташқари, Дальтон оддий моддалар молекулалардан ёки, унинг терминологиясига кўра, мураккаб атомлардан иборат бўлиши мумкин, деган фикрни қаттиқ туриб рад этди. Дальтоннинг таъбирига қараганда, атомлар ҳаракатига теллород сабаб бўлади. Унинг фикрича, атомлар ўз-ўзича ҳаракат қила олмайди.

Дальтоннинг атомистикасида катта камчиликлар бўлишига қарамай, унинг атом тўғрисидаги гипотезаси моддаларнинг миқдорий таркиби тўғрисидаги маълумотлар билан таққос



ланди ва химияга элементнинг атом оғирлиги тушунчасини киритиш учун асос бўлди.

Дальтон модда тузилиши тўғрисидаги фикрларини таърифлаб чиққач, ўз олдига айрим элементларнинг атом оғирликларини аниқлаш вазифасини қўйди. Дальтон атомларнинг абсолют оғирлиги ниҳоят даражада кичик, шунинг учун атомларни тарозиди тартиб кўриш йўли билан уларнинг оғирлигини аниқлаб бўлмайди деб ҳисоблаб, атомларнинг нисбий оғирликларини аниқлашга қарор берди, бунда у, ҳамма атомларнинг энг энгили бўлган водород атоми оғирлигини бирлик сифатида қабул қилди. Шундай қилиб, Дальтон бирор элемент атом оғирлигининг водород атоми оғирлигига нисбатини шу элементнинг атом оғирлиги деб атади.

Дальтон элементнинг атом оғирлигини аниқлашда водород билан шу элементдан тузилган мураккаб моддани анализ қилиш натижаларига асосланди. Ана шундай моддадаги элементларнинг оғирлик миқдорлари, равшанки, модданинг мураккаб атоми таркибига кирган водород атомлари оғирлигининг шу моддадаги бошқа элемент атомлари оғирлигига нисбати каби нисбатда бўлиши керак. Масалан, сувда водороднинг кислородга бўлган оғирлик нисбати 1:8 га тенг; демак, сувнинг мураккаб атомида водород ва кислород атомлари оғирликлари ҳам худди ана шундай нисбатда бўлади. Лекин бундан кислороднинг атом оғирлигини ҳисоблаб чиқиш учун, сувнинг мураккаб атоми нечта водород ва нечта кислород атомидан иборат эканлигини ҳам билиш керак. Дарҳақиқат, сувнинг мураккаб атомида бир атом водород бир атом кислород билан боғланган бўлса, кислороднинг атом оғирлиги саккизга тенг бўлади; башарти бир атом водородга икки атом кислород тўғри келса, кислороднинг атом оғирлиги тўртга тенг бўлади; борди-ю, бунинг аксинча, икки атом водородга бир атом кислород тўғри келса, у вақтда, кислороднинг атом оғирлиги 16 га тенг бўлади ва ҳоказо. Бу масалани ҳал қилиш учун Дальтонда ҳеч қандай далил бўлмаганидан, у, сувнинг бир атоми бир атом водород ва бир атом кислороддан иборат, деб соддагина бир фикрга келди, бундан, кислороднинг атом оғирлиги (химияда узоқ вақт қабул қилиб келингандек) саккизга тенг бўлиб чиқди. Шундай қилиб, элементнинг атом оғирлиги унинг эквивалентига тенг деб олинди. Аммо бундай тенглаштириш асосиз бўлгани устига янги қийинчиликлар ҳам туғдирди. Масалан, аммиакда бир оғирлик қисм водородга  $4\frac{2}{3}$  оғирлик қисм азот, азот (II)-оксидда эса 8 оғирлик қисм кислородга 7 оғирлик қисм азот тўғри келиши анализ йўли билан аниқланди. Агар аммиак таркибига асосланиб, азотнинг атом оғирлиги  $4\frac{2}{3}$  деб қабул

қилинса, азот (II)-оксиднинг мураккаб атомида кислород атоми (8 оғирлик қисм) азотнинг  $1\frac{1}{2}$  атоми билан ( $4\frac{2}{3} + 2\frac{1}{2} = 7$  оғирлик қисм азот билан) боғланган, яъни азот атоми иккига бўлинган деб фараз қилишга тўғри келади.

Бир неча эквиваленти бўлган элементларнинг атом оғирликларини аниқлашда ҳам қийинчиликлар туғилди: эквивалентларнинг қайси бирини атом оғирлиги деб қабул қилиш лозим, деган масала устида бош қотиришга тўғри келар эди.

Ана шуларнинг ҳаммаси химиявий бирикманинг мураккаб атомидаги атомлар сонини аниқлаш масаласини ҳал қилиш учун ва аниқ атом оғирликларни топиш учун биргина атом гипотезасининг ўзи етарли эмаслигини кўрсатди.

Атом гипотезаси модданинг муस्ताқил равишда мавжуд бўла оладиган энг кичик заррачалари — молекулалар ҳақидаги тушунчалар билан тўлдирилгандан кейингина, химия туғилган қийинчиликларни бартараф қилди. Газсимон моддалар орасида бўладиган реакцияларни ўрганиш ана шу тушунчаларнинг ривожланишига олиб келди.

**10. Газлар орасида бўладиган реакцияларда ҳажмий нисбатлар.** Газлар орасида бўладиган реакцияларни микдорий жиҳатдан дастлаб текширган олим газларнинг иссиқдан кенгайиши ҳақидаги машҳур қонунинг автори, француз олими Гей-Люссак бўлди. У, 1804 йилдан 1808 йилгача, реакцияга киришадиган ва реакция натижасида ҳосил бўладиган газсимон моддаларининг ҳажмларини ўлчаш билан шуғулланди. Гей-Люссак ўз ишларининг натижаларини **о д д и й ҳ а ж м и й н и с б а т л а р** қонунини ёки Гей-Люссакнинг «химиявий» қонунини деб аталадиган қуйидаги умумий хулоса тарзида ифодалади.

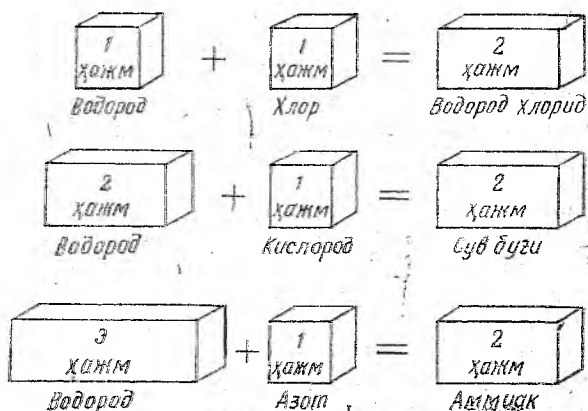
*Реакцияга киришадиган газлар ҳажмларининг бир-бирига нисбати ва реакцияда ҳосил бўладиган газсимон муҳсулотлар ҳажмларига нисбати кичик бутун сонлар нисбати каби бўлади.*

Албатта, бунда реакцияда иштирок этадиган ҳамма газларнинг ҳажмлари бир хил босим ва бир хил температура шароитида ўлчанди, деб фараз қилинади.

Гей-Люссак қонунининг тўғрилигига ишонч ҳосил қилиш учун, газсимон моддалар орасида бўладиган баъзи реакцияларни кўриб чиқамиз.

Маълумки, сув электр токи ёрдами билан таркибий қисмларга ажратилганда чиқадиган водороднинг ҳажми шу вақтда чиқадиган кислороднинг ҳажмига қараганда ҳамма вақт икки баравар ортиқ бўлади. Бу иккала газни қолдиқсиз

бириктириб, яна сув ҳосил қилиш учун, водород билан кислородни худди ўшандай (2:1) ҳажмий нисбатда аралаштириш лозим. Бунда, ҳосил бўладиган сув буғининг ҳажми реакция учун олинган газлар аралашмаси ҳажмининг  $\frac{2}{3}$  қисмига тенг бўлади, яъни уч ҳажм қалдироқ газдан, бошқача айтганда, икки ҳажм водород ва бир ҳажм кислороддан икки ҳажм сув буғи ҳосил бўлади. Шундай қилиб, водороднинг кислород билан бирикишида, уларнинг ҳажмлари ва ҳосил бўладиган сув буғининг ҳажми орасида жуда оддий нисбатлар бор.



2-расм. Реакцияга киришадиган моддалар ўртасидаги ҳажмий нисбатлар.

Энди, газсимон моддалар орасида бўладиган ва бизга жуда таниш бўлган бошқа бир реакцияни кўриб чиқайлик. Агар маълум ҳажмдаги хлор билан худди шундай ҳажмдаги водород аралаштирилиб, аралашма орқали электр учқунини ўтказилса ёки аралашма қуёш нурига чиқариб қўйилса, портлаш юз бериб, янги газсимон модда — водород хлорид ҳосил бўлади. Агар бунда 1 ҳажм хлорга 1 ҳажм водород тўғри келса, иккала газ қолдиқсиз бирикиб роса 2 ҳажм водород хлорид ҳосил қилади.

Азот билан водород бирикиб, аммиак ҳосил бўлиш реакциясини ҳам кўриб чиқайлик. Аввалги иккала ҳолда кузатилган қонуният бу ерда ҳам кузатилади: 1 ҳажм азот 3 ҳажм водород билан бирикиб, роса 2 ҳажм аммиак ҳосил қилади.

Юқорида келтирилган мисоллар 2-расмда яққол кўрсатилган.

11. Авогадро қонуни. Гей-Люссакнинг текширишлари ҳамма химикларнинг эътиборини ўзига жалб этди. Ўзаро реакцияга киришувчи газларнинг ҳажмлари орасидаги нисбат-

ларнинг оддийлиги бу ўринда газларнинг қандайдир асосий хоссаси, босим ва температура ўзгарганда ҳамма газларнинг ҳажми ҳам бир хилда ўзгариши билан ифодаланадиган хоссаси намоён бўлишини кўрсатар эди. Уша замоннинг энг обрўли химикларидан бири бўлган Берцелиуснинг фикрига кўра, бу хосса шундан иборатки, бир хил шароитда олинган ва ҳажмлари тенг бўлган газлардаги атомлар сони барабар бўлади. Бундан, бирор газнинг оғирлигини шу ҳажмдаги водороднинг оғирлиги билан таққослаб кўриб, ўша газнинг атом оғирлигини тез аниқлаш мумкин бўлиб кўринди. Аммо бу тахмин дарҳол бир неча зиддиятга дуч келди. Дарҳақиқат, ҳажмлари ўзаро тенг бўлган газлардаги атомлар сони барабар бўлса, у ҳолда, масалан, 1 ҳажм хлор ва 1 ҳажм водороддан 1 ҳажмдан ортиқ водород хлорид ҳосил бўлмаслиги керак, чунки водород хлориднинг мураккаб атоми, кам деганда, 1 атом хлор ва 1 атом водороддан иборат бўлиши лозим. Ҳолбуки, Гей-Люссак тажрибаларида 2 ҳажм водород хлорид ҳосил бўлди. Газлар ўртасида бўладиган бошқа реакциялар текширилганда ҳам худди шундай зиддиятлар келиб чиқди.

Гей-Люссак қонуларини изоҳлаб бериш йўлини итальян физиги Авогадро топди. У, 1811 йилда, ҳар қандай модданинг мустақил равишда мавжуд бўла оладиган энг кичик зарраси — молекула деган тушунча киритилса ва, шу билан бир вақтда, атом тушунчаси ҳам сақланиб, атом турли бирикмалардаги элементнинг энг кичик миқдори деб ҳисобланса, бу зиддиятлар осонгина бартараф бўлади, деб кўрсатди. Шу билан бирга Авогадро оддий моддаларнинг молекулалари элементар атомларнинг айнан ўзи эмаслигини алоҳида таъкидлаб ўтди; аксинча, оддий моддаларнинг молекулалари одатда, бир хил атомларнинг бир нечасидан тузилган.

Авогадронинг асосий қондаси қуйидагидан иборат:

*Бир хил температура ва бир хил босимда олинган, ҳажмлари ўзаро тенг бўлган ҳар қандай газлардаги молекулалар сони барабар бўлади.*

Авогадро гипотезаси реакцияга киришадиган ва реакция натижасида ҳосил бўладиган газларнинг ҳажмлари орасидаги оддий нисбатларни изоҳлабгина қолмай, балки оддий ва мураккаб газларнинг молекулаларидаги атомлар сони тўғрисида ҳам жуда муҳим баъзи хулосаларни чиқаришга имкон берди ва ҳақиқий атом оғирликларни аниқлашга йўл очди.

**12. Молекуляр таълимотнинг ғалабаси.** Оддий модданинг молекулалардан тузилганлиги тўғрисидаги тушунча бир қанч

ча вақтдан кейингина эътироф этилди. Уша замоннинг мўътабар химиклари бўлган Дальтон билан Берцелиус бу тушунчага қарши чиқдилар. Улар бир хил атомлардан тузилган молекулалар бўлиши мумкинлигини асло тан олмадилар.

Авогадро гипотезаси XIX асрнинг 40-йиллари охиридан бошлабгина химияда аста-секин ўзига ўрин ола бошлади. Бироқ бу гипотеза 60-йилларга келиб, Авогадронинг ватандоши италян олими Канницаронинг ишлари натижасида батамом эътироф этилди. 1858 йилда Канницаронинг «Химиявий философия курсидан конспект» деган китобчаси чиқди, Канницаро бу китобчасида Авогадронинг молекулалар ҳақидаги тушунчаларига асосланиб, химиянинг асосий масалалари тўғрисидаги ўз фикрларини жуда аниқ баён этди ва молекуляр ҳамда атом оғирликларни аниқлаш усулларини кўрсатиб берди, бу усуллар молекуляр ва атом оғирликларни таълашда ихтиёрий равишда иш кўришга асло йўл қўймас эди. Канницаро ўз китобчасидан Европанинг кўпгина машҳур химикларига юборди. Икки йил ўтгач (1860 йилда), ана шу химиклардан баъзиларининг ташаббуси билан, химиянинг энг муҳим масалаларини муҳокама қилиш мақсадида Карлсруда ҳамма мамлакатлар химикларининг съезди чақирилди. Бу съездда Канницаро фикрларини ҳамма маъқуллади. Асосий масалага, яъни атомлар ва молекулалар орасидаги фарқ масаласига келганда, бу иккита энг муҳим тушунча бундан кейин қатъий фарқ қилинсин, деб қарор чиқарилди. Съезд қуйидаги таърифларни қабул қилди:

*Молекула модданинг мустақил равишда мавжуд бўла оладиган энг кичик заррачаси бўлиб, у майдаланса, шу модданинг асосий химиявий хоссалари, албатта йўқолади.*

*Атом элементнинг оддий ва мураккаб моддалар молекулаларидаги энг кичик заррачасидир.\**

Ҳажмлари тенг газлардаги молекулалар сонининг баравар бўлиши тўғрисида Авогадро майдонга ташлаган гипотеза ҳозир физика ва химия соҳасида топилган жуда кўп фактлар билан исбот этилган; шунинг учун, бу гипотезани қонуни деб ҳисобласа бўлади.

**13. Молекуляр таълимот ва химиявий элемент.** Атом-молекуляр назария химиянинг энг муҳим тушунчаларидан бирини, яъни химиявий элемент тушунчасини анча ойдинлаштир-

\* Ҳозирги вақтда бу таърифларни мукаммал таърифлар деб бўлмайди. Китобхон молекулалар ва атомларнинг тузилишини ўрганиб чиққандан кейингина улар тўғрисида бирмунча тўла тушунча олади.

ди ва қатъий бир ҳолга келтирди. Оддий моддаларни, яъни химиявий жиҳатдан парчаланмайдиган моддаларни белгилаш учун Бойль химияга «элемент» деган терминни қиритган эди. Оддий модда ва элемент деган тушунчалар узоқ вақтгача бир хил маънони англатади деб ҳисоблаб келинди.

Бир жинсли айрим модда бўлган оддий жисм тушунчаси билан мураккаб моддаларнинг моддий қисми ёки элементни бўлган оддий жисм тушунчасини бир-биридан очиқ фарқ қилиш зарур, деб кўрсатган дастлабки олимлардан бири Д. И. Менделеев эди.

Дарҳақиқат, ҳар бир оддий модданинг маълум физик ва химиявий хоссалари бўлади, бу хоссаларни сезги органларимиз ёрдами билан билиб оламиз. Бирорта оддий модда бошқа оддий моддалар билан бирикса, у ўзининг кўпчилик хоссаларини йўқотади. Масалан, темир олтингургурт билан бирикса, металлга хос ялтироқлигини, чўзилувчанлигини, магнитга тортилиш хоссаларини ва бошқаларини йўқотади. Демак, темир сульфидда темир йўқ. Аммо, темир сульфиддан металл ҳолидаги темирни химиявий реакциялар ёрдами билан яна ажратиб олиш мумкин бўлгани учун, химиклар темир сульфид таркибида темир элементни бўлади деганлар, буида металл ҳолидаги темирни ҳосил қилувчи материални тушунадилар. Темир сингари, олтингургурт ҳам темир сульфидда сариқ тусли ёнувчан мўрт олтингургурт моддаси тарзида бўлмай, балки олтингургурт элементни тарзида бўлади. Худди шунингдек, масалан, сув таркибига кирувчи водород билан кислород ҳам сувда маълум хоссаларга эга бўлган газсимон водород ва газсимон кислород тарзида бўлмай, балки водород ва кислород элементлари тарзида бўлади. Агар бу элементлар «эркин ҳолатда», яъни химиявий жиҳатдан ўзаро боғланмаган бўлса, улар оддий моддалар бўлади.

Ўтган асрнинг 60-йилларида Канниццаро фикрлари химиклар орасида ёйида бошлаган пайтда, оддий модда билан химиявий элемент молекула билан атомга ўхшайди: яъни оддий модда ҳам, ҳар қандай модда сингари, молекулалардан тузилган, химиявий элемент эса атомлардан тузилган, деб ҳисобланди. Сўнгра химиявий элемент атомга, яъни элементнинг молекулаларда бўладиган ва барча хоссаларини ўзида мужассам этган энг кичик заррачасига тобора кўпроқ ўхшатиладиган бўлди. Демак, атом-молекуляр табиғатимиздаги нукта назаридан олганда, *химиявий элемент атомларнинг маълум хоссалар мажмуи билан характерланадиган алоҳида бир туридир*. Ҳар қандай айрим атом химиявий элементдир; аммо атомларнинг ҳар қандай бирикмаси элемент бўла олмайди; бир хил элемент атомларининг ўзаро бирикиши натижасида

оддий моддалар ҳосил бўлади; турли элементлар атомларининг бирикиши натижасида эса ё оддий моддалар аралашмаси, ёки мураккаб модда ҳосил бўлади.

Бир хил элементдан иборат бир неча оддий моддалар кўриб чиқилса, оддий модда билан элемент орасидаги тафовут айниқса тушунарли бўлиб қолади.

Масалан, бир бўлак фосфорни олиб кўрайлик. Фосфор 44,2° да суюқланадиган, жуда заҳарли, оқ рангли, ярим шаффоф моддадир; фосфор ҳавода шуълаланади, унинг шуъласи қоронғида кўринади; у, ўз-ўзидан алангаланиб кетиши ҳам мумкин; шу сабабдан, оқ фосфор ҳамма вақт сув остида сақланади. Фосфор оддий моддадир, у бошқа моддаларга парчаланмайди. Бироқ фосфор ҳаво кирмайдиган жойда қайнагунча қиздирилса, бир оз вақтдан сўнг фосфорнинг ҳоссалари бутунлай ўзгариб кетади: у қизғиш бинафша тусга кириб, шуълаланмайдиган, ҳавода ўз-ўзидан алангаланмайдиган ва заҳарсиз бўлиб қолади, бунда фосфорнинг шу янги ҳоссалари уни қиздириш тўхтатилгандан кейин ҳам сақланиб қолади. Демак, бир модда муқаррар бошқа бир моддага айланади, аммо бу ўзгариш ўзига хос бир ўзгаришдир: олинган модда таркибий қисмларга ажралмади ва унга ҳеч нарса бирикмади. Мана шу ҳол дастлаб олинган моддани ҳам, қиздиришдан кейин ҳосил бўлган моддани ҳам эркин ҳолдаги бир элементнинг — фосфорнинг турли шаклидир, ҳолос, деб эътироф этишга мажбур қилади; қиздириш учун олинган модда оқ фосфор деб, қиздириш натижасида ҳосил бўлган модда эса қизил фосфор деб аталади.

Оқ фосфор билан қизил фосфорнинг кислородга бўлган муносабати уларнинг ҳақиқатан ҳам бир элементнинг турли шакллари бўлиб, бир хил атомлардан тузилганлигига яқин далили бўла олади: оқ фосфор ҳам, қизил фосфор ҳам кислородда қиздирилса, кислород билан бирикиб, бир хил модда — фосфат ангидрид ҳосил қилади. Бинобарин, фосфор элементи эркин ҳолда икки хил оддий модда — оқ фосфор ва қизил фосфор ҳолида бўлиши мумкин. Бошқа кўпгина элементлар ҳам, худди фосфор сингари, эркин ҳолда бир неча хил модда ҳолида бўлади. Масалан, ҳаммага маълум бўлган ва ўз ҳоссалари жиҳатидан бир-биридан катта фарқ қиладиган оддий моддалар — кўмир, графит ва олмос углевод элементининг турли шакллари дур. Бу моддаларнинг ҳаммаси бошқа бирин оддий модда билан бирикиб, бир мураккаб модданинг ўзини ҳосил қилади; масалан, улар кислород билан бириккандан карбонат ангидрид ҳосил бўлади.

Химиявий элементнинг бир неча оддий модда ҳолида мавжуд бўла олинш ҳоссеаси аллотропия деб, бир хил эле-

ментдан ҳосил бўладиган оддий моддаларнинг ўзи ўша элементнинг аллотропик шакл ўзгаришлари деб аталади.

Молекуладаги бир хил атомларнинг сони ёки жойлашуви бирор тарзда ўзгарар экан, янги сифат, бошқача хоссаларга эга бўлган янги модда юзага келади. Молекула унинг таркибига кирадиган атомларнинг анчайин бир тўпламидан иборат эмас, шу сабабдан, мураккаб модданинг хоссалари шу моддани ҳосил қилган элементлар хоссаларининг оддий тўпламидан иборат бўлмайди. *Атомлар бир-бири билан химиявий бирикар экан, мутлақо ўз ҳолича қолмасдан, балки бир-бирига маълум даражада таъсир кўрсатади, шунга кўра, турли молекулаларда атомлар турли ҳолатларда бўлади.* Масалан, олтингугурт ва темир атомлари темир сульфидда оддий моддалар ҳолидаги олтингугурт ва темирдагига қараганда бошқачароқ ҳолатда бўлади.

14. Ер шарида элементларнинг тарқалганлиги. Элементлар ерда ҳар хил миқдорда учрайди. Элементларнинг ер қобиғида қандай тарқалганлигини махсус фан — геохимия фани текширади; геохимияни, асосан, совет олимлари, академиклар — В. И. Вернадский билан А. Е. Ферсман яратдилар\*.

Ер қобиғининг таркиби ҳозирги вақтда етарли даражада ўрганилган.



3-расм. Ер қобиғидаги элементларнинг оғирлик миқдорлари (Ферсман фикрича).

Энг кўп тарқалган элемент кислороддир, бу элемент, оғирлик жиҳатидан, ер қобиғининг текшириш мумкин бўлган қисмининг 49,13 процентини ташкил этади (3-расм). Кремний ер қобиғида кўп тарқалганлик жиҳатидан (26,0%) иккинчи ўринда туради. Ундан кейин-

\* Дунёдаги энг йirik минералоглардан бири Владимир Иванович Вернадский (1863—1945) ўз илмий фаолиятининг кўп қисмини минералларнинг пайдо бўлиш процессларини аниқлашга ва ер қобиғи таркибини текширишга бағишлади. Вернадский кўпгина элементларнинг, жумладан, нодир ва тарқоқ элементларнинг (рубидий, цезий, таллий ва бошқаларнинг) ер қобиғидаги процент миқдорини аниқлади. Унинг радиоактив минераллар ва кам тарқалган металл рудаларга бағишланган асарлари СССР да нодир металллар саноатини ривожлантириш учун негиз бўлди.

Вернадскийнинг шогирди Александр Евгеньевич Ферсман (1883—1945) ҳозирги замон геохимиклари мактабига асос солган ва геохимия соҳасида катта-катта асарлар яратган олимдир. Ферсман Ватанимизнинг минерал бойликларини қидириб топиш юзасидан фоят катта иш олиб борди ва жуда қимматли қазилма конларни топди.



ги ўринларни алюминий, темир, кальций, натрий, калий, магний ва водород олади. Ана шу тўққизта элемент ер қобиғи массасининг 98 процентдан кўпроқ қисмини ташкил этади, қолган элементларнинг ҳаммаси эса 2 процентдан камроқни ташкил этади. Халқ хўжалигида кенг ишлатиладиган мис, рух, қўрғошин, никель, олтингугурт, фосфор ва бошқа элементлар ҳам ана шу икки процент ҳисобига киради.

Шуни айтиб ўтиш керакки, бирор элементнинг ер қобиғида тарқалганлиги ҳақидаги тушунчаларимиз, одатда, шу элементнинг ер қобиғида бўладиган умумий процент миқдорига кўпинча зид келади. Симоб, мышьяк, олтин, йод ва бошқалар каби қадимдан маълум бўлган ҳамда пухта текширилган элементлар ер қобиғида, одатда, «нодир» элементлар деб ҳисобланувчи титан, цирконий ва ванадийга қараганда бир неча марта кам бўлади.

Юқорида баён этилган зиддиятнинг сабабини қуйидагича тушунтириш мумкин. Баъзи элементларнинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори кам бўлганига қарамасдан, улар ер юзасида тўпланиб қолади, яъни қатламлар ҳосил қилади. Элементларнинг бундай қатламлари, гарчи жуда сийрак учраса-да, уларни қазиб олиш осон бўлади. Элементлар баъзан, туғма (соф) ҳолда ҳам учрайди (олтин, симоб, платина ва бошқалар). Бу элементларни қазиб олиш бирмунча осон бўлганлигидан, улар инсониятга қадимдан маълум, шунинг учун ҳам улар нодир элементлар қаторига кирмайди. Баъзи элементлар ер пўстлоғининг ковлаб чиқариш мумкин бўлган қатламида жуда тарқоқ ҳолда бўлади, бундай элементлар ҳозиргача нодир элементлар қаторига киритилади.

«Нодир элемент» деган тушунча мутлақо ўзгармайдиган тушунча эмас. Машинасозлик, электротехника ва транспортнинг тез ривожланиши муносабати билан пўлатнинг махсус навларига ва қотишмаларга бўлган эҳтиёжнинг ортиши, шунингдек, фойдали қазилмаларни ковлаб чиқариш ва қайта ишлаш методларининг тинмай такомиллаштирилиши натижасида яқиндагина ҳам «нодир» деб ҳисобланадиган элементлар яхши маълум элементлар қаторига кирди ва осон чиқариладиган бўлиб қолди. Масалан, ҳозир кўп ишлатиладиган алюминий ва магний бундан бир неча ўн йил илгари нодир деб ҳисобланар ва жуда қиммат турар эди.

А. Е. Ферсман ер қобиғида қайси элемент қанчалик тарқалганлигини кўрсатиб бериш учун, фанга атом проценти, яъни элементлар атомларининг ер қобиғидаги миқдори, деган тушунчани киритди. Бир элементнинг атом проценти билан оғирлик проценти ҳар хил бўлади. Масалан, водород ер қобиғидаги атомлари сони жиҳатидан учинчи ўринни олса

(15,6%), оғирлиги жиҳатидан тўққизинчи ўринни олади (1%).

Углерод, кислород, водород, азот, олтингугурт, фосфор, хлор, кремний, калий, кальций, магний ва темир элементлари ўсимлик ва ҳайвонлар ҳаётида жуда муҳим роль ўйнайди.

15. Газсимон моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлаш. Газсимон моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлашнинг энг муҳим методи Авогадро қонунига асосланган. Аммо бу метод тўғрисида баҳс этишдан олдин молекуляр оғирликлар (молекулаларнинг массалари) ва атом оғирликлар (атомларнинг массалари) қандай бирликлар билан ифода этилиши устида тўхтаб ўтмоқ лозим.

Атом оғирликларни ҳисоблашда, дастлаб, энг енгил элемент, яъни водород атомининг оғирлиги бирлик қилиб олинар ва бошқа элементларнинг атом оғирликлари шу бирликка нисбатан ҳисоблаб чиқилар эди. Аммо кўпчилик элементларнинг атом оғирлиги шу элементларнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари таркибига қараб топилгани учун, элементларнинг атом оғирлиги амалда кислороднинг атом оғирлигига нисбатан аниқланар, кислороднинг атом оғирлиги эса 16 га тенг деб олинар эди. Кислороднинг атом оғирлиги билан водороднинг атом оғирлиги орасидаги нисбат 16:1 га тенг деб қабул қилинган эди. Шундан кейин ўтказилган бирмунча аниқ текширишлар бу нисбатнинг 15,88:1 га ёки 16:1,008 га тенг эканлигини кўрсатди. Бинобарин, водороднинг атом оғирлиги 1 га тенг деб олинса, кислороднинг атом оғирлиги 15,88 га тенг бўлади. Амалий мулоҳазаларга асосланиб, кислороднинг атом оғирлиги 16 га, водороднинг атом оғирлиги эса 1,008 га тенг деб қабул қилинди.

Шундай қилиб, ҳозирги вақтда атом оғирлиқнинг бирлиги кислород атоми оғирлигининг  $\frac{1}{16}$  қисмига тенгдир. Бу бирлик кислород бирлиги деб аталади.

Химия фанининг янада ривожланиши табиий кислороднинг изотоплар аралашмасидан иборат эканлигини (202-бетга қаралсин) ва унда атом массаси ўн олтига тенг изотопга атом массаси ўн етти ва ўн саккизга тенг бўлган изотоплар аралаш бўлишини кўрсатиб берди. Кейинги икки изотопнинг миқдори табиий кислород атом оғирлигига айтарли таъсир қилмайдиган бўлгани учун кислород бирлиги химияда асосий атом оғирлиги бўлиб қолаверди. Атом физикасига алоқадор бўлган ва жуда катта аниқликни талаб қиладиган ҳисобларда бирлик қилиб кислород  $O^{16}$  изотопи атоми массасининг  $\frac{1}{16}$  қисмини олишга тўғри келди. Шундай қилиб, атом оғирликларининг химиявий ва физик атом оғирликлари деган икки шкаласи пайдо бўлди.

Атом оғирликларининг икки шкалада бўлиши катта ноқулайлик туғдирар эди, шунинг учун физиклар билан химиклар узоқ мулоҳазалардан кейин, 1961 йилда атом оғирликларининг янги, ягона шкаласини қабул қилдилар. Углерод  $C^{12}$  изотопи атоми массасининг  $1/12$  қисмидан иборат углерод бирлиги деган бирлик шу шкалага асос бўлди. Янги шкалага мувофиқ, водород атомининг массаси 1,00797 углерод бирлигига, кислород атомининг массаси 15,9994 углерод бирлигига тенг ва ҳоказо\*.

*Шунга мувофиқ, ҳозир элементнинг атом оғирлиги (атом массаси) деб, ўша элемент атомининг углерод бирлиги билан ифодаланган массасига айтилади.*

Ҳар қандай модда молекуласининг массаси шу молекулани ҳосил қилувчи атомлар массаларининг йиғиндисига тенг бўлганлигидан, равшанки, атом оғирликлар қандай бирликлар билан ифодаланган бўлса, молекуляр оғирликлар ҳам ўшандай бирликлар билан ифодаланиши лозим. Масалан, икки атомдан иборат водород молекуласининг массаси 2,01594 углерод бирлигига тенг; шунингдек, икки атомдан иборат кислород молекуласининг массаси 31,9988 углерод бирлигига барабар; иккита водород атоми билан битта кислород атомидан иборат сув молекуласининг массаси  $15,9994 + 2 \cdot 1,00797 = 18,01534$  углерод бирлигига тенг ва ҳоказо. Бундан, *оддий модда молекуласининг ёки мураккаб модда молекуласининг углерод бирлигида ифодаланган массаси шу модданинг молекуляр оғирлиги (молекуляр массаси) деб аталади.*

Энди, газсимон моддаларнинг молекуляр оғирликлари қай тарихқа аниқлашсини кўриб чиқайлик.

Авогадро қонунига биноан, бир хил босим ва бир хил температурада олинган ва ҳажмлари бир-бирига тенг бўлган газлардаги молекулалар сони барабар бўлади. Бундан, барабар ҳажмда олинган икки газнинг молекуляр оғирликлари бир-бирига қандай нисбатда бўлса, уларнинг массалари ҳам худди шундай нисбатда бўлади, деган хулоса келиб чиқади.

Масалан, икки хил газдан бир литрдан олайлик. Олинган ҳар қайси газда  $N$  тадан молекула бўлсин. Биринчи 1 литр газ массасини  $m$  билан, иккинчи 1 литр газ массасини  $m_1$  билан белгилаймиз. Газларнинг молекуляр оғирликларини, тегишли суратда,  $M$  ва  $M_1$  билан белгилаймиз. 1 литр газнинг массаси ундаги молекулалар массаси йиғиндисига тенг бўлгани учун

\* Янги шкалага ўтилганида атом оғирликларининг аввалги сон катталиклари ниҳоят даражада кам ўзгаришини ва химияга алоқадор ҳисобларнинг кўпчилигига таъсир қилмаслигини айтиб кетиш керак.

$$m = NM \text{ ва } m_1 = NM_1$$

бўлади.

Маълум ҳажмда олинган бирор газ массасининг худди ўша температура ва ўша босимда, худди ўшандай ҳажмда олинган бошқа газ массасига нисбати биринчи газнинг иккинчи газга нисбатан зичлиги деб аталади.

Масалан, бир литр карбонат ангидрид массаси 1,98 г, ўшандай шароитдаги бир литр водород массаси эса 0,09 г келади, бундан карбонат ангидриднинг водородга нисбатан зичлиги  $1,98:0,09=22$  бўлади.

Газ зичлигини  $d$  ҳарфи билан белгилаб, юқоридаги тенглама  $\frac{m}{m_1}$  ни  $d = \frac{M}{M_1}$  кўринишида кўчириб ёзамиз, бундан

$$M = dM_1$$

келиб чиқади.

*Бирор газнинг молекуляр оғирлиги шу газнинг иккинчи бир газга нисбатан зичлиги билан иккинчи газ молекуляр оғирлигининг кўпайтмасига тенг.*

Кўпинча, турли газларнинг зичлиги ҳамма газларнинг энг енгил бўлган водородга қараб аниқланади. Водороднинг молекуляр оғирлиги 2,01594 га тенг бўлганлигидан, молекуляр оғирликларни ҳисоблаш формуласи бу ҳолда

$$M = 2,01594d$$

кўринишида ёзилади ёки водороднинг молекуляр оғирлигини яхлитлаб 2 га тенг десак,

$$M = 2d$$

бўлади.

Масалан, водородга нисбатан зичлиги юқорида айтилганидек, 22 га тенг бўлган карбонат ангидриднинг молекуляр оғирлигини шу формула билан ҳисоблаб чиқсак, унинг

$$M = 2 \cdot 22 = 44$$

эканлигини топамиз.

Газнинг молекуляр оғирлиги, кўпинча, ҳавога нисбатан зичлигига қараб ҳам ҳисоблаб топилади. Ҳаво, гарчи бир қанча газлар аралашмасидан иборат бўлса ҳам, аммо унинг ўртача молекуляр оғирлиги бор, дейиш мумкин. Ҳавонинг ўртача молекуляр оғирлиги унинг водородга нисбатан олинган зичлигига қараб топилади. Ҳавонинг шу йўл билан топилган молекуляр оғирлиги 29 га тенг.

Текшириладиган газнинг ҳавога нисбатан зичлигини  $d_1$  билан белгиласак, молекуляр оғирликларни ҳисоблаб топниш учун қуйидаги формулани ҳосил қиламиз:

$$M = 29d_1.$$

29 сонини ёдда олиб қолиш маъқул, чунки ҳисоблаш вақтида, кўпинча, шу сондан фойдаланиш керак бўлади.

Молекуляр оғирликни топиш учун, одатда, текшириладиган газнинг маълум бир миқдори олиниб, массаси ва ҳажми ўлчанади, сўнгра газнинг зичлиги ҳисоблаб чиқилади, шундан кейин тўғридан-тўғри формуладан фойдаланиб, газнинг молекуляр оғирлиги топилади. Газнинг зичлиги молекуляр оғирлиги билан ҳажм бирлигининг массаси маълум бўлган бошқа ҳар қандай газга нисбатан ҳисоблаб топилиши ҳам мумкин. Аммо справочникларда газларнинг нормал шароитдаги массалари кўрсатилади, тажрибалар қилинганда эса, текшириладиган газнинг массаси билан ҳажмини, одатда, бошқа шароитларда ўлчашга тўғри келади, шу сабабдан, газнинг зичлигини ҳисоблаб чиқариш учун газнинг ўлчанган ҳажми аввал нормал шароитга (температураси  $C$  билан  $0^\circ$  га ва босими симоб устуни ҳисоби билан 760 мм га) келтирилиши, яъни газнинг нормал шароитдаги ҳажми топилиши керак.

Нормал шароитга келтириш учун Бойль-Мариотт билан Гей-Люссакнинг газларга доир қонунларини бирлаштирувчи

$$PV = \frac{P_0V_0T}{273}$$

тенгламадан фойдаланилади,

бунда  $P$  ва  $V$  — газнинг тажриба ўтказиладиган шароитдаги босими билан ҳажми;

$P_0$  — 760 мм симоб устунига, яъни 1 атм га тенг босим;

$V_0$  — газнинг нормал шароитдаги ҳажми;

$T$  — газнинг абсолют температураси.

Бу тенгламадан  $V$  ни топсак, газнинг  $0^\circ C$  ва 760 мм симоб уст. босимдаги ҳажмини ҳисоблаш учун қуйидаги формула келиб чиқади:

$$V_0 = \frac{PV \cdot 273}{P_0T}.$$

**Молекуляр оғирликни ҳисоблаб топишга мисол.** 0,455 г газнинг  $27^\circ$  температурада ва 800 мм симоб устуни босимида тенг босимда 380 мл ҳажми эгаллаши тажрибада топилган. Нормал шароитда бир литр ҳавонинг оғирлиги 1,293 г келса, текшириладиган газнинг молекуляр оғирлиги қанча бўлади?

Газнинг тажрибадан топилган ҳажми нормал шароитга келтирилса,

$$V_0 = \frac{800 \cdot 380 \cdot 273}{760 \cdot (273 + 27)} = 364 \text{ мл}$$

ҳосил бўлади.

Энди, шу газдан бир литрнинг нормал шароитдаги массаси ( $m$ ) ни топамиз:

$$m = \frac{0,455 \cdot 1000}{364} = 1,25 \text{ г.}$$

Бир литр ҳавонинг оғирлиги 1,293 г бўлганидан, текширилётган газнинг ҳавога nisбатан зичлиги

$$d_1 = \frac{1,25}{1,293} = 0,97,$$

молекуляр оғирлиги эса

$$M = 29 \cdot 0,97 \approx 28$$

бўлади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, газнинг молекуляр оғирлигини юқорида баён қилинган усул билан топиш учун, газнинг химиявий таркибини билишнинг мутлақо ҳожати йўқ, бунинг учун газнинг зичлигини билиш керак, холос.

Авогадро қонунига асосланиб, фақатгина газларнинг молекуляр оғирлигини эмас, балки қиздирилганда (парчаланмасдан) газсимон ҳолатга ўтадиган ҳар қандай моддаларнинг молекуляр оғирликларини ҳам аниқласа бўлади. Бунинг учун текшириладиган моддадан бир оз миқдор олиб, уни бугга айлантирилади ва ҳосил бўлган бугнинг массаси, ҳажми, температураси ва босими ўлчанади. Кейин ўша модданинг молекуляр оғирлиги, худди газларнинг молекуляр оғирлигидек, ҳисоблаб топилади.

**16. Газнинг грамм-молекуляр ҳажми.** Газнинг молекуляр оғирлиги янада оддий бўлган бошқача усул билан ҳам ҳисоблаб топилиши мумкин. Бу усул газнинг грамм-молекуляр ҳажми тушунчасига асосланган.

Химияда модда массасининг граммларда ифодаланадиган ўлчови билан бир қаторда, бошқача, яъни грамм-молекула ёки, қисқача, моль деб аталадиган махсус химиявий ўлчови ҳам ишлатилади.

Модданинг молекуляр оғирлигига сон жиҳатидан тенг бўлиб, грамм ҳисобида ифодаланган массаси шу модданинг грамм-молекуласи ёки қисқача моли деб аталади. Масалан, водороднинг грамм-молекуласи (яхлитлаб олинганда) 2 г га, кислороднинг грамм-молекуласи 32 г га, сувнинг грамм-молекуласи эса 18 г га тенг ва ҳоказо.

Худди шунингдек, элементнинг атом оғирлигига сон жиҳатидан тенг бўлиб, грамм ҳисобида ифодаланган миқдори шу элементнинг грамм-атоми деб аталади. Масалан, кислороднинг грамм-атоми 16 г га, водороднинг грамм-атоми 1 г га тенг ва ҳоказо.

«Грамм-молекула» тушунчасининг таърифидан ҳар қандай модданинг грамм-молекуласидаги (молидаги) молекулалар сони бир хил бўлиши керак, деган хулоса чиқади. Масалан, бир моль (2 г) водородда  $n$  та молекула бор, яъни водороднинг  $n$  та молекуласи 2 г келади, дейлик. Кислород молекуласи водород молекуласига қараганда 16 баравар оғир бўлганлигидан бир литр кислороддаги  $n$  та молекула массаси  $2 \cdot 16 = 32$  г га ёки кислороднинг бир молига тенг бўлиши керак. Худди шу сабабга кўра, сув  $n$  та молекуласининг массаси 18 г келиши лозим, бу эса сувнинг бир молини ташкил қилади ва ҳоказо. Бошқача айтганда, турли моддалар грамм-молекулаларининг массалари кўпинча ҳар хил бўлса-да улардаги молекулалар сони бир хил бўлади. Равшанки, барча элементларнинг грамм-атомларидаги атомлар сони ҳам бир хил бўлади.

Бир грамм-молекуладаги молекулалар сони ҳозирги вақтда жуда аниқ ҳисоблаб топилган (86-бетга қаралсин), у  $6,02 \cdot 10^{23}$  га тенг.

Авогадро қонунига кўра, ҳар қандай газнинг тенг сондаги молекулалари бир хил шароитда тенг ҳажмни эгаллайди. Бундан, ҳамма моддаларнинг грамм-молекулалари газ ҳолатида бир хил температурада ва бир хил босимда тенг ҳажмни эгаллайди, деган хулоса келиб чиқади. Бир моль газнинг нормал шароитда қандай ҳажмни эгаллашини ҳисоблаб топиш қийин эмас. Масалан, нормал шароитда бир литр кислород массасининг 1,429 г келиши тажриба йўли билан топилган. Демак, бир моль (32 г) кислороднинг ҳажми нормал шароитда  $32 : 1,429 = 22,4$  л бўлади. Бир моль водороднинг, бир моль карбонат ангидриднинг, бир моль бошқа газнинг ҳажми ҳисобланганда ҳам худди шу сон чиқади.

Ҳар қандай газнинг бир грамм-молекуласи нормал шароитда 22,4 л ҳажмни эгаллайди.

Бу ҳажм газнинг грамм-молекуляр, бошқача айтганда, моляр ҳажми деб аталади.

Газнинг моляр ҳажмидан\* фойдаланиб, газсимон моддаларнинг молекуляр оғирлигини ҳисоблаб топиш осон. Бунинг учун, айни модданинг 22,4 литри газ ҳолатида ва нормал

\* Моляр ҳажмининг нормал шароитлардаги аниқ қиймати  $22,4139 \pm 0,0011$  л, (идеал газ учун), аммо амалий ҳисобларда моляр ҳажм, одатда, 22,4 л га тенг қилиб олинади.

шароитда неча грамм келишини ҳисоблаб чиқиш керак, холос. Топилган сон молекуляр оғирликни ифода этади.

*Мисол.* 0,7924 г хлор  $0^\circ \text{C}$  ва 760 мм симооб уст. босимида 250 мл ҳажми эгаллайди. Хлорнинг молекуляр оғирлиги нечага тенг?  
22,4 л (22 400 мл) хлор қанча келишини топамиз:

$$250 : 22400 = 0,7924 : x$$

$$x = \frac{22400 \cdot 0,7924}{250} = 71 \text{ г.}$$

Демак, хлорнинг молекуляр оғирлиги 71 га тенг.

Агар газнинг температураси ва босими нормал шароитдиган бошқачароқ бўлса, моляр ҳажмга асосланиб қилинадиган ҳисоблар, молекуляр оғирликларни газ зичлигига қараб қилинадиган ҳисоблар сингари бирмунча қийинлашади. Бундай вақтларда юқорида келтирилган (55- бетга қаралсин)

$$PV = \frac{P_0 V_0}{273} \cdot T \quad (1)$$

тенгламадан фойдаланишга тўғри келади.

Бу тенгламани дастлаб (1834 йилда) Клапейрон чиқарган эди. Тенгламадаги кўлайтирувчи  $\frac{P_0 V_0}{273}$  олинган газнинг массасига ҳам, унинг табиатига ҳам боғлиқдир; массалари бир хил бўлган ҳар хил газлар учун  $V_0$  нинг қиймати турлича бўлади.

Агар бу тенглама газнинг бир грамм-молекулага тенг миқдорига татбиқ этилса, кўпайтирувчи  $\frac{P_0 V_0}{273}$  барча газлар учун бир хил бўлган маълум бир қийматга эга бўлиб қолади, чунки ҳар қандай газнинг грамм-молекуласи нормал шароитда бир хил ҳажми эгаллайди. Бундай шароитда  $\frac{P_0 V_0}{273}$  катталики газларнинг универсал константаси деб аталади ва  $R$  ҳарфи билан белгиланади. 1876 йилда Д. И. Менделеев (1) тенгламага  $R$  белгисини киритиб, бир грамм-молекула газ учун қуйидаги тенгламани ҳосил қилди:

$$PV = RT \quad (2)$$

Бу тенглама ана шу кўринишда газ ҳолати тенгламаси деб аталади.



Газ константаси  $R$  нинг сон қиймати босим ва ҳажми қандай бирликлар билан ифода этишимизга боғлиқ. Агар  $P_0$  атмосфера билан,  $V_0$  литр билан ифодаланса,

$$R = \frac{P_0 V_0}{273} = \frac{1 \cdot 22,4}{273} = 0,082 \frac{\text{л. атм}}{\text{град. моль}}$$

ҳосил бўлади.

Босим билан ҳажми халқаро бирликлар системаси СИ бирликларида, яъни босимни квадрат метрга тўғри келадиган ньютонлар, ҳажми эса куб метрлар билан ифодаласак:

$$R = \frac{101325 \cdot 0,0224}{273} = 8,314 \frac{\text{н} \cdot \text{м}}{\text{град. моль}}$$

бўлиб чиқади.

Химиявий ҳисобларда босим, одатда, симоб устунининг миллиметр ҳисобида олинган баландлиги билан, ҳажм эса миллиметр билан ифодаланади. Бунда

$$R = \frac{760 \cdot 22400}{273} \approx 62\,400 \frac{\text{мл. мм симоб уст.}}{\text{град. моль}}$$

бўлади.

(2) тенглама газнинг бир грамм-молекуласига оид бўлганидан, газнинг молекуляр оғирлигини  $M$  билан белгилаб, бир грамм газ учун

$$PV = \frac{1}{M} \cdot RT \quad (3)$$

тенгламани,  $m$  грамм газ учун эса

$$PV = \frac{m}{M} \cdot RT \quad (4)$$

тенгламани ҳосил қиламиз.

Бу тенглама бирор миқдор газнинг оғирлиги, ҳажми, температураси ва босими маълум бўлса, унинг молекуляр оғирлигини ҳисоблаб топишга имкон беради.

*Мисол.* 0,78 г газ  $25^\circ \text{C}$  ва 745 мм симоб уст. босимида 304 мл ҳажмини эгаллайди. Газнинг молекуляр оғирлиги топилсин.

Масаланинг шартда кўрсатилган катталикларни (4) тенгламага қўйсақ ва  $R$  ни 62400 га тенг деб қабул қилсақ,

$$745 \cdot 304 = \frac{0,78}{M} \cdot 62400 (273 + 25)$$

$$M = \frac{0,78 \cdot 62400 \cdot 298}{745 \cdot 304} = 64$$

чиқади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, юқорида кўрсатилган усуллар билан топилган молекуляр оғирлик унча аниқ бўлмайди. Олинадиган натижаларнинг аниқлигига, тажрибада йўл қўйи-

ладиган хатолардан ташқари, реал газ ва бугларнинг Бойль-Мариотт ва Гей-Люссак қонунларига тўла бўйсунмаслиги ҳам таъсир этади. Молекуляр оғирликлар тегишли бирикмаларини синчиклаб анализ қилиш йўли билан бирмунча аниқроқ ҳисоблаб чиқарилади, бу ҳақда кейинроқ тўхтаб ўтилади.

17. Газнинг парциал босими. Газсимон моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлашда, кўпинча, сув устида йиғилган ва шунинг учун сув бугига тўйинган газнинг ҳажмини ўлчашга тўғри келади. Бу ҳолда газ босими аниқланар экан, сув бугининг парциал босимини эътиборга олиб, тузатиш киритиш зарур бўлади.

*Газлар аралашмаси кўрсатадиган умумий босимнинг бирор газ ҳиссасига тўғри келадиган қисми шу газнинг парциал босими деб аталади.*

Газнинг босими ўзгармас температурада ҳажм бирлигидаги газ молекулалари сонигагина боғлиқ бўлишни эслатиб ўтамиз. Шу сабабдан, бирор газ билан аралашган ва идишнинг ичида бир текис тарқалган ҳар қандай газ идишида ёлғиз ўзи бўлгандек босим кўрсатади. Аралаштирилишидан олдин 1 атм босим остида турган 250 мл водород ва шундай босим остида турган 750 мл азот сиғими 1 л бўлган бўш идишга солинди, дейлик. Агар шу идишга аввал водороднинг ёлғиз ўзи солинса, унинг ҳажми тўрт барабар кўпайгани учун, водороднинг босими ҳам тўрт марта камайиб  $\frac{1}{4}$  атм га тенг бўлиб қолади. Шундай кейин, идишга азот солингани билан, барнбир, водород молекулаларининг сони ўзгармайди, демак, унинг босими ҳам ўзгармай  $\frac{1}{4}$  атм га тенглигича қолаверади. Мана шу босим аралашмадаги водороднинг парциал босими бўлади.

Азот идишга солинганда унинг ҳажми ҳам, ўз навбатида, 750 мл дан 1000 мл га етиб, аралаштиришдан олдингига қараганда  $\frac{2}{3}$  марта кам босим кўрсатади. Бошқача айтганда, азотнинг парциал босими  $\frac{2}{3}$  атм бўлади. Демак, газлар аралашмасининг умумий босими, равшанки, 1 атм га, яъни айрим газлар парциал босимларининг йиғиндисига тенг бўлади. Шундай қилиб, *аралашмадаги газнинг парциал босими аралашма эгаллаган ҳажмда шў газнинг ёлғиз ўзи бўлганда кўрсатадиган босимига тенг.*

15° ва 780,8 мм симоб уст. босимда сув устига 570 мл нам газ йиғиб олдик, дейлик. 780,8 мм симоб уст. босими иккита катталик — газнинг парциал босими билан сувнинг тўйинган буги босими йиғиндисидан ташқил топади. Сувнинг тўйинган буги босими ҳар қайси температурада аниқ маълум катталikka эга бўлади, масалан, 15° да 12,8 мм симоб уст. босимига тенг бўлади. Демак, бу ҳолда газнинг парциал босими 780,8—12,8=768 мм га тенг. Газнинг ўлчанган ҳажмини нормал шароитдаги ҳажмига келтиришда формулага газ аралашмасининг умумий босимини (780,8 мм ни) эмас, балки газнинг парциал босимини (768 мм симоб уст. ни) киритишимиз керак:

$$V_0 = \frac{763 \cdot 570 \cdot 273}{760 (273 + 15)} = 546 \text{ мл.}$$

Агар газнинг намлиги эътиборга олинмаганда унинг ҳажми

$$V_0 = \frac{780,8 \cdot 570 \cdot 273}{760 (273 + 15)} = 555,1 \text{ мл}$$

бўлар эди.

Ҳато 9,1 мл га, яъни тахминан 1,5% га тенг, бундай хатога жуда тахминий ҳисоблардагина эътибор бермаслик мумкин.

18. Кинетик назария. Ҳозирги вақтда Авогадро қонунинг газлар кинетик назарияси деб аталадиган назариядан наза-

рий йўл билан чиқарилиши мумкин. Бу ерда Авогадро қонунининг газлар кинетик назариясидан чиқарилишини келтириб ўтирмай (бу — физика курси дарсликларининг ҳаммасида ҳам бор), газсимон моддаларнинг кўпгина хоссаларини жуда яхши изоҳлаб берадиган шу назариянинг моҳияти нимадан иборат эканлигини кўрсатиб ўтамиз, холос.

Газларнинг осон сиқилувчанлиги ажойиб хоссаларидан биридир. Ҳар қандай газ жуда кучли даражада сиқила олади. Масалан, одатдаги шароитда олинган кислороднинг ҳажми босим ёрдами билан 200 ва ундан ҳам кўп марта камайтирилиши мумкин. Бундан, газларнинг молекулалари бир-биридан анча нарида туради ва газни сиқар эканмиз, улар орасидаги бўшлиқни камайтирамиз, холос, деган хулоса келиб чиқади. Ҳисоблар шуни кўрсатадики, молекулаларнинг ҳажми газнинг нормал шароитда эгаллайдиган бутун ҳажмининг  $\frac{1}{4000}$  дан  $\frac{1}{1800}$  гача бўлган қисминигина ташкил этади.

Газнинг молекулалари доимо ҳаракатда бўлади; улар тўғри чизиқ бўйлаб ҳар томонга ҳаракат қилади. Диффузия ҳодисаси ва газларнинг мумкин қадар катта ҳажмин эгаллаш хоссаси молекулаларнинг ҳаракат қилишидан келиб чиқади.

Газ бирор идишга солиб қўйилса, унинг молекулалари ҳаракат вақтида доимо идиш деворларига урилиб, газ босимини ҳосил қилади.

Цилиндрдаги поршень остида маълум ҳажм газ бор, деб фараз қилайлик. Газ молекулалари ҳар томонга ҳаракат қилиб, цилиндр деворларига ва поршенга урилади. Молекулалар поршенга секундига 500 тадан урилади, деб фараз қилайлик. Агар поршень цилиндрнинг ярмисига қадар суриб қўйилса, молекулалар эгаллаб турган ҳажм (фазо) икки марта камайтирилган бўлади. Энди, ҳажм бирлигидаги молекулалар сони икки марта кўп бўлади; шунинг учун молекулалар поршенга ҳар секундда 500 та эмас, балки 1000 та урилади; демак, босим ҳам икки марта ортади. Агар ҳажм уч марта камайтирилганда эди, шу хилда фикр юргизиб, босим уч марта ортади, деган натижага келган бўлар эдик ва ҳоказо. Шундай қилиб, Бойль-Мариоттнинг тажриба асосида топилган қонуни ҳам тушунарли бўлиб қолади; бу қонунга мувофиқ газ массасининг ўзгармас температурадаги босими ўша газ эгаллаган ҳажмга тескари пропорционалдир.

Газ қиздирилганда молекулаларнинг ҳаракат тезлиги ортади, шу билан бирга, уларнинг кинетик энергияси ҳам ошади; молекулаларнинг кинетик энергияси масса билан тезлик квадратига кўпайтмасининг ярмига тенг. Шунинг учун, моле-

кулалар идиш деворларига кучлироқ урилади ва газнинг босими ортади.

Кинетик назариянинг асосий хулосаларидан бирида, *барча газларнинг молекулалари бир хил температурада бир хил ўртача кинетик энергияга эга бўлади*, дейилади. Бунинг маъноси шуки, молекуланинг массаси ўзгариши билан унинг тезлиги ўзгаради, бунда масса билан тезлик квадрати орасидаги кўпайтма ўзгармай қолади. Шу сабабдан *газнинг шу газ молекулалари урилишидан ҳосил бўладиган босими айтилган температурада ҳажм бирлигидаги газ молекулаларининг сонисигагина боғлиқ, лекин молекулаларнинг массасига, яъни газнинг табиатига боғлиқ эмас*.

Икки хил газ молекулаларининг массалари  $m_1$  ва  $m_2$  билан, уларнинг ўртача тезликлари эса  $v_1$  ва  $v_2$  билан белгиланса, юқорида айтилганларга асосланиб, қуйидаги тенгламани ёзиш мумкин:

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} \quad (1)$$

бундан:

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}, \quad (2)$$

яъни *молекулаларнинг ўртача тезликлари молекуляр оғирликларининг квадрат илдизларига тескари пропорционалдир*.

Кинетик назария молекулалар ҳаракатининг ўртача тезлигини ҳисоблаб топишга имкон беради. Бу тезлик жуда катта бўлиб, турли газларда турличадир. Масалан,  $0^\circ\text{C}$  да водород молекуласи ўрта ҳисобда  $1695 \text{ м/сек}$  тезлик билан, кислород молекуласи эса  $430 \text{ м/сек}$  тезлик билан ҳаракат қилади ва ҳоказо.

**19. Атом оғирликларни аниқлаш.** Элементларнинг водород билан ҳосил қилган турли бирикмалари анализи асосида атом оғирликларни топишга дастлаб уриниб кўрган олим Дальтон эди. Бироқ элементнинг атом оғирлигини анализ маълумотлари асосида ҳисоблаб топиш учун, анализ қилинаётган бирикма молекуласидаги ҳар қайси элемент атомларининг сонини билиш керак эди. Дальтонга ана шу сонлар номаълум эди, шу сабабдан, Дальтон ҳисоблаб топган атом оғирликларининг кўпчилиги кейинчалик нотўғри бўлиб чиқди.

1811 йилда Авогадро ҳажмлари ўзаро тенг бўлган газлардаги молекулалар сони тенг бўлади деган гипотезани баён қилди ва, шу билан бир вақтда, оддий газлар молекула-

ларининг атом таркибини аниқлаш методини ҳам кўрсатиб берди. Водород, кислород, азот ва хлор иштирок этадиган реакциялардаги ҳажмий нисбатларни текшириш йўли билан бу газлар молекулаларининг икки атомли эканлиги аниқланди. Демак, бу газлардан исталганининг молекуляр оғирлиги топилиб, иккига бўлинса, шу элементнинг атом оғирлиги чиқади. Масалан, хлорнинг молекуляр оғирлигини аниқлаш унинг 71 га тенг эканлигини кўрсатди, бундан хлорнинг атом оғирлиги  $\frac{71}{2} = 35,5$  бўлиб чиқди.

Атом оғирликларни аниқлашнинг анча кенг расм бўлган бошқа методини 1858 йилда Қанниццаро таклиф этди. Бу методдан фойдаланганда атом оғирлиги аниқланадиган элементнинг газсимон ёки осон буғланувчан бирикмаларидан мумкин қадар кўпроги олиниб, аввал, уларнинг буғи зичлигини ўлчаш асосида молекуляр оғирликлари топилади. Сўнгра, ўша бирикмаларни анализ қилиш натижалари асосида, текширилган бирикмалардан ҳар бирининг молекуласида шу элементнинг улушига неча оғирлик бирлиги тўғри келиши ҳисоблаб топилади. Шу йўл билан топилган соъларнинг энг ичинчи изланган атом оғирлиги деб қабул қилинади.

Бу методни углероднинг атом оғирлигини аниқлаш мисолида тушунтириб берамиз. 1- жадвалда углероднинг бир нечта бирикмаларининг молекуляр оғирликлари ва шу бирикмаларнинг ҳар қайсисида неча процент углерод борлиги кўрсатилган. Жадвалнинг охири графасида ҳар бир бирикма молекуласидаги углероднинг процент таркибига қараб ҳисоблаб топилган миқдори кўрсатилган.

1- жадвал

Углеродли бир нечта бирикмаларнинг молекуляр оғирликлари ва углероднинг ўша бирикмалардаги процент миқдори

Бирикма	Молекуляр оғирлиги	Углерод миқдори, процент ҳисобида	Бир молекуладаги углерод миқдори, углерод бирликлари ҳисобида
Қарбонат ангидрид . . . . .	44	27,27	12
Углерод (II)-оксид . . . . .	28	42,86	12
Ацетилен . . . . .	26	92,31	24
Углерод сульфид . . . . .	76	15,79	12
Бензол . . . . .	78	92,31	72
Этил эфир . . . . .	74	64,86	48
Ацетон . . . . .	58	62,07	36
Нафталин . . . . .	128	93,75	120

1-жадвалда келтирилган бирикмалар молекулаларидаги углероднинг энг кам оғирлик миқдори 12 га тенг. Демак, углероднинг атом оғирлиги 12 дан ортиқ (масалан, 24 ёки 36 га тенг) бўла олмайди. Акс ҳолда, карбонат ангидрид, углерод (II)-оксид ва углерод сульфид молекулаларининг таркибига углерод атомининг касрли қисмлари киради, деб қабул қилишга тўғри келар эди. Иккинчи томондан, углероднинг атом оғирлигини 12 дан кам бўлади дейишга ҳам асос йўқ. Углерод элементи ўзининг бизга маълум бўлган бирикмаларидан бирортасида ҳам ўн икки углерод бирлигидан кам бўлмайди. Бу миқдор, бўлинмасдан, химиявий реакцияларда бир молекуладан иккинчи молекулага ўтади. Углероднинг бошқа ҳамма бирикмалардаги миқдори ўн иккидан бутун сон марта ортиқ бўлади. Демак, углероднинг атом оғирлиги 12 га тенг.

Атом оғирликини юқорида кўрсатилгандек йўл билан аниқлаш усулининг битта камчилиги бор. Бу усул билан топилган атом оғирликининг тўғри бўлиши мазкур элементнинг текшириш учун олинган бирикмалари сонига боғлиқ. Текширилган бирикмаларнинг сони қанча кўп бўлса молекуласидаги атом оғирлик топилган атом оғирликининг улушига тенг бўлган бошқа бир бирикма чиқиб қолиш эҳтимоли шунча кам бўлади. Бундан ташқари, Канинцаро методи газсимон ёки газ ҳолатига осон ўтувчи бирикмалар ҳосил қиладиган элементларнинггина атом оғирлигини топишга имкон беради. Металлларнинг кўпчилиги эса бундай бирикмалар ҳосил қилмайди. Шу сабабдан металлларнинг атом оғирлигини топиш учун ўз вақтида, бошқа методдан фойдаланилган; бу метод элементнинг атом оғирлиги билан шу элементга мувофиқ келадиган оддий қаттиқ модданинг солиштирма иссиқлик сифими орасидаги боғланишга асосланади.

1819 йилда француз олимлари Дюлонг ва Пти турли металлларнинг иссиқлик сифимини текшириб кўриб, қаттиқ ҳолатдаги оддий модда солиштирма иссиқлик сифимининг шу оддий моддага тегишли элемент атом оғирлигига кўпайтмаси кўпчилик элементларда тахминан бир хил бўлиб, ўрта ҳисоб билан 6,3 га тенг эканлигини топдилар. Бу кўпайтма 1 грамм-атом элементни 1° қиздириш учун зарур иссиқлик миқдори бўлганлигидан, у, атом иссиқлик сифими деб аталади. Шу қонуният Дюлонг ва Пти қондаси деб аталадиган бўлди.

Элементларнинг атом иссиқлик сифими тахминан 6,3 кал/г = атом.град.га тенг. 2-жадвал бу қондани яққол кўрсатиб беради.

2-жадвал

Баъзи элементларнинг иссиқлик сифимлари

Элемент	Атом оғирлиги	Солиштирма иссиқлик сифими кал/г град ҳисобида	Атом иссиқлик сифими кал/г атом-град ҳисобида
Магний . . . . .	24,31	0,235	6,1
Олтингурут . . . . .	32,06	0,176	5,6
Темир . . . . .	55,85	0,107	6,0
Мис . . . . .	63,54	0,092	5,9
Рух . . . . .	65,37	0,091	6,1
Қалай . . . . .	118,69	0,053	6,4
Йод . . . . .	126,90	0,052	6,6
Олтин . . . . .	196,97	0,031	6,0
Қўроғшин . . . . .	207,19	0,031	6,3

Дюлонг ва Пти қондасидан, 6,3 ни оддий модданинг солиштирма иссиқлик сифимига бўлиш йўли билан айти элемент атом оғирлигининг тақрибий қийматини топиш мумкин, деган хулоса келиб чиқади; оддий модданинг солиштирма иссиқлик сифимини эса тажриба йўли билан топиш осон.

Атом оғирликларини аниқлашнинг юқорида кўриб чиқилган методлари жуда аниқ натижалар бермайди, чунки биринчи томондан, молекуляр оғирликни буғ зичлигига қараб топишнинг аниқлиги ахён-ахёнда 1% дан ошади; иккинчи томондан Дюлонг ва Пти қондаси атом оғирликнинг тақрибий қийматинингга топишга имкон беради. Аммо бу методларнинг бири билан топилган атом оғирликни шу элементнинг эквивалентига солиштириб кўриш йўли билан тўғрилаш (яъни атом оғирликнинг аниқ қийматини топиш) қийин эмас.

Турли бирикмаларнинг анализига асосланиб, элементларнинг эквивалентларини жуда аниқ ҳисоблаб чиқариш мумкин. Элементнинг эквиваленти билан атом оғирлиги орасида муайян муносабат бўлади, яъни элементнинг атом оғирлиги шу элементнинг эквивалентига ҳамма вақт каррала катталикидир, бошқача айтганда элементнинг атом оғирлиги унинг эквивалентига тенг ёки эквивалентидан бутун сон марта катта бўлади. Бу муносабат атом назарияси ва «эквивалент» тушунчаси таърифидан бевосита келиб чиқади. Дарҳақиқат, элементнинг атоми 1,00797 углерод бирлигига тенг келадиган битта водород атомини бириктира олса ёки унинг ўрнини боса олса, у вақтда, элементнинг эквиваленти шу элементнинг атом оғирлигига тенг бўлиши керак. Башарти, элементнинг атоми водороднинг икки ва ундан кўпроқ атомини

бириктириб олса, унинг атом оғирлиги эквивалентига энди тенг бўлмайди; лекин элементнинг эквиваленти унинг атом оғирлигидан ҳамма вақт бутун сон марта кичик бўлади. Масалан, кислороднинг эквиваленти (8) кислород атом оғирлигининг ярмига тенг, чунки кислород атоми водороднинг икки атомини бириктириб олади, демак, 1 оғирлик қисм водородга  $\frac{16}{2}$  оғирлик қисм кислород тўғри келади. Алюминий атоми водороднинг учта атоми ўрнини боса олади, алюминийнинг эквиваленти алюминий атом оғирлигининг  $\frac{1}{3}$  қисмига тенг ва ҳоказо.

Шундай қилиб, элементнинг эквивалентини топиш учун унинг атом оғирлигини шу элементнинг атоми бириктириб ола оладиган ёки ўрнини боса оладиган водород атомларининг сонига бўлиш керак. Бундай сон элементлигини ифода этганлигидан, элементнинг эквиваленти валентлигига бўлинган атом оғирлигига баравар:

$$\text{эквивалент} = \frac{\text{атом оғирлик}}{\text{валентлик}}$$

Агар элементнинг тақрибий атом оғирлиги ва эквиваленти маълум бўлса, бу муносабатдан фойдаланиб, элемент атом оғирлигининг аниқ қийматини топиш қийин эмас. Бунинг учун, аввал элементнинг тақрибий атом оғирлигини эквивалентига бўлиш йўли билан унинг валентлигини топиш керак. Валентлик ҳамма вақт бутун сон билан ифода этилади, шунга кўра топилган сон ўзига энг яқин бўлган бутун сонгача яхлитланади. Сўнгра эквивалентни валентликка кўпайтириш йўли билан атом оғирликнинг аниқ қиймати топилади.

*Мисол.* Индийнинг эквиваленти 38,273 га тенг; бу элементнинг солиштирма иссиклик сифми 0,053 кал/г. град. Индийнинг аниқ атом оғирлиги топилсин.

Аввал Дюлонг ва Пти қондасига асосланиб, индийнинг тақрибий атом оғирлигини топамиз:

$$6,3:0,053 = 118,9.$$

Сўнгра индийнинг тақрибий атом оғирлигини эквивалентига бўлиш йўли билан валентлигини топамиз:

$$118,9:38,273 = 3,1 \text{ ёки, яхлитланса, } 3.$$

Индийнинг эквивалентини валентлигига кўпайтириш йўли билан аниқ атом оғирлигини топамиз:

$$38,273 \cdot 3 = 114,82.$$

Атом оғирликларни аниқлашда юқорида баён этилган методлардан ташқари, бошқа методлар ҳам қўлланилади. Бу методларнинг баъзилари тўғрисида кейинги бобларда сўзлаб ўтилади.



20. Химиявий символика. Химиявий элементларнинг ҳозирги вақтда расм бўлган символларини (белгиларини) фақат 1813 йилда Берцелиус киритган эди. Берцелиуснинг таклифига мувофиқ, элементлар латинча номларининг бош ҳарфи билан белгиланади. Масалан, кислород (Oxygenium) O ҳарфи билан, олтингугурт (Sulfur) S ҳарфи билан, водород (Hydrogenium) H ҳарфи билан белгиланади. Бир неча элементнинг номи бир хил ҳарф билан бошланадиган бўлса, бош ҳарфга ундан кейинги ҳарфларнинг бири қўшиб ёзилади. Масалан, углерод (Carbonium) нинг белгиси C, кальций (Calcium) нинг белгиси — Ca, мис (Cuprum) нинг белгиси — Cu ва ҳоказо.

Химиявий белгилар элементларнинг қисқартирилган номларигина бўлиб қолмай, миқдор жиҳатидан ҳам маълум аҳамиятга эгадир. Ҳар бир белги ё элементнинг бир атомини, ёки унинг атом оғирлигига сон жиҳатидан тенг бўлган оғирлик миқдорини билдиради. Масалан, C белгиси углероднинг ё бир атомини ёки 12 оғирлик қисмини билдирса, O белгиси кислороднинг ё бир атомини, ёки 16 оғирлик қисмини ифода қилади, Cl белгиси эса хлорнинг ё бир атомини, ёки 35,5 оғирлик қисмини билдиради ва ҳоказо.

Химиявий белгилар бир-бирига тенглаштирилиб, мураккаб моддаларнинг химиявий формулалари ҳосил қилинади. Элементнинг белгиси унинг атомини кўрсатгани каби, модданинг формуласи ё унинг битта молекуласи ёки модданинг молекуляр оғирлигига сон жиҳатидан тенг бўлган оғирлик миқдорини кўрсатади. Масалан,  $H_2O$  формуласи сувнинг ё бир молекуласини, ёки 18 оғирлик қисмини билдиради.

Оддий моддалар ҳам формулалар билан ифодаланади, бу формулалар оддий модда молекуласининг неча атомдан тузилганлигини кўрсатади. Масалан, водороднинг формуласи  $H_2$  дир. Агар оддий модда молекуласининг атом таркиби (неча атомдан тузилганлиги) номаълум бўлса, бу модда энг оддий формула билан, яъни тўғридан-тўғри, элементнинг белгиси билан кўрсатилади.

Демак, элементларнинг белгилари ва моддаларнинг формулалари химияда икки хил маънода: 1) атом ёки молекуларни белгилаш учун ва 2) атом ёки молекуляр оғирликларга тенг бўлган оғирлик миқдорларини белгилаш учун ишлатилади. Реакцияларни химиявий тенгламалар билан ифода этишда белги ва формулаларни реакцияга киришадиган моддаларнинг атом ва молекуларлари деб тушунсак, ҳар турли химиявий ҳисоблар қилишда эса уларни атом ва молекуляр оғирликларга пропорционал бўлган оғирлик миқдорлар (одатда грамм-атом ва грамм-молекуларлар) деб тушунамиз.

21. Химиявий формулалар чиқариш. Мураккаб модда формуласини чиқариш учун, аввало, шу модда қандай элементлардан тузилганлигини ва бу элементлар бир-бири билан қандай оғирлик нисбатларда бирикканлигини анализ йўли билан аниқлаб олиш лозим. Мураккаб модда таркиби, одатда, процент билан ифодаланади, лекин унинг таркибини шу моддани ҳосил қилувчи элементларнинг оғирлик миқдорлари орасидаги нисбатни кўрсатувчи бошқа ҳар қандай сон билан ҳам ифода этиш мумкин. Масалан, 52,93% алюминий ва 47,07% кислороддан иборат алюминий оксидда алюминий билан кислород 9:8 оғирлик нисбатида бириккан, яъни 9 оғирлик қисм алюминийга 8 оғирлик қисм кислород тўғри келади десак, алюминий оксиднинг таркиби тўла ва аниқ ифодаланган бўлади. Равшанки, 9:8 нисбати 52,93:47,07 нисбатига баравар бўлиши керак.

Мураккаб модданинг оғирлик таркиби ва унинг ташкил қилган элементларнинг атом оғирликларни маълум бўлса, олинган модда молекуласидаги ҳар қайси элемент атомларининг нисбий сонларини топиш ва шу тариқа ўша модданинг энг оддий формуласини чиқариш қийин эмас.

Масалан, 36% кальций ва 64% хлордан иборат кальций хлорид формуласини чиқариш зарур бўлсин. Кальцийнинг атом оғирлиги 40, хлорнинг атом оғирлиги 35,5.

Кальций хлорид молекуласидаги кальций атомларининг сонини  $x$  билан, хлор атомларининг сонини эса  $y$  билан белгилаймиз. Кальций атомининг оғирлиги 40 кислород бирлигига, хлор атомининг оғирлиги эса 35,5 кислород бирлигига тенг бўлганлигидан, кальций хлорид молекуласининг таркибига кирувчи кальций атомларининг умумий оғирлиги  $40x$  га, хлор атомларининг оғирлиги эса  $35,5y$  га тенг бўлади. Демак, бу оғирликларнинг нисбати кальций хлориднинг ҳар қандай миқдоридаги кальций билан хлор оғирлик миқдорлари ўртасидаги нисбатга тенг бўлади. Аммо кальцийнинг хлорга нисбати 36:64 га тенг.

Иккала нисбатни бараварлаштирак,

$$40x : 35,5y = 36 : 64$$

ҳосил бўлади.

Пропорциянинг биринчи ҳадларини 40 га, иккинчи ҳадларини эса 35,5 га бўлиш йўли билан  $x$  ва  $y$  номаълум сонлар ёнидаги коэффицентларни йўқотамиз:

$$x : y = \frac{36}{40} : \frac{64}{35,5} = 0,9 : 1,8.$$

0,9 ва 1,8 сонлари кальций хлорид молекуласидаги атомларининг нисбий сонларини ифодалайди. Лекин улар касрли

сонлардир, ҳолбуки, молекуладаги атомлар сони бутун сонгагина тенг бўлиши лозим;  $x:y$  нисбатини иккита бутун сон билан ифода этиш учун, иккинчи нисбатнинг иккала ҳадини уларнинг энг кичигига бўламиз. У вақтда

$$x : y = 1 : 2$$

ҳосил бўлади.

Демак, кальций хлорид молекуласида кальцийнинг бир атомига хлорнинг икки атоми тўғри келади,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}_2\text{Cl}_4$ ,  $\text{Ca}_3\text{Cl}_6$  каби бир қанча формулалар ана шу шартни қониқтиради. Бизда шу формулаларнинг қайси бири кальций хлорид молекуласининг чинакам атом таркибига мос келишини кўрсатадиган бирорта ҳам далил йўқ, шу сабабдан, биз уларнинг энг оддийснни, яъни  $\text{CaCl}_2$  ни оламиз, бу формула кальций хлорид молекуласида бўла оладиган атомларнинг энг кам сонини кўрсатади.

Бироқ модданинг оғирлик миқдори билан бирга, унинг молекуляр оғирлиги (молекуласининг массаси) ҳам маълум бўлса, формулани ихтиёрий суратда танлашга ўрин қолмайди. Бундай ҳолда молекуланing ҳақиқий таркибини ифода қилувчи формулани чиқариш қийин бўлмайди.

Мисол келтираемиз.

Глюкозада 4,5 оғирлик қисм углеродга 0,75 оғирлик қисм водород ва 6 оғирлик қисм кислород тўғри келиши анализ йўли билан аниқланган. Унинг молекуляр оғирлиги 180 га тенг. Глюкозанинг формуласини чиқариш керак.

Аввалги мисолдагидек, дастлаб глюкоза молекуласидаги углерод (атом оғирлиги 12), водород ва кислород атомларининг сонлари орасидаги нисбатларни топамиз. Углерод атомлари сонини  $x$  билан, водород атомлари сонини  $y$  билан ва кислород атомлари сонини  $z$  билан белгилаб, қуйидаги пропорцияни тузамиз:

$$12x : y : 16z = 4,5 : 0,75 : 6,$$

бундан

$$x : y : z = \frac{4,5}{12} : \frac{0,75}{1} : \frac{6}{16} = 0,375 : 0,75 : 0,375$$

бўлади.

Тенгликнинг иккинчи ярмидаги учала ҳаднинг ҳар қайси-сини 0,375 га бўлсак,

$$x : y : z = 1 : 2 : 1$$

ҳосил бўлади.

Демак, глюкозанинг энг оддий формуласи  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  экан. Аммо молекуляр оғирлик шу формулага қараб ҳисобланганига бўлса, у 30 га тенг бўлиб қолар эди, ҳолбуки глюкозанинг

ҳақиқий молекуляр оғирлиги 180, яъни олти марта ортиқ. Демак, глюкозанинг формуласи  $C_6H_{12}O_6$  бўлиши керак.

Анализ маълумотларидан ташқари, яна молекуляр оғирликни аниқлашга асосланган ва модда молекуласидаги атомларнинг ҳақиқий сонларини кўрсатадиган формулалар ҳақиқий ёки молекуляр формулалар деб аталади, фақат анализ маълумотлари асосидагина чиқарилган формула энг оддий формула ёки эмпирик формула дейилади.

Химиявий формулалар чиқариш йўллари билан танишиб чиқдик, энди аниқ молекуляр оғирликлар қай тариқа топилишини тушуниш қийин эмас. Молекуляр оғирликларни топиш учун қўлланиладиган методлар, кўпинча, унча аниқ натижалар бермаслигини юқорида айтиб ўтган эдик. Аммо модданинг лоақал тақрибий молекуляр оғирлиги билан процент таркибини билсак, модда молекуласининг атом таркибини ифода этадиган формуласини топишимиз мумкин. Молекула массаси шу молекулани ҳосил этган атомлар массаларининг йиғиндисига тенг бўлганидан, молекула таркибига кирувчи атомлар массаларини қўшсак, молекуланинг углевод бирликлари билан ифодаланган оғирлиги, яъни модданинг молекуляр оғирлиги чиқади. Шу тариқа топилган молекуляр оғирлик худди атом оғирликдек аниқ бўлади.

Элементларнинг валентлиги тушунчасидан фойдаланилса, химиявий бирикма формуласини топиш кўп ҳолларда анча осонлашади.

Элемент атомларининг бошқа элемент атомларидан маълум миқдорини бириктириб олиш ёки уларнинг ўрнини олиш хоссаси элементнинг валентлиги деб аталишини эслатиб ўтамиз.

*Элементнинг валентлиги айни элемент атоми водороднинг (ёки бир валентли бошқа элементнинг) неча атомини бириктириб олишини ёки унинг ўрнини олишини кўрсатувчи сон билан белгиланади.*

Ҳозирги замон химиясидаги «валентлик» тушунчасининг бирмунча чуқур маъноси V бобда айтиб ўтилади.

Валентлик тушунчаси айрим атомларгагина эмас, балки химиявий бирикмалар таркибига кириб, химиявий реакцияларда худди яхлит бир компонентдек иштирок этадиган ва бир неча атомлардан иборат бўладиган группаларга ҳам татбиқ этилади. Бир неча атомлардан иборат ана шундай группалар радикаллар деб аталади. Анорганик химияда энг муҳим радикаллар қаторига: 1) сув қолдиги, бошқача айтганда, гидроксил OH; 2) кислота қолдиқлари; 3) асос қолдиқлари киради.

Агар сув молекуласидан битта водород атоми тортиб олинса, сув қолдиги, яъни гидроксил ҳосил бўлади. Сув молекуласида гидроксил битта водород атоми билан боғланган, демак, ОН группаси бир валентлидир.

Кислота молекуласидаги ўрнини металл оладиган бир ёки бир неча водород атоми кислота молекуласидан фикран тортиб олингандан кейин «қоладиган» атомлар группаси (баъзан эса биргина атом) кислота қолдиги деб аталади. Кислота қолдигининг валентлиги, тортиб олинган водород атомларининг сонига тенгдир. Масалан, сульфат кислота иккита кислота қолдиги беради, булардан бири икки валентли  $\text{SO}_4$  бўлса, иккинчиси ҳар хил гидротузлар таркибига кирадиган бир валентли  $\text{HSO}_4$  дир. Фосфат кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  учта кислота қолдиги, яъни уч валентли  $\text{PO}_4$ , икки валентли  $\text{HPO}_4$ , бир валентли  $\text{H}_2\text{PO}_4$  кислота қолдиги бера олади ва ҳоказо.

Асос молекулаларидан битта ёки бир неча гидроксил фикран тортиб олингандан кейин «қоладиган» атомлар ёки атомлар группаси асос қолдиқлари деб аталади. Масалан,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  молекуласидан гидроксилларни бирма-бир тортиб олсак  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeOH}$  ва  $\text{Fe}$  каби асос қолдиқлари ҳосил бўлади. Уларнинг валентлиги тортиб олинган гидроксил группаларнинг сони билан белгиланади:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  — бир валентли;  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  — икки валентли;  $\text{Fe}$  — уч валентлидир.

Таркибда гидроксил группалар бўладиган асос қолдиқлари гидроксиди тузлар таркибига киради. Гидроксиди тузларни гидроксилларидан бир қисмининг ўрнини кислота қолдиқлари олган асослар деб қараш мумкин. Масалан,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  даги икки гидроксил ўрнини кислота қолдиги  $\text{SO}_4$  олса,  $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{SO}_4$  таркибли гидроксиди туз ҳосил бўлади,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  даги битта гидроксил ўрнини кислота қолдиги  $\text{NO}_3$  олса,  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$  таркибли гидроксиди туз ҳосил бўлади ва ҳоказо.

Айрим элемент ва радикалларнинг валентликларини билиш кўпдан-кўп химиявий бирикмаларнинг формуласини тезгина тузишга имкон беради ва химикни уларнинг формуласини ёдлаб олиш заруриятидан озод қилади.

Оксидлар, асослар ва нормал тузларнинг формулаларини тузиш йўллари бошланғич химия курсидан маълум бўлгани учун, биз бу ерда фақат нордон ва гидроксиди тузларнинг формулаларини тузишга мисоллар келтириш билангина kifояланамиз.

*1- мисол.* Карбонат кислотанинг нордон тузи — кальций гидрокарбонатнинг формуласи тузилсин.

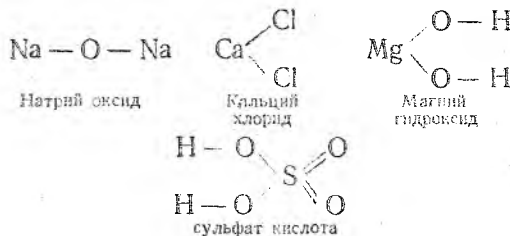
Бу туз таркибда кальций атомлари билан бир валентли кислота қолдиқлари  $\text{HCO}_3$  бўлиши керак. Кальций икки валентли бўлганидан, кальцийнинг

бир атомга кислота қолдиғидан иккита олиши лозим. Демак, тузнинг формуласи  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  бўлади.

2-мисол. Карбонат кислотанинг мисли гидроксиди тузи — мис (II)-гидрокарбонатининг формуласи тузилсин.

Бу туз бир валентли асос қолдиқлари  $\text{CuOH}$  билан икки валентли кислота қолдиқлари  $\text{CO}_3$  дан иборат бўлиши керак. Шу сабабдан тузнинг формуласи  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  ёки  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  бўлади.

Агар молекулалар таркиби структура формулалар билан ифодаланса, формулаларни валентликка қараб тузиш қондаси жуда яққол кўринади. Қуйидагилар баъзи оддий бирикмаларнинг структура формулаларидир:



Структура формулалар фақат бирикманинг молекуласи қандай атомлардан тузилганлигини эмас, балки бу атомлар молекулада бир-бири билан қандай боғланганини ҳам кўрсатади. Кўп ҳолларда бу формулалар бирикманинг бирор хос-саси сабабини тушунтиришга, уни ҳосил қилган атомларнинг валентлигини ва ҳоказоларни билишга имкон беради. Органик моддалар, кўпинча, ниҳоятда мураккаб молекулалардан тузилган бўлади, шунинг учун структура формулалар органик химияда айниқса катта роль ўйнайди.

**22. Формулалар бўйича ҳисоблаш.** Модданинг бир неча ҳарф ва рақамдан тузилган химиявий формуласидан химик жуда муҳим маълумотлар олади. Химиявий формула, аввало, айни модданинг қандай элементлардан тузилганини ва унинг молекуласида ҳар қайси элементнинг неча атоми борлигини кўрсатади. Бундан ташқари, химиявий формула маълум моддани характерловчи бир қанча қийматларни ҳисоблаб топишга ҳам имкон беради. Ана шундай ҳисоблашлардан энг муҳимларини кўрсатиб ўтамиз.

1. **Модданинг молекуляр оғирлиги.** Модданинг молекуляр оғирлиги модда молекуласини ташкил қилувчи атомлар оғирлигининг йиғиндисига тенг бўлиб, шу молекула формуласидан ҳисоблаб топилади. Ана шундай йўл билан топилган молекуляр оғирлик қийматининг қанчалик аниқ бўлиши бундан аввалги параграфда айтиб ўтилган эди.

2. **Мураккаб модданинг оғирлик таркиби.** Ҳар қандай модданинг таркиби ундаги элементларнинг мас-

салари орасидаги нисбат билан ифодаланиши мумкин. Ана шу нисбат модданинг формуласидан бевосита келиб чиқади. Масалан, содада икки атом натрийга бир атом углерод ва уч атом кислород туғри келиши унинг формуласи  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  дан яққол кўриниб турибди. Натрийнинг атом оғирлиги 23, углероднинг атом оғирлиги 12 ва кислороднинг атом оғирлиги 16 бўлганидан, бу элементларнинг массалари орасидаги нисбат соданинг ҳар қандай миқдориди ҳам

$$23 \cdot 2 : 12 : 16 \cdot 3 = 46 : 12 : 48$$

га тенг бўлиши лозим.

Маълум моддадаги ҳар қайси элементнинг процент миқдорини ҳам формула бўйича осонгина ҳисоблаб чиқариш мумкин.

3. Газ ҳолатидаги модданинг зичлиги. Бу зичлик

$$d = \frac{M}{M_1}$$

формуласи бўйича ҳисобланади,

бунда  $d$  — модданинг зичлиги,

$M$  — унинг молекуляр оғирлиги ва

$M_1$  — модданинг зичлиги қайси газга нисбатан аниқланадиган бўлса, уша газнинг молекуляр оғирлиги.

4.  $0^\circ\text{C}$  ва 760 мм симоб уст. босимдаги 1 л газнинг оғирлиги. Ҳар қандай газнинг бир грамм-молекуласи нормал шароитда 22,4 л ҳажми эгаллайди, демак, шундай шароитда 1 л газнинг массаси ( $m$ ) газ молекуляр оғирлиги ( $M$ )нинг 22,4 га бўлинганига тенгдир.

$$m = \frac{M}{22,4}$$

5. Ҳар қандай миқдордаги газ эгаллаган ҳажм. Агар газ  $0^\circ\text{C}$  ва 760 мм симоб уст. босимда олинган бўлса, унинг ҳажмини грамм-молекуляр ҳажмга қараб ҳисоблаш жуда осондир.

Агар газ бошқа босим ва бошқа температурада бўлса, унинг ҳажми

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

тенглама бўйича ҳисоблаб топилади. Бу ерда  $m$  — газ массаси.

Худди шундай шароитдаги ҳар қандай газнинг ҳажмини ҳам ана шу тенглама бўйича ҳисоблаб топиш қийин эмас.

23. Химиявий тенгламалар ва тенгламалар бўйича ҳисоблаш. Атом-молекуляр назарияга мувофиқ, ҳар қандай химия-

вий реакция бир модда молекулаларининг бошқа модда молекулаларига айланишидан иборатдир; бунда реакцияга киришган моддалар молекулаларида қайси атомлар бўлса, ҳосил бўлган моддаларининг молекулаларида ҳам ўша атомлар бўлади. Реакцияга киришадиган моддалар билан реакция натижасида ҳосил бўладиган моддалар молекулаларининг таркиби маълум бўлса, ҳар қандай реакцияни ҳам химиявий тенглама билан ифодалай оламиз.

Химиявий тенглама — реакциянинг химиявий формулалар ёрдами билан берилган қисқача ёзувидир. Бундай тенгламада тенглик аломатининг чап томонига реакция учун олинган моддаларининг формулалари ёзилса, унинг ўнг томонига реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотларининг формулалари ёзилади. Реакция бўлганда атомларнинг умумий сони ўзгармай қолади, шунинг учун тўғри тузилган тенгламада тенглик аломатининг чап ва ўнг томонидаги ҳар бир элемент атомларининг сони бир хил бўлиши керак.

Реакциянинг тенгламасини тузиш учун, қайси моддалар реакцияга киришини ва реакция натижасида қайси моддалар ҳосил бўлишини аниқ билиш керак. Химиявий тенглама экспериментал йўл билан аниқланган фактларнинг ифодасидир. Тенгламанинг чап томонига реакция учун олинган модда молекулаларининг формулаларини ёзгандан кейин шу формулалардан ҳар қандай янги модда молекулаларининг формулаларини тузиб, уларни тенгламанинг ўнг томонига ёзавериш ярамайди.

Бир-бирига ўхшаш реакциялар яхши ўрганиб чиқилган бўлса, олинган моддаларнинг ўзаро таъсир этиши натижасида қандай маҳсулотлар ҳосил бўлишини олдиндан билиш мумкин. Масалан, кислота билан ишқор ёки металл оксиди ўзаро таъсир этганда ҳамма вақт туз билан сув ҳосил бўлиши ва кислота тузга таъсир эттирилганда, одатда, янги туз билан янги кислота ҳосил бўлиши маълум ва ҳоказо. Бироқ бундай ҳолларда ҳам қутилмаган натижа чиқиши мумкин. Масалан, хлорид кислота ва суолтирилган сульфат кислота кўпгина металлларга таъсир эттирилганда водород ажралиб чиқади ва олинган металлларнинг тузлари ҳосил бўлади, масалан:



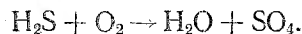
Башарти биз, шунга асосланиб, нитрат кислотанинг рухга таъсир этиш реакцияси учун юқоридагига ўхшаш тенглама тузганимизда эди, қўпол хато қилган бўлар эдик, чунки нитрат кислота металлларга таъсир эттирилганда, одатда, водород ажралиб чиқмайди. Бу мисол «қиёс қилиб» хулосалар чиқ



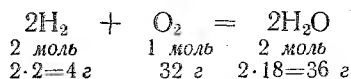
қариш доимо тўғри бўлавермаслигини кўрсатади, демак, бундай усулдан имкони борича қочиш керак.

Тенгламалар тузишда ҳамма вақт шуни эсда тутиш зарурки, тенгликнинг чап ва ўнг қисмидаги атомлар сонини бараварлаштиришда модда формуласини ўзгартира олмай-миз. Уларни тўғри коэффициентлар танлаш йўли билангина бараварлаштириш мумкин.

Баъзан реакциянинг тўла тенгламаси ўрнига қайси моддалар реакцияга киришувини ва реакция натижасида қайси моддалар ҳосил бўлишини кўрсатувчи реакция схемасигина берилади. Бундай ҳолларда тенглик аломати ўрнига реакцияда ҳосил бўладиган моддалар формуласи томонига қараган стрелка қўйилади. Масалан, водород сульфиднинг ёниш реакциясининг схемаси қуйидагича ёзилади:



Амалда бирор реакцияга алоқадор бўлган ҳар хил ҳисобларни бажаришда химиявий тенгламадан фойдаланилади. Химиявий тенгламадаги ҳар бир формула фақат битта молекулагина эмас, балки модданинг молекуляр оғирлигига, масалан, бир грамм-молекуласига тенг бўлган маълум оғирлик миқдорини ҳам кўрсатишини эслатиб ўтамиз. Формула ўрнига модданинг грамм-молекуляр миқдори қўйилиб, реакцияда иштирок этадиган ҳамма моддалар орасидаги оғирлик нисбатлари аниқланади. Масалан, водород билан кислороддан сув ҳосил бўлиш реакциясини қуйидагича тушунтириш мумкин:



4 г водороднинг 32 г кислород билан бирикиб, 36 г сув ҳосил қилиши тенгламадан кўриниб турибди\*.

Шундай қилиб, реакция тенгламасини тузиб, ўзаро таъсир қилувчи моддаларнинг грамм-молекуляр миқдорларини шу тенглама бўйича топганимиздан кейин, лаборатория ёки ишлаб чиқаришда маълум реакцияни амалга ошириш учун зарур бўлган ҳар хил ҳисобларни бажара оламиз.

Реакцияда газсимон моддалар иштирок этадиган бўлса, реакция тенгламаси ўзаро таъсир этувчи газларнинг массалари тўғрисидагина эмас, балки уларнинг нисбий ҳажмлари

\* Ўзаро таъсир этадиган моддалар миқдорини фақат грамм билангина эмас, балки бошқа оғирлик бирликлари билан, масалан, килограмм, тонна ва бошқалар билан ҳам ифодалаш мумкин, албатта, бунда оғирлик нисбатлари ўзгармайди.

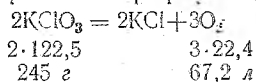
тўғрисида ҳам тушунча беради, буни қуйидаги мисолдан кўриш мумкин:

Газларнинг массаси, <i>g</i> ҳисобида . . . . .	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$		
	56    32    88		
Газларнинг нормал шароитдаги ҳажми, <i>л</i> ҳисобида . . . . .	44,8	22,4	44,8
	(2 ҳажм)	(1 ҳажм)	(2 ҳажм)

Шунинг учун, масаланинг шартига кўра реакцияга киришувчи ёки реакция натижасида ҳосил бўлувчи газнинг ҳажмини билиш зарур бўлса, унинг массасини олдиндан ҳисоблаб чиқишнинг ҳожати йўқ. Газнинг талаб қилинган ҳажми реакция тенгلامасига қараб ҳисоблаб чиқарилиши мумкин.

*Мисол.* 100g бертоле тузини таркибий қисмларга ажратиб, неча литр кислород олиш мумкин?

Реакция тенгламасини тузамиз ва бертоле тузи формуласининг остига формулага мувофиқ некига кўпайтирилган молекуляр оғирлигига тўғри келадиган массасини, кислород формуласи остига эса унинг учга кўпайтирилган молекуляр оғирлигига тўғри келадиган ҳажмини литрлар ҳисобида ёзиб қўямиз.



Сўнгра, одатдагидек, пропорция тузиб, ундан исталган ҳажмини топамиз, бунда, ҳосил бўлган кислород оғирлигини ҳисоблаб чиқишга ва уни литрга айлантиришга зарурият қолмайди:

$$245 : 100 = 67,2 : x; \quad x = \frac{67,2 \cdot 100}{245} = 27,4 \text{ л.}$$

Бу ҳажм албатта, 0°C ва 760 мм *симоб уст* босимдаги ҳажmdir, агар бошқача температура билан бошқача босим кўрса илган бўлса, яна тегишли ҳисобларни бажариш керак.

#### 24. Химиявий реакциялар вақтида энергиянинг айланиши.

Кўпгина химиявий реакциялар, масалан, ёниш, металлларнинг олтингугурт ёки хлор билан бирикиши, кислоталарнинг ишқорлар билан нейтралланиши ва бошқа реакциялар вақтида анча иссиқ чиқади. Кальций карбонатнинг парчаланиш реакцияси, симоб (II)-оксиднинг парчаланиш реакцияси ва шунга ўхшаш бир қанча бошқа реакциялар аксинча, ташқаридан тинмай иссиқ келиб туришини талаб этади ва қиздирилмай қўйилса дарҳол тўхтаб қолади. Демак, бу каби реакциялар вақтида иссиқлик ютилади. Баъзи реакцияларда иссиқлик билан бир қаторда ёруғлик ҳам чиқади.

Турли химиявий процессларни синчиклаб ўрганиш химиявий реакция вақтида ҳар доим энергия чиқишини ёки ютилишини кўрсатди. Бу ҳодисалар химиявий реакцияларнинг муҳим хусусиятидир; реакция вақтида энергия чиқиши ёки ютилиши, амалда реакция вақтида ҳосил бўладиган янги моддалардан кўра кўпинча, муҳимроқ аҳамиятга эга бўлади. Шу сабабли, химиявий реакцияларда энергия чиқиши ва энергия ютилишини бирмунча батафсилроқ кўриб чиқамиз.

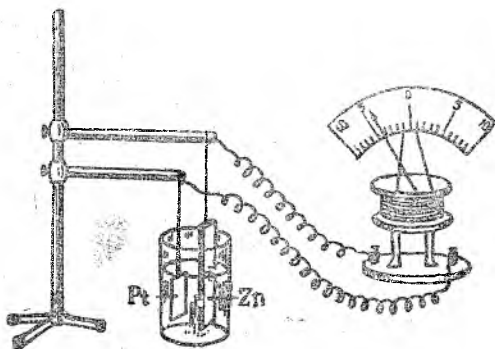
Турли моддалар бирикканда энергиянинг иссиқлик тарзида чиқиши ана шу моддаларда бирикишдан олдин ҳам маълум миқдор энергия запаси бўлганлигини кўрсатади. Химиявий реакциялардаги «чиқадиغان» энергия химиявий энергия деб аталади.

Химиявий энергиянинг ажралиб чиқиши унинг бошқа формадаги энергияга айланиши билан боғлиқдир. Масалан, водород билан кислород бирикканда, бу моддалардаги химиявий энергия иссиқлик энергиясига айланади ва реакция вақтида чиқадиغان иссиқлик тарзида намоён бўлади. Водород билан кислород бирикишидан олдин уларда бўлган энергиянинг реакциядан кейин ҳосил бўлган сувда ҳам ўшанча миқдорда бўлмаслиги ўз-ўзидан тушунарли. Аммо бу — сувда химиявий энергия сира бўлмайди деган сўз эмас. Сув ҳам, ўз навбатида бошқа моддалар билан ўзаро таъсир этганда иссиқ чиқиши мумкин. Демак, сувда ҳам химиявий энергия запаси бор. Умуман олганда, химиявий реакцияларда моддалардаги энергиянинг бир қисмигина ажралиб чиқади; улардаги энергиянинг ҳаммасини тамомила ажратиб ололмаймиз ва турли моддалардаги энергия запасининг қанчалик катта эканлигини билмаймиз. Реакциянинг иссиқлик эффектини ўлчар эканмиз, ана шу энергия запасининг ўзгариши ҳақида фикр юритамиз, холос.

Химиявий энергия кўпинча иссиқлик энергиясига айланади. Химиявий энергия ёруғлик энергиясига камдан-кам ҳолларда айланади. Реакция вақтида ёруғлик чиққанда, одатда химиявий энергия тўғридан-тўғри ёруғлик энергиясига айлданмайди, балки химиявий энергия аввал иссиқлик энергиясига ва у ёруғлик энергиясига айланади. Масалан, кўмирнинг ёниш реакцияси вақтида чиқадиغان иссиқлик ҳисобига у қаттиқ чўғланиб ёруғлик чиқади. Кўмир физик йўл билан қиздирилганда, масалан, электр лампаси ичидаги кўмир тола орқали ток ўтказилганда ҳам ана шундай эффект ҳосил қилиниши мумкин. Лекин, шу билан бирга, химиявий энергия тўғридан-тўғри ёруғлик энергиясига айланадиган процесслар ҳам маълум, аммо бундай процесслар жуда кам учрайди. Фосфорнинг ҳавода шуълаланиши, чириган дарахт ва бошқаларнинг ёруғлик тарқатиши шундай процесслар жумласига киради. Бундай ҳолларнинг ҳаммасида ёруғлик ажралиб чиққанда температура сезиларли даражада кўтарилмайди.

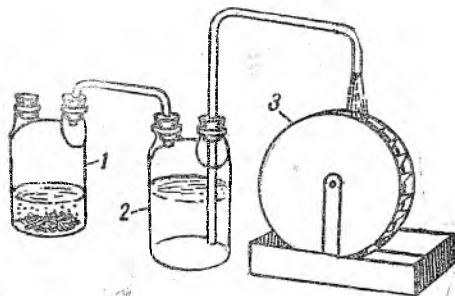
Химиявий энергия электр энергиясига ҳам айлана олади. Буни тажрибада кўрсатиш учун никита пластинкани — платина ва рух пластинкаларини суюлтирилган сульфат кислотали стаканга туширамиз ва уларнинг учларини сим билан гальванометрга улаймиз (4-расм). Гальванометрнинг стрелкаси ўша он ҳаракатга келиб, электр токи пайдо бўлганини кўрсатади.

Шу вақтнинг ўзида суюқликдан водород пуфакчалари чиқади; рух билан сульфат кислота эса аста-секин сарф бўлиб боради.



4-расм. Химиявий энергиянинг электр энергиясига айланишини кўрсатиш учун ишлатиладиган установка.

энергияга айлантириш мумкин. Буни 5-расмда тасвирланган асбоб ёрдами билан кўрсатиш қийин эмас. 1-склянкага сульфат кислота қўйилган ва бир неча бўлак рух солинган. Рух билан сульфат кислота ўзаро таъсир этишида ажралиб чиқадиган водород 2-склянкага қўйилган сувни босади ва уни най



5-расм. Химиявий энергиянинг механик энергияга айланишини кўрсатиш учун ишлатиладиган установка:

- 1 — ичига рух ва сульфат кислота солинган склянка;  
2 — сувли склянка; 3 — парракли гилдирак.

орқали юқорига кўтаради. Рух билан сульфат кислотанинг химиявий энергияси бу ерда сиқилган газнинг ҳажмий энергиясига айланади; башарти, найнинг учи остига парракли гилдирак қўйилса, найдан оқиб тушаётган сув гилдиракни айлантириб, маълум иш бажаради.

Портловчи моддалар тарқибий қисмларга парчаланганда ҳам химиявий энергия механик энергияга айланади — бунда химиявий энергиянинг бир қисми тўғридан-тўғри механик энергияга айланса, бир қисми аввал иссиқлик энергиясига, сўнгра механик энергияга айланади.

Шундай қилиб, химиявий реакциялар бўлганда чиқадиган химиявий энергия иссиқлик энергиясига, электр энергиясига ва механик энергияга айланиши мумкин. Аммо, бунинг акси-ча, энергиянинг ана шу формалари ҳам химиявий энергияга айлана олади. Иссиқлик энергияси химиявий энергияга айланадиган реакциялар кўпроқ учрайди. Маълумки, кўпгина моддаларни таркибий қисмларга парчалаш учун уларни тинмай қиздириб туриш керак. Бериладиган иссиқлик реакция вақтида ютилади ва парчаланиш маҳсулотларининг химиявий энергиясига айланади. Шунинг учун, масалан, симоб (II)-оксидни таркибий қисмларга парчалаш йўли билан олинган симоб ва кислороддаги бутун химиявий энергия шу икки моддани ҳосил қилган симоб (II)-оксиддаги химиявий энергиядан кўп бўлади.

Иссиқликнинг ютилиши билан борадиган бириктиш реакциялари ҳам маълум. Масалан, нитрат кислотанинг ҳаводан олинishi шунга асосланганки, юқори температурада кислород билан азот иссиқлик ютиб, ўзаро бирикади ва азот (II)-оксид NO ҳосил қилади; азот (II)-оксид эса кейинчалик нитрат кислотага айлантирилиши мумкин. Айни ҳолда мураккаб модда — азот (II)-оксидда энергия запаси шу моддани ҳосил қилган оддий моддалар — азот ва кислороддагига қараганда кўпроқ бўлади.

Моддалар электр ёрдами билан парчаланганда электр энергияси химиявий энергияга айланади. Электр энергиясининг химиявий энергияга айлантирилишига мисол қилиб, сувни электр токи билан таркибий қисмларга парчалашни кўрсатиш мумкин. Ҳозирги вақтда кўпгина металллар, шунингдек, хилма-хил химиявий маҳсулотлар, масалан, бертоле тузи, хлор, каустик сода ва бошқа моддалар бирикмалардан ана шундай йўл билан ажратиб олинади.

Ёруғлик энергиясининг химиявий энергияга айланиши табиатда жуда муҳим роль ўйнайди, бу ҳодиса ҳаводаги карбонат ангидриднинг яшил ўсимликларга сингиш процесси билан бирга боради. Ердаги бутун органик ҳаётни сақлаб турадиган бу процесс ташқаридан тинмай энергия келиб туришини талаб этади. Куёш нурининг энергияси ана шу энергиядир, бу энергия ўсимликларга ютилиб, уларда ҳосил бўладиган моддаларнинг яширин химиявий энергиясига айланади.

Баъзи моддалар ёруғликда таркибий қисмларга парчаланганда ҳам ёруғлик энергияси ютилиб, химиявий энергияга айланади. Масалан, кумуш хлорид ёки кумуш бромид қоронғида чексиз узоқ вақт сақланиши мумкин, аммо ёруғлик таъсир этганда бу моддалар таркибий қисмларга аста-секин парчаланadi, бунда кумуш майда-майда қора дончалар ҳоли-

да чиқади. Кумуш хлорид билан кумуш бромиднинг фотографияда ишлатилиши ана шунга асосланган.

Химиявий реакцияларда ажраладиган ёки ютиладиган энергия кўпинча иссиқлик тарзида бўлганидан, энергиянинг чиқиши билан бўладиган реакциялар экзотермик реакциялар деб аталади. Энергиянинг ютилиши билан бўладиган реакциялар эса эндотермик реакциялар дейилади. Шунга мувофиқ, энергия чиқариб, оддий моддалардан ҳосил бўлган бирикмалар ҳам, энергия ютиб ҳосил бўлган эндотермик бирикмаларнинг аксича, экзотермик бирикмалар деб аталади. Эндотермик бирикмалар экзотермик бирикмаларга қараганда анча кам; эндотермик бирикмалар юқори температурадагина оддий моддалардан ҳосил бўлади; улардаги энергия запаси оддий моддалардагига қараганда кўпроқ бўлиб, эндотермик бирикмалар парчаланишга ҳамма вақт мойил, яъни улар бир қадар беқарор бўлади. Экзотермик бирикмалар, одатда, паст ёки ўртача температураларда ҳосил бўлиб, бирмунча барқарор бўлади ва эндотермик бирикмаларга қараганда анча қийин парчаланади.

Энергиянинг сақланиш қонунидан қуйидаги қонда бевосита келиб чиқади:

*Агар бирор химиявий бирикманинг оддий моддалардан ҳосил бўлишида маълум миқдор иссиқлик чиқса (ёки ютилса), шу бирикманинг оддий моддаларга парчаланишида ўшанча иссиқлик ютилади (ёки чиқади).*

Чиндан ҳам, мураккаб модда ҳосил бўлишида чиқадиган иссиқлик шу моддани парчалаш учун сарф бўладиган иссиқликка қараганда кўпроқ бўлса эди, у вақтда, биз аввал оддий моддаларни бириктириш, сўнгра ҳосил бўлган бирикмани парчалаш йўли билан йўқ нарсадан маълум миқдор иссиқлик ҳосил қилган бўлар эдик; ҳолбуки, энергиянинг сақланиш қонунига кўра бундай ҳодисанинг бўлиши мумкин эмас. Бундан, химиявий бирикманинг ҳосил бўлишида қанча кўп иссиқлик чиқса, уни парчалаш учун ҳам шунча кўп энергия сарф қилиш кераклиги яққол кўриниб турибди. Шу сабабли, экзотермик бирикмалар анча мустаҳкам бўлади ва эндотермик бирикмаларга қараганда бирмунча қийин парчаланади.

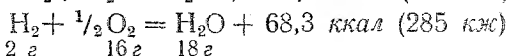
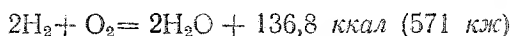
**25. Термохимиявий тенгламалар.** Реакцияда ажралиб чиққан ёки ютилган иссиқлик миқдорини ўлчаш ва уни реакция тенгламасига киритиш мумкин. Шу иссиқлик миқдори ҳар қандай энергия бирликлари — катта ва кичик калориялар (тегишлича *ккал* ва *кал*), жоуллар (*ж*) ва киложоуллар (*кж*) билан ифода қилинади ва ҳоказо,  $1 \text{ ккал} = 4180 \text{ ж}$  ёки  $4,18 \text{ кж}$  дир.

(яхлитлаб ҳисоблаганда). Улчовларнинг ҳаммасини ҳосил бўладиган моддаларнинг грамм-молекуляр миқдорларига нисбатан кўрсатиш расм бўлган, чунки химия нуқтаи назардан фақат грамм-молекуляр миқдорларни солиштириб кўrsa бўлади.

Оддий моддалардан бир грамм-молекула химиявий бирикма ҳосил бўлганда ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори шу бирикманинг ҳосил бўлиш иссиқлиги деб аталади. Масалан, «сувнинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 68,4 ккал га тенг»,— деган ибора 1 грамм-молекула, яъни 2 г водород ва 16 г кислороддан 18 г сув ҳосил бўлишида 68,4 катта калория иссиқлик ажралиб чиқишини билдиради.

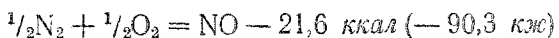
Агар бирор модданинг ҳосил бўлиш иссиқлиги минус ишораси билан берилса, бу ишора шу модданинг ҳосил бўлишида иссиқлик чиқмай, балки иссиқлик ютилишини кўрсатади. Масалан, азот (II)-оксиднинг ҳосил бўлиш иссиқлиги — 21,6 ккал га тенг.

Реакция вақтида ажралиб чиқадиган ёки ютиладиган иссиқлик миқдори кўрсатиладиган химиявий тенгламалар термохимиявий тенгламалар деб аталади. Бундай тенгламаларда химиявий белги ва формулалар ҳамма вақт грамм-атом ёки грамм-молекулаларни билдиради, реакциянинг иссиқлик эффекти эса, одатда, катта калория билан ифодаланади ва реакция экзотермик бўлса, плюс ишораси билан, реакция эндотермик бўлса, минус ишораси билан кўрсатилади. Масалан, водород билан кислороддан сув ҳосил бўлиш реакциясининг термохимиявий тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:



Бу тенглама, 2 г водород билан 16 г кислороднинг ички энергия запаси 18 г сувдагига қараганда 68,3 ккал (285,96 кж) кўп эканлигини кўрсатади\*.

Азот билан кислороддан азот (II)-оксид ҳосил бўлиш реакцияси иссиқлик чиқиши билан эмас, балки иссиқлик ютилиши билан боради ва қуйидаги термохимиявий тенглама билан ифодаланади:

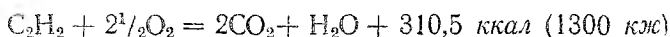


Бу мисолдан реакция учун олинган моддаларда — азот билан кислородда — энергия запаси шу моддалардан ҳосил

\* Термохимиявий тенгламаларнинг формулалари молекулаларни ифода қилмай, грамм-молекулаларни ифода қиладиган бўлгани учун, бундай формулалар олдида касрли коэффициентларни бемаълал қўйиш мумкин.

бўлган азот (II)-оксиддагига қараганда кам эканлиги тенгламадан яққол кўриниб турибди.

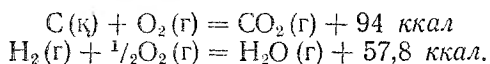
Бошқа химиявий реакцияларнинг иссиқлик эффекти ҳам худди шундай ёзилади. Мисол тариқасида, ацетилен  $C_2H_2$  ёниш реакциясининг термохимиявий тенгламасини ҳам келтирамиз.



Ацетиленнинг ёниши экзотермик реакция эканлиги ва 1 грамм-молекула ацетилен ёнганда 310,5 ккал (1300 кж) иссиқлик чиқиши тенгламадан кўриниб турибди.

Ҳар бир химиявий реакциянинг иссиқлик эффекти муайян температурада аниқ маълум катталиқ бўлади, лекин бу катталиқ реакцияга киришадиган ва реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг агрегат ҳолатига (ва аллотропик шакл ўзгаришига) боғлиқдир. Масалан, сув буғининг ҳосил бўлиш иссиқлиги 57,8 ккал га тенг бўлса, суюқ сувнинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 68,4 ккал га тенгдир. 10,6 ккал га тенг айирма сув конденсацияланишининг яширин иссиқлигидир, яъни сувнинг газ ҳолатидан суюқ ҳолатга ўтишида чиқадиган иссиқликдир\*.

Термохимиявий тенгламаларни ёзишда моддаларнинг агрегат ҳолати қавс ичига олинади ва тегишли моддаларнинг формуласи ёнига қўйиладиган қуйидаги ҳарфлар билан белгиланади (қ) — қаттиқ ҳолат, (с) — суюқ ҳолат, (г) — газ. Масалан:



Агар моддаларнинг агрегат ҳолати аниқ маълум бўлса, бу белгилар тушириб қолдирилади.

Термохимиявий тенгламалар моддаларнинг реакцияларда ўзгаришини оддий химиявий тенгламаларга қараганда бирмунча тўлароқ акс эттиради. Бундай тенгламалар реакцияга қандай моддаларнинг киришувини ва реакция натижасида қандай янги моддалар ҳосил бўлишини кўрсатиш билангина қолмай, балки шу реакция вақтида энергиянинг қандай ўзгариши тўғрисида ҳам тасаввур беради.

**26. Атом ва молекулаларнинг реаллиги.** Атом—молекуляр таълимот химия учун жуда катта аҳамиятга эга бўлди; химия ана шу таълимот туфайли тез ривожлана бошлади ва қисқа вақт ичида ажойиб муваффақиятларга эришди.

\* Барча бирикмаларнинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 25°C учун берилганлигидан конденсация иссиқлиги ҳам 25°C учун берилди.



Бироқ XIX аср охирида, атом молекуляр таълимот туфайли бир талай қимматли ютуқлар қўлга киритилган бир даврда, атом ва молекулаларнинг борлигини тамомила рад этадиган реакцион оқим майдонга чиқди. Германияда идеалистик философия таъсирида химикларнинг «энергетик» мактаби пайдо бўлиб, унга машҳур олим Оствальд бошчилик қилди, бу оқимнинг назарий дунёқарашлари материяга боғланмаган энергия бор, деган мавҳум тушунчага асосланган эди. Бу оқимнинг тарафдорлари ташқи ҳодисаларнинг ҳаммасини энергиялар орасидаги процесслар тарзида изоҳлаб бериш мумкин, деб ўйлар ва сезгилар билан тўғридан-тўғри билиб бўлмайдиган заррачалар бўлмиш атом ҳамда молекулалар борлигини жон-жаҳди билан инкор қилар эдилар.

Оствальднинг энергетик таълимоти фандаги материализмга қарши қаратилган идеалистик философик оқимларнинг бир тури эди. Оствальднинг издошлари энергияни, яъни ҳаракатни материядан ажратиб қўйдилар, материясиз ҳам ҳаракат бўлади деб даъво қилдилар ва бу билан бизнинг онгимиз, фикримиз ва сезгиларимиз материя билан боғланмаган бирламчи нарса бўлиб, мустақил равишда мавжуддир, деб билдилар. Улар химиявий элементларни маълум моддалар деб эмас, балки химиявий энергиянинг турли формалари деб қарар эдилар.

Оствальд таълимотининг реакцион моҳиятини В. И. Ленин ўзининг «Материализм ва эмпириокритицизм» деган машҳур асарида тамомила фош қилиб ташлади. В. И. Ленин шу асарининг V бобида философик идеализмнинг физикадаги баъзи янги оқимлар билан боғланиши ҳақида гапирар экан, Оствальд «философиясига» ҳам тўхталиб ўтди ва унинг бемаънилигини ҳамда материализм билан курашда енгилиши муқаррарлигини исботлаб берди.

«... ҳаракатни материясиз *фикр қилишга* уриниш,— деб ёзади Ленин,— материядан ажралган, деган *фикрни* илгари суради, бу эса философик идеализмнинг худди ўзгинасидир»\*.

Ленин Оствальд мулоҳазаларининг идеалистик негизларини тамомила фош қилибгина қолмай, балки бу мулоҳазалардаги ички зиддиятларни ҳам кўрсатиб берди. Оствальд материясиз ҳаракат бўлади деган философик идеяни олға суриш билан материянинг объектив суратда мавжуд бўлишини инкор этади, аммо унинг ўзи физик-химик сифатида энергияни ҳамisha материалистик нуқтаи назардан талқин қилиб, энергиянинг сақланиши ва бир шаклдан иккинчи шаклга айланиши ҳақидаги қонунга суянади. «Табииёт илми,— деб

\* В. И. Ленин, Асарлар, 4-нашри, 14-том, 298-бет, Уздавнашр.

таъкидлайди Ленин, — энергиянинг бир шаклдан иккинчи шаклга ўтишини инсон онгига ва инсоният тажрибасига боғлиқ бўлмаган, объектив процесс деб қарайди, яъни материалистларча қарайди. Оствальднинг ўзи ҳам кўп ҳолларда, балки ҳатто жуда кўп ҳолларда, энергия сўзидан *моддий* ҳаракат маъносини тушунади»\*.

XX аср бошларида қилинган ажойиб кашфиётлар атом ва молекулаларнинг реаллигини тез орада шак-шубҳасиз исботлаб берди, натижада Оствальд ҳам атом ва молекулаларнинг борлигини эътироф этишга мажбур бўлди.

Атом ва молекулаларнинг борлиги масаласига бағишланган экспериментал текширишлардан француз физиги Перреннинг суспензияларда\*\* заррачаларнинг тақсимланиши ва ҳаракатлавишини ўрганиш юзасидан қилган ишлари алоҳида диққатга сазовордир.

Таркибида бир хил ўлчамдаги ва микроскоп ёрдамидагина кўринадиган заррачалар бўлган суспензия тайёрлаб, Перрен суспензияда бу заррачаларнинг тақсимланишини текширди. У, ниҳоятда диққат билан қилинган кўпдан-кўп тажрибалари натижасида, суспензия заррачаларининг баландлик бўйича тақсимланиши баландликнинг ортиб бориши билан газлар концентрациясининг камайиш қонунига, яъни газлар кинетик назариясидан чиқарилган қонунга аниқ тўғри келишини исботлади. Шундай қилиб, Перрен суспензиялар газларнинг чинакам моделлари эканлигини кўрсатиб берди, демак, айрим молекулалар газларда ҳам бўлади, аммо улар ниҳоятда майдалигидан кўзга кўринмайди.

Перреннинг суспензия заррачалари ҳаракатини текшириш йўли билан олган натижалари янада ишончли бўлди.

Ичиди муаллақ заррачалар бўлган бир томчи суюқлик кучли микроскоп билан қаралса, заррачаларнинг тинч турмасдан, турли томонга қараб тинмай ҳаракат қилишини кўриш мумкин. Заррачалар ниҳоятда тартибсиз ҳаракат қилади. Агар ҳар бир заррачанинг ҳаракат қилиши микроскоп орқали кузатиб борилса заррачанинг ҳаракатида ҳеч қандай қонуният йўқлигини кўрсатувчи жуда мураккаб синиқ чизиқ ҳосил бўлади (6-расм). Бу ҳаракат асло сусаймасдан ва ўз характерини ўзгартирмасдан жуда узоқ вақт давом эта олади.

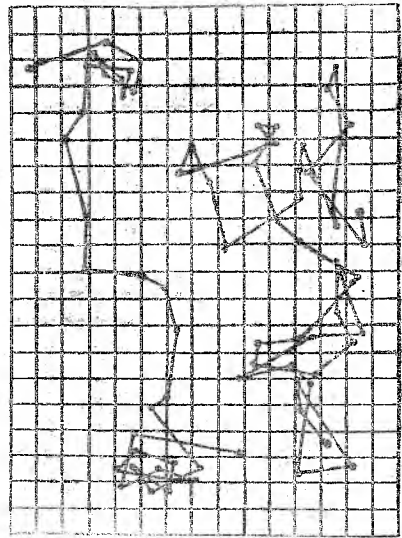
Баён қилинган ҳодисани 1827 йилда инглиз ботаниги Броун кашф этган бўлиб, броун ҳаракати деб аталди. Аммо бу ҳодисанинг сабаби, молекуляр-кинетик тасавурлар ривожланиши муносабати билан 60-йиллардагина изоҳлаб берилди. Бу изоҳнинг моҳияти шундан иборатки, суспензия заррачалари атрофидаги суюқлик молекулаларининг кўзга кўринмас иссиқлик ҳаракати суспензия заррачаларининг микроскоп билангина кўринадиган ҳаракатига сабаб бўлади. Суспензия заррачаларига суюқлик молекулалари ҳар томондан берадиган зарбалар бир-бирини расо мувозанатлай олмайди албатта, мувозанат ҳар онда бирор томонга қараб ўзгариб туради, бунинг натижасида заррачалар жуда ажойиб йўл босади. Шундай қилиб, броун ҳаракати мавжудлигининг ўзиёқ молекулаларнинг борлигини тасдиқлаш

\* В. И. Ленин. Асарлар, 4-нашри, 14-том, 302-бет, Ўздавнашр.

\*\* Суюқликдан ва унда муаллақ ҳолатда бўладиган қаттиқ jismining ниҳоятда майда заррачаларидан иборат системалар суспензиялар деб аталади.

билан бирга, уларнинг тартибсиз ҳаракат қилишини ҳам кўрсатади, чунки суяқликдаги муаллақ заррачалар, умуман олганда, молекулалар ҳаракатини такрорлайди. Аммо Перрен ўз текширишларида заррачаларнинг микроскоп остидаги ҳаракатини узоқ вақт кузатиб бориш йўли билан заррачалар ҳаракатининг ўртача тезлигини аниқлашга муваффақ бўлди. Бундан, Перрен ўзи тайёрлаган суспензиядаги заррачаларнинг массасини билгани ҳолда, шу заррачаларнинг ўртача кинетик энергиясини ҳисоблаб топди. Кишини ҳайратда қолдирадиган натижа олинди. Заррачаларнинг кинетик энергияси ўша температурадаги газ молекулаларининг кинетик назария асосида ҳисоблаб топилган кинетик энергиясига расо мувофиқ бўлиб чиқди. Перрен текширган заррачалар водород молекулаларига қараганда тахминан  $10^{12}$  барабар оғир бўлса ҳам, бу заррачалар билан водород молекулаларининг кинетик энергияси бир хил эди. Ана шу фактлар аниқлангандан кейин, молекулаларнинг объектив реаллигига эътироз билдиришнинг иложи қолмади.

Ҳозирги вақтда броун ҳаракати суяқлик молекулаларидаги иссиқлик ҳаракатининг оқибати ҳам, суспензия заррачаларининг мустақил иссиқлик ҳаракати деб ҳам қаралади. Суспензия заррачалари гўё суяқликнинг кўзга кўринмас молекулалари билан бирга иссиқлик ҳаракатида иштирок этадиган гигант молекулалардир. Суспензия заррачалари билан суяқлик молекулалари ўртасида моҳият эътибори билан ҳеч қандай фарқ йўқ.



6-расм. Броун ҳаракати

Перрен тажрибалари молекулаларнинг ҳақиқатан ҳам борлигини исбот этибгина қолмади, балки бир грамм-молекула газдаги молекулалар сонини ҳисоблаб чиқишга ҳам имкон берди. Маълумки, ҳар томонлама аҳамиятга эга бўлган бу сон (бир грамм-молекула газдаги молекулалар сони) Авогадро сони деб аталади. Перрен ҳисобларига кўра, Авогадро сони тахминан  $6,5 \cdot 10^{23}$  га тенг бўлиб чиқди, бу сон шу миқдорнинг Перрен тажрибаларидан илгари бошқа усуллар билан топилган қийматига жуда яқин келди. Кейинчалик, Авогадро сони тамомила бошқа физик методлар билан кўп марта аниқлаб кўрилди, шу билан бирга, олинган натижалар ҳаминша бир-бирига жуда яқин бўлиб чиқди. Натижаларнинг шу тариқа мос келиши топилган соннинг тўғрилигини кўрсатади ва молекулаларнинг ҳақиқатан ҳам мавжуд эканлигига шак-шубҳасиз далил бўлади.

Авогадро сонининг аниқ қиймати  $(6,02296 \pm 0,0006) \cdot 10^{23}$  дир, лекин катта аниқлик талаб қилинмайдиган ҳисобларда бу сон  $6,02 \cdot 10^{23}$

деб олинади.

Авогадро сонининг нақадар катталиги ақл-ўйимизга асло сиғмайди. Солиштириб кўриш йўли билангина бу сон тўғрисида маълум тасаввур ҳосил қилиш мумкин.

1 *моль*, яъни 18 г сув бутун ер шари юзасига бир текис сочилган, деб фараз қилайлик. Оддий йўл билан қилинган ҳисоб ер юзасининг ҳар квадрат сантиметрига ўша сувнинг 100000 га яқин молекуласи тўғри келишини кўрсатади.

Солиштириш учун яна бир мисол келтирайлик. Биз бирор усул билан 18 г сувдаги ҳамма молекулаларга белги қўйиб чиқдик, деб фараз қилайлик. Энди шу сувни денгизга қўйиб, унинг ер шаридаги бутун сув билан бир текис аралашиб кетгунича кутиб турсак ва, шундан кейин, денгизнинг исталган жойидан бир стакан сув олиб текширсак, ундан боя белгилаб қўйган молекулаларнинг 100 тачасини топамиз.

Ҳар қандай газнинг бир грамм-молекуласи нормал шароитда 22,4 л ҳажми эгаллагани учун, 1 мл газда худди шундай шароитда  $2,7 \cdot 10^{10}$  та молекула бўлади. Бирор идишдаги газни энг яхши насослар имкон берадиган даражада (тахминан ўн миллиарддан бир атмосферагача) сийраклаштирганимизда, яъни амалий жиҳатдан «ҳавосиз» деб аталадиган «бўшлиқ» ҳосил қилганимизда ҳам, барибир, шу «бўшлиқ»нинг 1 куб сантиметрида ер шаридаги ҳамма одамлар сонидан кўпроқ молекулалар қолади. Шу қадар кўп молекула 1  $см^3$  га сиғишининг ўзиданоқ молекула билан атомларнинг ўлчамлари ғоят кичик бўлиши лозимлигини англаш мумкин. Шунга қарамасдан, физиклар турли усуллар билан молекула ва атомларнинг ўлчамларини ҳисоблаб чиқдилар. Башарти молекулалар жуда кичик шарчалар деб фараз қилинса, уларнинг диаметри бир сантиметрнинг юз миллиондан бир улушлари билан ўлчаниши маълум бўлди. Масалан, кислород молекуласининг диаметри тахминан  $3,2 \cdot 10^{-8}$  см, водород молекуласининг диаметри  $2,6 \cdot 10^{-8}$  см ва водород атомининг диаметри  $1 \cdot 10^{-8}$  см га тенгдир.

Бундай кичик миқдорларни ифодалаш учун, сантиметрнинг юз миллиондан бир бўлаги ( $10^{-8}$  см) ни узунлик бирлиги сифатида қабул қилиш жуда қулай. Бу бирликни швед физиги Ангстрем ёруғлик тўлқинларининг узунлигини ўлчаш учун таклиф этган бўлиб, шу олимнинг номи билан ангстрем деб аталади. Ангстрем Å билан белгиланади. Атом ва

молекулаларнинг чизиқ ўлчамлари, одатда, бир неча ангстрем билан ифодаланади.

Бир грамм-молекуладаги молекулаларнинг сони ва, демак, грамм-атомдаги атомлар сони маълум бўлса, исталган элементнинг граммлар билан ифодаланган массасини ҳисоблаб чиқиш мумкин. Масалан, водороднинг грамм-атомини Авогадро сонига бўлсак, водород атомининг граммлар билан ифодаланган массасини топамиз.

$$\frac{1,00797}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,67 \cdot 10^{-24} = 0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 00167\ \text{г.}$$

Бошқа атом ва молекулаларнинг массасини ҳам граммлар билан шу тариқа ифодалаш қийин эмас. Солиштириш учун, энг сезгир микротарозиларда биз ҳозирги вақтда аниқлай оладиган оғирликдаги энг кичик фарқнинг, тарозида кўпи билан 5 мг модда тортилганда, тахминан  $3 \cdot 10^{-10}$  г эканлигини айтиб ўтишнинг ўзи kifоя.

Ҳозирги вақтда фан ихтиёрида атом ва молекулаларнинг фазода қай тариқа жойланишини ва улар орасидаги масофани аниқ топишга, баъзан эса айрим молекулаларнинг суратини олишга имкон берадиган асбоблар бор.

## Д. И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ ДАВРИЙ ҚОНУНИ

Атом-молекуляр назария қарор топгандан кейин, химиявий элементлар даврий қонунининг кашф этилиши химияда ниҳоятда муҳим воқеа бўлди. Гениал рус олими Д. И. Менделеевнинг 1868 йилда қилган бу кашфиёти химияда янги бир давр очди ва химиянинг ривожланиш йўлини бир неча ўн йил олдин кўрсатиб берди. Химиявий элементларнинг Д. И. Менделеев даврий система шаклида ифодалаб берган ва даврий қонунга асосланган классификацияси химиявий элементларнинг хоссаларини ўрганишда ва модда тузилиши тўғрисидаги таълимотни янада ривожлантиришда жуда муҳим роль ўйнади. Шунинг учун, атом тузилишининг ҳозирги замон назариясини кўриб чиқишдан олдин, элементлар даврий системаси билан танишмоқ лозим.

**27. Элементлар классификациясининг бошланиши.** Химиявий элементларнинг хоссаларини бир-бирига солиштириб кўриш, бундан анча илгари, шу элементларни иккита катта гурппага — металллар ва металлмаслар, яъни металлоидларга бўлишга олиб келди\*. Элементларни ана шундай гурппаларга бўлиш, биринчи навбатда, оддий моддаларнинг сиртқи, физик хоссаларидаги фарққа асосланган эди.

Металлар ўзига хос ялтироқ, болгаланувчан ва чўзилувчан бўлади, уларни прокатлаб листлар ёки чўзиб симлар тайёрлаш мумкин, металллар иссиқликни ва электрни яхши ўтказади. Барча металллар (симобдан бошқалари) одатдаги температурада қаттиқ моддалардир.

Металлоидлар юқорида баён этилган хоссаларга эга эмас. Металлоидларда металлларга хос ялтироқлик бўлмайди, улар мўрт, иссиқликни ва электрни жуда ёмон ўтказади.

\* Металлоидлар деган номни металлмас характеридаги оддий моддаларни белгилаш учун химияга Берцеллус (1808 йилда) киритган эди. Шунинг таъкидлаб ўтиш керакки, бу ном тўғри ном эмас, чунки металлоид деган сўз, том маъноси билан айтганда, металлга ўхшаш демакдир.

Металлоидларнинг кўплари одатдаги шароитда газсимон моддалардир.

Аммо элементни шу группалардан бирортасига киритиш учун керак бўладиган асосий белгиси унинг химиявий хоссалари, айниқса, ўша элемент оксидларининг хусусиятидир: металлларнинг оксидлари, асосан, асос хусусиятига, металлоидларнинг оксидлари эса кислота хусусиятига эгадир.

Аммо равшан ифодаланган металллик ёки металлоидлик хоссалар юқорида кўрсатилган икки группа вакилларининг ҳаммасида ҳам бўлавермайди. Ҳақиқатда эса биз бу хоссаларнинг типик металллардан типик металлоидларга секин-аста ўтишини кўраемиз. Шунинг учун, металллар группаси билан металлоидлар группаси орасига кескин чегара қўйиб бўлмайди. Бирор элементни металллар группасига ёки металлоидлар группасига киритганимизда, биз бу элементда қандай хоссалар — металллик ёки металлоидлик хоссалар кучлироқ ифодаланганлигини қайд қилиб ўтамиз, холос.

Элементларнинг металллар ва металлоидларга бўлиниши, аслини олганда, уларнинг дастлабки ва энг оддий классификацияси эди. Аммо вақт ўтиши билан, бундай классификация химикларни қаноатлантирмай қўйди. Элементларни химиявий хоссаларининг бир-бирига ўхшашлигига қараб, янада кичикроқ группаларга бўлишга уринишлар пайдо бўла бошладди, лекин шу билан бирга, тадқиқотчиларнинг кўпчилиги элементларнинг химиявий хоссалари билан уларнинг атом оғирликларини орасидаги боғланишни топиш ҳамда ана шу принцип асосида элементларни классификация қилиш керак, деган фикрга кела бошладилар.

1829 йилда Деберейнер элементларни химиявий хоссаларидаги ўхшашликка қараб группаларга бўлиш тажрибасини эълон қилди. У, хоссалари жиҳатидан бир-бирига ўхшаш элементларни учта-учтадан группаларга бўлиш мумкинлигини ва улардан бирининг атом оғирлиги қолган икки элемент атом оғирликларининг ўртача арифметик қийматига тахминан тенг эканлигини топди, масалан:

Литий . . . . .	7	$\frac{7+39}{2} = 23$
Натрий . . . . .	23	
Калий . . . . .	39	
Хлор . . . . .	35,5	$\frac{35,5+126,5}{2} = 81$
Бром . . . . .	80	
Йод . . . . .	126,5	

Деберейнер бундай группаларни триадалар деб атади. У, ўзи топган муносабатлар элементларни системали ра-

вишда группаларга бўлиш учун асос бўла олади, деб ўйлади. Аммо Деберейнер ўша вақтда маълум бўлган элементлардан фақат тўрттагина триада ажратиб олишга муваффақ бўлди.

Шунга ўхшаш бир қатор бошқа уринишлар устида тўхтаб ўтирмай, Д. И. Менделеевдан бевосита илгари ўтган тадқиқотчилар тўғрисидагина сўзлаб ўтамиз.

Ньюлэндс 1863 йилда элементларни улар атом оғирликларининг ортиб бориш тартибида кетма-кет жойлаштириб, ҳар қандай элементдан ҳисоблаганда саккизинчи элемент биринчи элементнинг хоссаларини, музикадаги саккизинчи нотага ўхшаш, маълум даражада такрорлашини топди. Ньюлэндс бу қонуниятни «октавалар қонуни» деб атади ва унга асосланиб туриб ўзига маълум бўлган барча элементларни группаларга (октаваларга) бўлишга уриниб кўрди.

Ньюлэндс системасини яққол кўрсатиш учун, дастлабки учта октавани келтириб ўтамиз:

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

Ньюлэндс элементларни октаваларга тақсимлар экан, ўз-билармонлик билан иш кўра бошлади: баъзан, элементларнинг жойларини алмаштириб, уларни ўзи ўйлаб чиқарган схемага сунъий равишда мувофиқлаштирди, баъзан, бир ўринга икки элементни жойлаштирди. Ньюлэндс системасида кўпгина қарама-қаршилиқлар бор, лекин унда элементларнинг атом оғирлиги ортиб бориши билан шу элементларнинг хоссалари даврий ўзгариши ҳақидаги фикрлар тўғри баён этилган.

Шундан кейинги йили, яъни 1864 йилда Лотар Мейернинг бир асари майдонга келди. Мейер ўзининг шу асарида бир жадвал бердики, бу жадвалда валентликларига қараб олти-та группа бўлинган баъзи химиявий элементлар бор эди. Мейер ҳар қайси группада кетма-кет келадиган элементларнинг атом оғирликлари орасидаги айирма ўзгармас маълум катталиқка эга эканлигини таъкидлаб, ўз асарини: «Атом оғирликларнинг сон билан ифодаланган қийматларида қонуният борлигига шубҳа бўлиши мумкин эмас» деган иборалар билан тугаллади. Аммо Мейер бу қонуниятнинг характери ва аҳамиятини ифодаловчи аниқроқ хулосалар чиқара олмади.

Деберейнер, Ньюлэндс, Мейер ва химиявий элементларни системага солиш соҳасида Менделеевдан илгари ўтган бошқа тадқиқотчилар тор бир классификацион мақсадларни.



гина кўзда тутиб, айрим элементларни уларнинг химиявий жиҳатдан ўхшашликлари асосида группаларга бўлишдан нарига ўтмадилар. Шу билан бирга, улар ҳар қайси элементни мутлақо ажратилган ҳолда, яъни бошқа элементлар билан ҳеч қандай боғланишда бўлмаган ҳолда олиб қарадилар.

28. **Д. И. Менделеевнинг даврий қонуни.** Менделеев, ўзидан илгари ўтган тадқиқотчиларнинг аксича, барча химиявий элементлар ўртасида уларни бир бутун қилиб бирлаштирадиган қонуний боғланиш мавжуд бўлиши кераклигига қаттиқ ишонган эди. Д. И. Менделеев элементлар систематикасига шу элементларнинг атом оғирлиги, яъни атомнинг нисбий массасини характерлайдиган миқдор асос қилиб олиниши керак, деган хулосага келди.

«...табиат ҳодисалари тўғрисидаги барча аниқ маълумотларнинг маъносига қараганда,— деган эди Менделеев,— модданинг массаси унинг шундай хоссасидирки, модданинг қолган барча хоссалари ана шу хоссага боғлиқ бўлиши керак... Шунинг учун, боғланишлар, бир томондан, элементларнинг хоссалари билан ўхшашликлари, иккинчи томондан, уларнинг атом оғирликлари орасида бўлади, дейиш ҳақиқатга энг яқин ва табиийроқдир»\*.

Дарҳақиқат, Менделеев барча элементларни атом оғирликларининг ортиб бориш тартибида жойлаштириб, химиявий жиҳатдан ўхшаш элементлар муайян интервалларда учрашини ва, шундай қилиб, маълум бир хоссаларнинг ўзи элементлар қаторида даврий суратда, яъни бир неча элементдан кейин такрорланишини пайқади.

Бу ажойиб қонуният даврий қонунда ўз ифодасини топди, даврий қонунни Менделеев қуйидагича таърифлади:

*Оддий жисмларнинг хоссалари, шунингдек, элементлар бирикмаларининг шакл ва хоссалари элементлар атом оғирликларининг катта-кичиклигига даврий суратда боғлиқдир.*

Д. И. Менделеев топган қонуният билан танишмоқ учун, дастлабки 20 та элементни атом оғирлиги ортиб борадиган тартибда ёзиб чиқамиз.

Ҳар қайси элемент симболи остига шу элементнинг кислород билан ҳосил қилган ва энг юқори валентлигига мувофиқ келадиган бирикмасининг формуласини ёзиб қўямиз:

\* Д. И. Менделеев. Основы химии, Госхимиздат, II том, 1947, 80-бет.

H водород 1 H <sub>2</sub> O	He гелий 4 —	Li литий 6,9 Li <sub>2</sub> O	Be бериллий 9 BeO	B бор 10,8 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C углерод 12 CO <sub>2</sub>	N азот 14 N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
O кислород 16 —	F фтор 19 —	Ne неон 20,2 —	Na натрий 23 Na <sub>2</sub> O	Mg магний 24,3 MgO	Al алюминий 27 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Si кремний 28,1 SiO <sub>2</sub>
P фосфор 31 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S олтингугурт 32,1 SO	Cl хлор 35,5 Cl <sub>2</sub> O	Ar аргон 39,9 —	K калий 39,1 K <sub>2</sub> O	Ca кальций 40,1 CaO	са ҳоказо

Бу қаторда фақат калийдагина атом оғирликнинг ортиб бориши тартибига риоя қилинмаган: калий аргондан олдинда туриши керак эди, лекин у аргондан кейинга қўйилган. Бу ҳол атом тузилишининг ҳозирги замон назариясида батамом тасдиқланганлигини кейинроқ бориб кўрамиз.

Водород билан гелийни ҳозирча қолдира туриб, бошқа элементларнинг хоссалари қандай тартибда ўзгаришини кўриб чиқамиз.

Литий — бир валентли металл, сувни таркибий қисмларга шиддатли суратда ажратиб, кучли ишқор ҳосил қилади. Литийдан кейин бериллий келади, у ҳам металл, аммо икки валентли, сувни таркибий қисмларга одатдаги температурада жуда суёт ажратади. Бериллийдан кейин бор туради, бор металлоидлик хоссалари кучсиз ифодаланган уч валентли элемент бўлиб, шу билан бирга, металлга хос баъзи хусусиятларни ҳам намоён қилади. Қаторда бордан кейин углерод келади; у тўрт валентли металлоиддир. Сўнгра қуйидаги элементлар келади: азот — металлоидлик хоссалари анча равшан ифодаланган элемент бўлиб, у ўзининг юқори оксиди Na<sub>2</sub>O<sub>5</sub> да беш валентлидир; кислород — типик металлоид; ниҳоят, еттинчи элемент фтор — металлоидлар ичида энг актив, унинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари яқин вақтларгача номаълум эди.

Юқорида айтиб ўтилган еттита элемент хоссаларининг қисқача обзоридан кўрамизки, литийда равшан ифодаланган металллик хоссалар бир элементдан иккинчисига ўтиш билан секин-аста заифлашиб, металлоидлик хоссалар кучайиб боради, бу металлоидлик хоссалар фторда энг юқори даражага етади. Шу билан бирга, атом оғирликлари ортиб борган сари элементларнинг кислородга нисбатан валентлиги литийда бирдан бошлаб, ундан кейинги ҳар қайси элементда мунтазам суратда битта ортиб боради.

Агар элементлар хоссаларининг ўзгариши худди шу тартибда давом этаверса эди, фтордан кейин, металлоидлик хоссалари янада кучлироқ ифодаланган элемент туриши керак

эди. Ҳақиқатда эса фтордан кейинги элемент — неон бошқа элементлар билан бирикмайдиган, металллик хоссаларни ҳам, металлоидлик хоссаларни ҳам намоён қилмайдиган инерт газдир.

Неондан кейин, литийга ўхшаш бир валентли металл — натрий келади. Натрий келиши билан биз, элементлар хоссаларининг ўзгариб бориш тартибида ўтган йўлимизнинг бошланган жойига яна қайтгандек бўламиз. Дарҳақиқат, натрийдан кейин, бериллий аналогини бўлган магний келади; ундан кейин алюминий туради, алюминий, гарчи бор каби металлоид бўлмай, балки металл бўлса ҳам, аммо у, баъзи металлоидлик хоссаларни намоён қиладиган уч валентли элементдир. Алюминийдан кейин, кўп жиҳатдан углеродга ўхшаш тўрт валентли металлоид бўлган кремний, ундан кейин, химиявий хоссалари жиҳатидан азотга ўхшаш беш валентли фосфор, сўнгра металлоидлик хоссалари кучли ифодаланган элемент — олтингугурт, олтингугуртдан кейин, фторни ҳам ўз ичига оладиган галогенлар группасига кирувчи ва жуда актив металлоид бўлган хлор ва, нияҳоят, яна инерт газ — аргон келади.

Агар қолган барча элементлар хоссаларининг ўзгаришини кўздан кечириб чиқсак, уларнинг ҳам, умуман олганда, биринчи ўн олтита элементдаги каби эканлигини кўрамиз (водород билан гелий бунга кирмайди): аргондан кейин, яна бир валентли ишқорий металл — калий, ундан кейин, магнийга ўхшаш икки валентли металл — кальций келади ва ҳоказо.

Шундай қилиб, *химиявий элементлар атом оғирликларининг ортиб бориши билан шу элементлар хоссаларининг ўзгариши бир йўналишнинг ўзида узлуксиз давом этавермай, балки даврий характерга эгадир.* Маълум сондаги элементлардан кейин, гўё орқага, дастлабки нуқтага қайтиш юз беради; шундан кейин, маълум даражада, бундан олдинги элементларнинг хоссалари худди ўша тартибда, аммо сифат жиҳатидан фарқ қилган ҳолда такрорланади.

**29. Элементлар даврий системаси.** Элементларнинг шу элементлар хоссалари изчиллик билан ўзгариб борадиган қаторини, масалан, литийдан то неонгача ёки натрийдан то аргонгача бўлган саккиз элементдан иборат қаторни Д. И. Менделеев давр деб атади. Агар биз бу икки даврни бир-бирига остига, литий тагида натрий, неон тагида аргон турадиган тартибда ёзиб чиқсак, элементлар қуйидагича жойлашади:

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

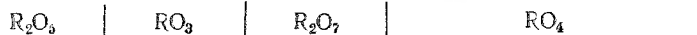
## Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ ЭЛЕМ

Даврлар	Қаторлар	Элементлар				
		I	II	III	IV	
1	I	1. H Водород 1,00797				
2	II	3. Li Литий 6,939	4. Be Бериллий 9,0122	5. B Бор 10,811	6. C Углерод 12,0111	
3	III	11. Na Натрий 22,9898	12. Mg Магний 24,312	13. Al Алюминий 26,9815	14. Si Кремний 28,086	
4	IV	19. K Калий 39,102	20. Ca Кальций 40,08	21. Sc Скандий 44,956	22. Ti Титан 47,90	
	V	29. Cu Мис 63,54	30. Zn Рух 65,37	31. Ga Галлий 69,72	32. Ge Германи 72,5	
5	VI	37. Rb Рубидий 85,47	38. Sr Стронций 87,62	39. Y Итрий 88,905	40. Zr Цирконий 91,22	
	VII	47. Ag Кумуш 107,870	48. Cd Кадмий 112,40	49. In Индий 114,82	50. Sn Қала 118,6	
6	VIII	55. Cs Цезий 132,905	56. Ba Барий 137,34	57. La* Лантан 138,91	72. Hf Гафний 178,49	
	IX	79. Au Олтин 196,967	80. Hg Симоб 200,59	81. Tl Таллий 204,37	82. Pb Қўрош 207,1	
7	X	87. Fr Франций [223]	88. Ra Радий [226]	89. Ac** Актиний [227]	(Th)	
Туз ҳосил қилувчи						
		R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	
Водородли газ						
					RH <sub>4</sub>	
* Ланта						
58. Ce Церий 140,12	59. Pr Прозодим 140,907	60. Nd Неодим 144,24	61. Pm Прометий 147	62. Sm Самарий 150,35	63. Eu Европий 151,96	64. Gd Гадолиний 157,25
** Акти						
90. Th Торий 232,038	91. Pa Протактиний [231]	92. U Уран 288,03	93. Np Нептуний [237]	94. Pu Плутоний [242]	95. Am Америций [243]	96. Cm Кюрий [247]

АР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

группаси						
V	VI	VII	VIII			O
						2. He Гелий 4,0026
7. N Азот 14,0067	8. O Кислород 15,9994	9. F Фтор 18,9934				10. Ne Неон 20,183
15. P Фосфор 30,9738	16. S Олтингургурт 32,064	17. Cl Хлор 35,453				18. Ar Аргон 39,948
23. V Ванадий 50,942	24. Cr Хром 51,996	25. Mn Марганец 54,9380	26. Fe Темир 55,847	27. Co Кобальт 58,9332	28. Ni Никель 58,71	
33. As Мышьяк 74,9216	34. Se Селен 78,96	35. Br Бром 79,909				36. Kr Криптон 83,80
41. Nb Ниобий 92,906	42. Mo Молибден 95,94	43. Tc Технеций 99	44. Ru Рутений 101,07	45. Rh Родий 102,905	46. Pd Палладий 106,4	
51. Sb Сурьма 121,75	52. Te Теллур 127,60	53. I Йод 126,9044				54. Xe Ксенон 131,30
73. Ta Тантал 180,948	74. W Вольфрам 183,85	75. Re Рений 186,2	76. Os Осмий 190,2	77. Ir Иридий 192,2	78. Pt Платина 195,09	
83. Bi Висмут 208,980	84. Po Полоний [210]	85. At Астат 210				86. Rn Радон [222]
(Pa)	(U)					

юқори оксидлар



симон бирикмалар



нидлар

65. Tb Тербий 158,924	66. Dy Диспрозий 162,50	67. Ho Гольмий 164,930	68. Er Эрбий 167,26	69. Tm Тулий 268,931	70. Yb Иттербий 173,01	71. Lu Лютеций 174,97
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------	---------------------------	----------------------------	------------------------------	-----------------------------

нидлар

97. Bk Беркеллий [247]	98. Cf Калифорний [249]	99. E Эйнштейн- ний [254]	100. Fm Фермий [253]	101. Md Менделе- евий [256]	102. No Нобелий [256]	103. Lr Лоуренсий [257]
------------------------------	-------------------------------	---------------------------------	----------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------

Элементлар ана шундай жойлаштирилганда, хоссалари бир-бирига ўхшаш ва бир хил валентликка эга бўлган элементлар, масалан, литий билан натрий, бериллий билан магний ва шу каби бошқа элементлар вертикал қаторларга тушади.

Менделеев барча элементларни даврларга бўлди ва хоссалари бир-бириникига ўхшаган ҳамда ҳосил қиладиган бирикмалари бир типда бўлган элементларни бир-бирининг остига тушадиган қилиб, бу даврларни бирининг тагига иккинчисини жойлаштириш йўли билан элементлар жадвалини тузди; Менделеев бу жадвални элементларнинг группа ва қаторларга бўлинган даврий системаси деб атади. Бу жадвал ҳозирги замон кўринишида, Менделеевдан кейин кашф этилган элементлар билан тўлдирилган ҳолда 94—95-бетларда кўрсатилган. У, ўн та горизонтал ва тўққизта вертикал қатордан, яъни 9 та группадан иборат бўлиб, бу группаларда бир-бирига ўхшаш элементлар бир-бири остига жойлаштирилган.

Дастлаб, горизонтал қаторларга эътибор берайлик. Биринчи қаторда фақат икки элемент бор — қаторнинг бошида водород ва қаторнинг охирида гелий туради. Ана шу икки чеккадаги элемент биринчи даврни ташкил этади, бу даврнинг ўртадаги аъзоларининг ҳаммаси гўё йўқолиб қолгандек туюлади. Иккинчи қаторлар биз юқорида кўриб ўтган элементлардан иборат бўлиб, ҳар қайсида саккизтадан элемент бўлган иккита даврни ташкил қилади. Бу икки даврнинг ҳар бири ҳам ишқорий металл билан бошланиб, инерт газ билан тамомланади. Бу учала давр кичик даврлар деб аталади.

Тўртинчи қатор ҳам ишқорий металл — калий билан бошланади. Шундан олдинги икки қаторда элементлар хоссаларининг ўзгарганлигига қараб, бу қаторда ҳам элементларнинг хоссалари худди ўшандай изчиллик билан ўзгаради, қаторнинг еттинчи элементи яна галоген, саккизинчиси эса инерт газ бўлади, деб кутиш мумкин эди. Аммо бундай бўлмайди. Еттинчи ўринда галоген ўрнида галогенларга жуда кам ўхшайдиган марганец туради. Марганец оралик характердаги металл бўлиб, асосли ва кислотали оксидлар ҳосил қилади, бу оксидлардан энг юқориси  $Mn_2O_7$  хлор оксиди  $Cl_2O_7$  га ўхшайди. Худди шу қаторда марганецдан кейин учта элемент — темир, кобальт ва никель туради, бу элементлар бир-бирига ниҳоятда ўхшаб, инерт газларга мутлақо ўхшамайди ва фақат шундан кейинги, бешинчи қатор мис билан бошланиб, ниҳоят инерт газ — криптон билан тамомланади. Олтинчи қатор яна ишқорий металл — рубидий билан бош-

ланади ва ҳоказо. Шундай қилиб, аргондан кейин элементлар хоссаларининг тақрорланиши, иккинчи ва учинчи қаторлардагига ўхшаб, саккиз элементдан кейин эмас, балки фақат 18 элементдан кейингина бошланади. Бу ўн саккиз элемент катта давр деб аталадиган ва икки қатордан иборат даврни ҳосил қилади.

Ундан кейинги икки қатор — олтинчи ва еттинчи қаторлар ҳам битта катта даврни ташкил қилади. Бу давр ишқорий металл — рубидий билан бошланиб, инерт газ — ксенон билан тамомланади.

Саккизинчи қатор янада мураккаброқ қатордир. Бу ердан лантандан кейин, сийракерметалларни, бошқача айтганда, лантанидлар\* деб аталадиган ўн тўртта элемент келади, бу элементлар жуда кам миқдорда учрайди ва лантанга, шунингдек, бир-бирига ниҳоятда ўхшаш бўлади. Улар атомларининг тузилишидаги ўзига хос хусусиятлардан келиб чиқадиган ана шундай ўхшашлик туфайли (48-параграфга қаралсин), ҳозир лантанидлар умумий жадвалдан ташқарига жойлаштирилиб, лантан турган катакка уларнинг системадаги ўрнигина белгилаб қўйилади\*\*.

Ксенондан кейин келадиган инерт газ — радон тўққизинчи қаторнинг охирида бўлганлиги учун, саккизинчи қатор билан тўққизинчи қатор ҳам ўттиз икки элементни ўз ичига оладиган битта катта даврни ташкил қилади.

Катта даврларда элементларнинг ҳамма хоссалари ҳам иккинчи ва учинчи даврлардаги каби изчиллик билан ўзгаравермайди. Катта даврларда элементлар хоссаларининг даврий суратда ўзгариши ҳар қайси давр ичида ҳам кузатилади. Масалан, бир элементдан иккинчи элементга ўтишда элементлар валентлиги даставвал бир текисда ортади, сўнгра даврнинг ўртасига келганда максимумга етиб, бирданига камайиб кетади, шундан кейин яна орта бориб, даврнинг охирига келганда еттига етади. Ана шу муносабат билан катта даврларнинг ҳар бири икки қисмга (икки қаторга) бўлинган, бу қаторлар гўё мустақил даврларни ҳосил қилади.

Учинчи қаторда ўн еттита элемент бор, бу элементларнинг биринчиси ва охириги ўн биттаси яқиндагина сунъий йўл билан ҳосил қилинган. Охириги ўн бир элемент, шунингдек, улар-

\* Улар баъзан лантаноидлар деб ҳам аталади.

\*\* Менделеевнинг дастлабки жадвалида церий ва тантал орасида элементлар қўйилмаган катта оралик қолган эди, бу оралик саккизинчи қаторнинг охирини, тўққизинчи қаторнинг ҳаммасини ва ўнинчи қаторнинг бошини ташкил этар эди; шундай қилиб, ҳаммаси бўлиб ўн иккита қатор бор эди. Ҳозирги вақтда, лантанидларнинг ҳаммаси бир гурӯппага киритилиши муносабати билан, жадвал фақат ўн та қатор билан тугалланади.

дан олдин келадиган уран, протактиний ва торий элементлари атомларининг тузилиши жиҳатидан актинийга жуда ўхшайди, шунинг учун бу элементлар актинидлар деб аталади ва, худди лантанидлар каби, умумий жадвалдан ташқарига жойлаштирилади.

Шундай қилиб, жадвалнинг ўнта горизонтал қатори учта кичик даврни, учта катта даврни ва битта тугалланмаган даврни ҳосил қилади. Биринчи давр водород билан, қолганлари ишқорий металллардан бири билан бошланади. Ҳар қайси давр инерт газ билан тамомланади.

Жадвалнинг вертикал қаторларида, яъни группаларида ўз хоссалари жиҳатдан бир-бирига ўхшаш элементлар жойлашган. Шунинг учун, ҳар қайси вертикал группа элементларнинг гўё табиий оиласини ҳосил қилади. Бундай группаларнинг сони жадвалда ҳаммаси бўлиб тўққизтадир. Группаларнинг номери жадвалнинг юқорисида рим рақами билан кўрсатиб қўйилган. Жадвалнинг пастада ҳар қайси группа учун хос бўлган туз ҳосил қилувчи юқори оксидларнинг типлари кўрсатилган.

Биринчи группада  $R_2O$  типдаги оксидлар ҳосил қилувчи элементлар, иккинчи группада  $RO$  типдаги, учинчи группада  $R_2O_3$  типдаги оксидлар ҳосил қилувчи элементлар туради ва ҳоказо. Шундай қилиб, ҳар қайси группа элементларининг кислород билан ҳосил қилган бирикмаларидаги энг юқори валентлиги, бир неча элемент истисно қилинганда, группа номерига тўғри келади.

Элементнинг водородга нисбатан валентлиги ҳам группани характерлай олади. Биринчи ва учинчи группалардаги элементлар нуқул дярли металл бўлиб, бу элементлар водород билан ёки бирикма ҳосил қилмайди, ёхуд шундай бирикмалар ҳосил қиладики, бу бирикмалар сувда ажралиб кетадиган қаттиқ моддалардан иборат бўлади. Тўртинчи, бешинчи, олтинчи ва еттинчи группалардаги металлоидлар эса водород билан бирикиб, ўзига хос г а з с и м о н бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмаларнинг типлари ҳам жадвалнинг тагига ёзиб қўйилган. Кўрамизки, металлоидларнинг кислородга нисбатан валентлиги доимо ортиб боргани ҳолда, водородга нисбатан валентлиги тўртинчи группада тўртга тенг бўлиб, ундан кейинги группаларга ўтилганда, аксинча, камайиб боради, шу билан бирга, иккала валентликнинг (кислородга нисбатан валентлик билан водородга нисбатан валентликнинг) йиғиндиси ҳар қайси группада саккизга тенглигича қолади. Бу ҳол иккала валентликлардан бири маълум бўлса, иккинчисини топишга имкон беради. Масалан, азотнинг водородга нисбатан валентлиги ( $NH_3$  да) учга тенг экан-



лигини назарда тутиб, азотнинг кислородга нисбатан энг юқори валентлиги бешга тенг ( $8-3=5$ ) эканлигини топамиз.

Бир группанинг ўзига кирадиган элементларни бир-бирига солиштириб кўриб, тўртинчи горизонтал қатордан бошлаб, ҳар қайси элемент ўзининг бевосита остида ёки устида турган элементга эмас, балки ундан бир катак нарида турган элементга кўпроқ ўхшашлигини пайқаш қийин эмас. Масалан, еттинчи группада бром ўша группадаги хлор ёки йоднинг бевосита яқинида турмайди, балки уларнинг ҳар бири билан бром ўртасига яна биттадан элемент жойлашган бўлади; олтинчи группада турган ўхшаш элементлар — селен ва теллур ўртасида молибден элементи туради; молибден элементи селен ҳамда теллурга унча ўхшамайди; биринчи группага жойлашган калий олтинчи қаторда турган рубидийга кўпроқ ўхшайди; аммо ўзининг бевосита остида жойлашган мисга унча ўхшамайди ва ҳоказо.

Бунинг сабаби шундаки, тўртинчи қатордан бошлаб, ҳар қайсиси икки қатордан — жуфт ва тоқ қаторлардан иборат ва бирининг устига иккинчиси жойлашган катта даврлар келади. Шунинг учун, ҳар қайси группага даврнинг биринчи ярмидан (жуфт қатордан) битта элемент ва иккинчи ярмидан (тоқ қатордан) битта элемент киради. Даврда элементларнинг металллик хоссалари чапдан ўнгга томон заифлашиб борганлигидан, жуфт қатор элементларида металллик хоссалар, умуман олганда, тоқ қатор элементларидагига қараганда кучлироқ ифодаланганлиги тушунарлидир. Қаторлар орасидаги шу фарқни таъкидлаб ўтиш мақсадида, катта даврларнинг жуфт қаторларидаги элементлар жадвалда бир оз чапга, тоқ қаторлардаги элементлар эса бир оз ўнгга суриб ёзилган.

Шундай қилиб, даврий системанинг саккизинчи ва нолинчи группаларидан бошқа ҳар қайси группасини, тўртинчи қатордан бошлаб, икки группачага: катта даврларнинг жуфт қаторлари элементларидан иборат «жуфт» группачага ва тоқ қаторларнинг элементларидан иборат «тоқ» группачага бўлиш мумкин. Д. И. Менделеев типик элементлар деб атаган иккинчи ва учинчи давр элементларига келганда, баъзи группаларда бу элементлар ўзларининг хоссалари жиҳатидан жуфт қатор элементларига, баъзи группаларда эса тоқ қатор элементларига яқин туради. Шунинг учун, типик элементлар айнаи группада ўзларига ўхшаш элементлар билан, ўша группага хос бўлган асосий группачага киритилади. Бу ҳолда иккинчи группача қўшимча группача деб аталади. Шу муносабат билан, биринчи ва иккинчи груп-

панинг типик элементлари жадвалда чапроққа, қолган группаларнинг элементлари эса ўнпроққа силжитиб ёзилган.

Асосий группача билан қўшимча группача орасидаги фарқ (саккизинчи ва нолинчи группаларни назарга олмаганда) жадвалнинг икки чеккасидаги группаларида энг равшан ифодаланган. Масалан, биринчи группада асосий группачани катта даврларнинг жуфт қаторларидаги элементлар — калий, рубидий ва цезий ҳосил қилади, бу группачага иккинчи ва учинчи қаторлардаги элементлар — литий ва натрий ҳам киради. Бу элементларнинг ҳаммаси равшан ифодаланган металллик хоссаларга эга бўлиб, сувни таркибий қисмларга шиддатли равишда ажратади; натижада кучли ишқорлар ҳосил бўлади. Қўшимча группачани мис, кумуш ва олтин ташкил этади, бу элементлар асосий группачадаги элементларга кам ўхшайди. Аксинча, еттинчи группада асосий группачани металлоидлар — фтор, хлор, бром ва йод ташкил этади, қўшимча группачада эса жуфт қаторлардаги элементлар — марганец, технеций ва рений туради, бу элементларда металллик хоссалар металлоидлик хоссалардан устун туради.

Асосий группачаларда элементларнинг атом оғирликлари ертиб бориши билан металллик хоссаларининг кучайиб боришини очиқ-ойдин кўриш мумкин.

Элементларнинг саккизинчи группаси даврий системада алоҳида ўрин тутлади. Бу группада ҳаммаси бўлиб тўққизта элемент бор; унинг битта горизонтал қаторида бирданга бир-бирига ўхшаган учта элемент жойлаштирилган. Бу «триадалар» катта даврларнинг бир горизонтал қаторидан иккинчи горизонтал қаторига ўтишда оралик вазиятни эгаллайди. Саккизинчи группа элементлари кислородга нисбатан саккизга тенг энг катта валентликка эга бўлиши керак эди. Аммо группада фақат озчилик элементларининггина  $RO_4$  типидagi юқори оксидлари ҳосил қилинган.

Менделеевнинг дастлабки жадвалида атиги саккизта группа бор эди, чунки ўша вақтда — аргон, гелий ва бошқа инерт газлар маълум эмас эди. Кейинчалик бориб, инерт газлар кашф этилгандан кейин, улар учун янги группа ажратилшига тўғри келди. Менделеев инерт газларни биринчи группа олдига жойлаштирди ва бу группага нолинчи группа деган ном берди, бу ном ўзининг тартиб номерларидан ташқари, группанинг алоҳида химиявий характерга эга эканлигини ҳам кўрсатади: бу группанинг барча аъзолари бошқа элементлар билан мулақо бирикмайди, яъни улар гўё ноль валентликка эга. Аммо ҳозирги вақтда, биз кейинроқ айтиб ўтадиган сабабга кўра, нолинчи группа, одатда, жадвалнинг ўнг томонидаги чеккасига жойлаштирилади.

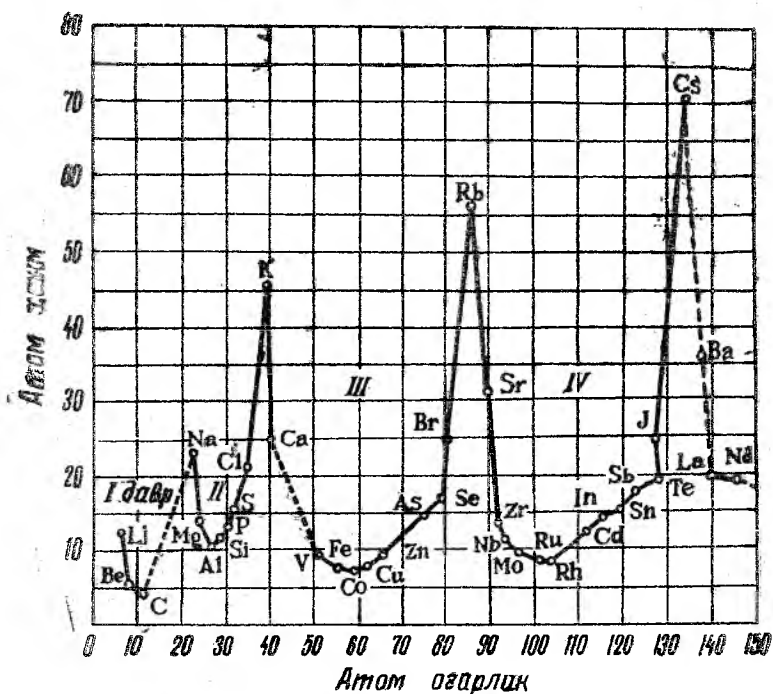
Шуни таъкидлаб ўтиш керакки, 1883 йилдаёқ, яъни инерт газлардан биринчиси — аргоннинг кашф этилишидан II йил аввал, рус революционер олими Н. А. Морозов инерт газларнинг атом оғирликларини назарий йул билан ҳисоблаб чиқарди ва уларни Менделеев жадвалида қайси ўринга жойлаштириш кераклигини аниқ белгилаб берди; бу элементлар кашф этилгандан кейин худди ана шу ўринларнинг ўзига жойлаштирилди, революцион ҳаракагда нштирок этганлиги учун чор ҳукумати уни Штиссельбург қалъасига қамаган эди. Аммо Морозовнинг ана шу ажойиб башорати 1905 йилда қамоқдан чиқарилгандан ва у ерда бир хоналик камерада ётган пайтида ёзган асарлари матбуотда эълон қилингандан кейингина маълум бўлди.

Д. И. Менделеев даврий системани тузишда элементларни атом оғирликларининг ортиб бориш тартибда жойлаштириш принципига асосланди. Аммо, жадвалда кўриниб туришича, уч ерда бу принципдан четга чиқилди. Масалан, аргоннинг атом оғирлиги (39,948), калийнинг атом оғирлиги (39,102) дан катта бўлса ҳам, аргон калийдан олдинда туради. Худди шунингдек, кобальт (атом оғирлиги 58,9332) никелдан (атом оғирлиги 58,71) олдинда ва теллур (атом оғирлиги 127,60) иоддан (атом оғирлиги 126,9044) олдинда туради. Д. И. Менделеев бу ерда, элементларнинг хоссаларига асосланиб, ўзи қабул қилган тартибдан четга чиқди. Шундай қилиб, Менделеев атом оғирликнинг аҳамияти ҳал қилувчи белги эмас деб билди ва жадвалда элементнинг ўрнини белгилашда шу элементнинг барча индивидуал хоссаларига асосланди. Д. И. Менделеевнинг даврий системада элементларни мутлақо тўғри жойлаштирганлигини ва бу жойланиш атомларнинг тузилишига мувофиқлигини энг сўнгги вақтларда қилинган илмий текширишлар тасдиқлаб берди; бу тўғрида VII бобда батафсил сўзланади.

Шундай қилиб, даврий системада элементларнинг хоссалари, уларнинг атом оғирликлари, валентликлари, химиявий характери ва бошқа хоссалари жадвалнинг горизонтал қаторларида ҳам, унинг вертикал қаторларида ҳам маълум тартибда ўзгаради. Демак, элементнинг жадвалдаги ўрни, унинг хоссалари билан белгиланади ва, аксинча, мутлақо муайян хоссалар тўпламига эга бўлган элемент жадвалда маълум ўринни эгаллайди. Шунинг учун, элементнинг жадвалдаги ўрни маълум бўлар экан, унинг хоссаларини анча аниқ айтиб бериш мумкин.

Масалан, учинчи горизонтал қаторда магний билан кремний ўртасидаги катакда жойлашган элементнинг хоссаларини билиш керак бўлсин. Бу элементнинг учинчи группда жойлашганлигига асосланиб, у  $R_2 O_3$  типидagi оксид ҳосил қилади, яъни бу элемент уч валентлидир, дейиш мумкин. Яна, бу элементдан чап томонда иккинчи группда типик металл —

магний, ўнг томонда, тўртинчи группда эса кучсиз металлоид — кремний турганлигидан, тавсифланаётган элемент магнийга қараганда камроқ типик металлдир, дейиш тўғрироқ бўлади. Бу хулоса яна шу билан тасдиқланадики, бу металлдан бир ўрин юқорида, худди шу группанинг ўзида жуда заиф металллик хоссаларга эга бўлган бор, паства эса анча равшан



7- расм. Атом ҳаҷмларининг ўзгаршини кўрсатадиган эгри чизиқ.

ифодаланган металллик хоссаларга эга бўлган скандий туради. Демак, биз текшираётган элемент металлдир. Бинобарин, бу элемент водород билан ё мутлақо бирикмайди ёки қаттиқ бирикма ҳосил қилади; унинг оксиди, магний металидан кремний металлоидига ўтишда оралик элементнинг оксиди бўлганлиги учун, кучсиз ифодаланган асос хоссаларига эга бўлиши ёки бу оксид кислоталар билан ва ишқорлар билан реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилувчи амфотер оксид бўлиши керак. Биз юқорида айтиб ўтган ўринда турувчи алюминий элементининг хоссалари ҳақиқатда ана шундайдир.

Алюминийнинг атом оғирлиги ҳам, унинг жадвалдаги ўрни асосида, алюминийга қўшни бўлган элементлар атом оғирликларининг ўртача арифметик миқдори сифатида осонгина ҳисоблаб топилиши мумкин.

Шуни таъкидлаб ўтмоқ лозимки, элементларнинг химиявий хоссаларигина эмас, балки оддий моддаларнинг жуда кўп физик хоссалари ҳам, агар улар атом оғирликларига боғлиқ ҳолда олиб қаралса, даврий равишда ўзгаради. Оддий моддалар физик хоссаларининг ўзгаришидаги даврийлик оддий моддалар атом ҳажмлари\* бир-бирига таққослаб қаралганда, айниқса яққол кўринади. 7-расмда кўрсатилган эгри чизиқ атом оғирликларнинг ортиб бориши билан атом ҳажмларнинг қандай ўзгаришини очиқ кўрсатади. Эгри чизиқнинг юқори нуқталарида энг катта атом ҳажмларга эга бўлган ишқорий металллар туради.

Оддий моддаларнинг солиштирма оғирликлари, суюқлашиш ва қайнаш температуралари ҳамда бошқа физик константалари ҳам худди шу тариқа даврий равишда ўзгаради.

Химиянинг энг буюк қонунаридан бирини—элементлар даврий системасини яратган Дмитрий Иванович Менделеев 1834 йилнинг 7 январида Тобольск шаҳрида маҳаллий гимназия директори оиласида туғилди. Менделеев Тобольск гимназиясида ўқиб ўрта маълумот олди, шундан кейин Петербург педагогика институтига кириб, уни 1857 йилда олтин медал билан тамомлади.

Д. И. Менделеев 1859 йилда «Солиштирма ҳажмлар тўғрисида» деган темада магистрик диссертациясини ёқлаб, чет элга икки йиллик илмий командировкага жўнади. Менделеев Россияга қайтиб келгач Петербург технология институтининг профессори қилиб сайланди, икки йил ўтгандан кейин эса Петербург университетининг профессори қилиб сайланди, Менделеев бу университетда 23 йил давомида илмий ва педагогик иш олиб борди. Д. И. Менделеев 1893 йилда ўлчов ва тарозилар палатасининг мудари қилиб тайинланди. Менделеев ўлчов ва тарозилар палатасида катта илмий ҳамда адабий ишлар ҳам олиб борди.

Д. И. Менделеев ижодий фаолиятининг энг буюк самараси даврий қонуinning кашф этилиши ва элементлар даврий системасининг яратилиши бўлди.

Д. И. Менделеевнинг бошқа асарлари ичида энг муҳимлари «Исследование водных растворов по удельному весу» («Судачи эритмаларини солишти-



Дмитрий Иванович Менделеев  
(1834—1907)

\* Атом ҳажм — элементнинг бир грам-атоми эгаллаган ҳажм.

тирма оғирлигига қараб текшириш») деган асари, «О соединении спирта с водой» («Спиртнинг сув билан бирикishi тўғрисида») деган докторлик диссертацияси ва «Понимание растворов как ассоциаций» («Эритмаларни ассоциациялар деб тушуниш») деган асари эди. Эритмаларнинг Д. И. Менделеев ишлаб чиққан «химиявий» ёки гидратлар назарияси деб аталадиган назарияси эритмалар тўғрисидаги ҳозирги замон таълимотининг пойдевори-ни ташкил этади.

Д. И. Менделеевнинг «Основы химии» («Химия асослари») деган китоби унинг машҳур асари бўлиб, Менделеев бу асарида бутун анорганик химияни даврий қонун нуқтаи назаридан баён этиб берди. «Бу «Асослар» менинг севикли фарзандимдир,— деб ёзган эди Д. И. Менделеев 1905 йилда.— Унда менинг образим, менинг педагоглик тажрибам ва менинг чин қалбимдан айтилган фикрларим ифодаланган».

Д. И. Менделеев назарияни практика билан узвий боғлаб олиб бориб, ўзининг бутун ҳаёти давомида ватани sanoatini ривожлантиришга кўп эътибор берди. Менделеев нефть технологияси масалалари билан чуқур шуғулланиб, Бокуда нефть ишларини ўрганди, нефть чиқаришини имкони борича ошириш ва уни химиявий йўл билан қайта ишлаш зарурлигини оташни пропаганда қилди, Бокудан Қора денгиз бўйига нефтепровод ўтказишни тавсия этди. Менделеев Уралнинг темир-руда sanoati билан қизиқиб ва Уралга бориб, шу sanoat билан танишиб чиқиб, Кузнецк ҳавзасидаги кўмирлардан фойдаланиш масаласини кўтариб чиқди, шарқда металлургияни ривожлантириш учун бир қатор таклифлар киритди ва «рудадан чўян эмас, балки тўғридан-тўғри темир ва пўлат ажратиб олиш» масаласини майдонга ташлади.

**30. Даврий системанинг аҳамияти.** Элементлар даврий системаси химиянинг шундан кейинги тараққиётига катта ёрдам берди. Бу система химиявий элементларнинг улар мунтазам бир система ҳосил қилишини ва бир-бирига чамбарчас боғлиқ эканлигини кўрсатувчи дастлабки табиий классификацияси бўлибгина қолмай, балки кейинги текширишлар учун қудратли восита ҳам бўлди.

Менделеев ўзи кашф этган даврий қонунга асосланиб, ўз жадвалини тузаётган вақтда кўпгина элементлар ҳали маълум эмас эди. Масалан, ҳозир тўртинчи қаторда турган скандий элементи номаълум эди. Атом оғирлигига кўра, кальцийдан кейин титан турар эди, ammo титанни кальцийдан кейинноқ жойлаштириш мумкин эмас эди, чунки у, учинчи гурупага тушиб қолган бўлар эди; ҳолбуки, титан тўрт валентли элемент бўлиб, юқори оксид  $TiO_2$  ни ҳосил қилади, унинг бошқа барча хоссаларига кўра ҳам у, тўртинчи гурупага киритилиши керак. Шунинг учун, Менделеев кальций билан титан ўртасидаги бир катакни бўш қолдирди. Худди ана шу фикрларга асосланиб, бешинчи қаторда рух билан мышьяк орасида иккита бўш катак қолдирилди, ҳозир бу катакларга таллий билан германий элементлари жойлашган. Бўш қолдирилган жойлар бошқа қаторларда ҳам бор эди. Д. И. Менделеев бўш қолдирилган бу жойларни тўлдириши керак бўлган ва ҳали маълум бўлмаган элементлар мавжудлигига ишонибгина

қолмай, балки бу элементларнинг хоссаларини даврий системадаги бошқа элементлар орасидаги ўрнига асосланиб туриб, олдиндан айтиб ҳам берди. Кальций билан титан орасидаги бўш ўринни ишғол қилиши лозим бўлган номаълум элементларнинг бирига Менделеев экабор деган ном берди (чунки унинг хоссалари борнинг хоссаларига ўхшаш бўлиши керак эди); Менделеев жадвалда бешинчи қаторда рух билан мишьяк орасида бўш қолдирилган ўринларни эгаллаши керак бўлган икки элементнинг бирини экаалюминий ва иккинчисини экасилиций деб атади.

Менделеев номаълум бу элементларнинг хоссаларини олдиндан айтиб берар экан, бундай деб ёзган эди: «Бу нарса ни қилишга қарор берганимдан мақсадим шуки, мен тахмин қилган жисмлардан бирортаси кейин бориб бўлса ҳам, кашф этилса, мен таклиф этаётган системага асос бўлган фаразларнинг тўғрилигига ўзимда тўла ишонч ҳосил қилиш ва бошқа химикларни ишонттириш имкониятига эга бўлурман».

Ушандан сўнг 15 йил давомида Менделеевнинг башоратлари ёрқин суратда тасдиқланди: кутилган элементларнинг учаласи ҳам дарҳақиқат кашф этилди. Даставвал, француз химиги Лекок де-Буабодран галлий деб аталган янги элементни кашф этди, бу элементнинг хоссалари Д. И. Менделеев экаалюминий деб атаган элементнинг у олдиндан айтиб берган барча хоссаларига ўхшаш бўлиб чиқди; шундан кейин, Швецияда Нильсон Менделеев олдиндан айтган экаборнинг хоссаларига эга бўлган скандий элементини кашф этди ва, ниҳоят яна бир неча йил ўтгач, Германияда Винклер германий элементини кашф этди, бу элементнинг хоссалари Менделеев олдиндан айтган экасилиций элементининг хоссаларига ўхшаш бўлиб чиқди.

Менделеев башоратларининг ҳайратда қоларли даражада аниқ эканлиги тўғрисида тасаввур ҳосил қилиш учун, Менделеев 1871 йилда олдиндан айтган экасилиций элементининг хоссаларини 1886 йилда кашф этилган германий элементининг хоссалари билан таққослаб кўрамиз:

#### Экасилицийнинг хоссалари

Экасилиций Es — суюқланувчан металл бўлиб, қаттиқ қиздирилганда учиб кетиш хусусиятига эга.

Es нинг атом оғирлиги 72 га яқин  
Es нинг солиштирама оғирлиги 5,5 чамасида.

EsO<sub>2</sub> осон қайтарилшини керак.

#### Германийнинг хоссалари

Германий Ge — кул ранг металл бўлиб, 960° га яқин температурада суюқланади, ундан юқори температурада эса учиб кетади.

Ge нинг атом оғирлиги 72,59 га тенг.  
Ge нинг зичлиги 20 да 5,35 г/см<sup>3</sup> га тенг.

GeO<sub>2</sub> кўмир ёки водород таъсиридан металлгача осон қайтарилган.

$\text{EsO}_2$  нинг солиштирма оғирлиги 4,7 га яқин келади.

$\text{EsCl}_4$  90° га яқин температурада қайнайдиغان суюқлик, унинг солиштирма оғирлиги 1,9 га яқин.

$\text{GeO}_2$  нинг зичлиги 18° да 4,703 г/см<sup>3</sup> га тенг.

$\text{GeCl}_4$  83° да қайнайдиغان суюқлик унинг зичлиги 18° да 1,88 г/см<sup>3</sup> га тенг.

Галлий, скандий ва германийнинг кашф этилиши даврий қонуннинг гоят буюк галабаси бўлди. Рус химиги башоратларининг тасдиқланганлиги тўғрисида ва унинг даврий қонуни тўғрисида бутун дунё гапира бошлади; Менделеевнинг даврий қонуни, ана шундан кейин, химиянинг асосий қонуни сифатида умум томонидан эътироф этилди.

Бу кашфиётни Менделеевнинг ўзи ҳам чуқур мамнуният билан қарши олди. «Мен 1871 йилда даврий қонуннинг ҳалигача кашф этилмаган элементлар хоссаларини топишга татбиқ этилиши тўғрисида мақола ёзиб, — деган эди Менделеев, — даврий қонуннинг бу натижалари тасдиқланадиган вақтгача яшай оламан деб ўйламаган эдим, аммо ҳақиқатда бунинг тескариси бўлиб чиқди. Мен учта элементнинг: экабор, эка-алюминий ва экасилицийнинг хоссаларини олдиндан айтиб берган эдим, 20 йил ўтмасданоқ, бу учала элементнинг кашф этилганлигини кўриб ниҳоятда хурсанд бўлдим...»\*.

Даврий система баъзи элементларнинг валентликлари ва атом оғирликларининг аҳамияти тўғрисидаги масалани ҳал қилишда ҳам катта роль ўйнади. Масалан, бериллий элементи узоқ вақт алюминийнинг аналогидек бўлиб, унинг оксиди  $\text{Be}_2\text{O}_3$  формула билан кўрсатиб келинди. Бериллий оксидида 16 оғирлик қисм кислородга 9 оғирлик қисм бериллий тўғри келиши анализ йўли билан топилган эди. Аммо бериллийнинг учувчан бирикмалари номаълум бўлганлиги учун, бериллийнинг атом оғирлигини аниқ топиш мумкин бўлмади. Процент таркибига ва тахмин этилган формуласига асосланиб, бериллийнинг атом оғирлиги 13,5 га тенг деб ҳисобланди. Даврий система бериллий учун фақат битта ўрин, яъни магний тепасидаги ўрингина хос эканлигини кўрсатди; шу сабабдан, бериллий оксидининг формуласи  $\text{BeO}$  бўлиши керак, унинг атом оғирлиги эса 9 бўлади. Бу хулоса бериллий хлорид бугунинг зичлигини топиш билан тез орада тасдиқланди, бу эса бериллийнинг атом оғирлигини ҳисоблаб чиқаришга имконият туғдирди.

Худди шунингдек, даврий система баъзи нодир элементларнинг атом оғирликларини тўғрилашга ҳам имкон берди. Масалан, цезийнинг атом оғирлиги 123,4 деб ҳисоблаб келин-

\* Д. И. Менделеев, Основы химии, Госхимиздат, II том, 1947, 389-бет.



ган эди. Менделеев эса, элементларни жадвалга жойлашти-  
рар экан, цезий ўз хоссалари жиҳатидан биринчи группанинг  
чап қисмида рубидий тагида туриши кераклигини ва, шу са-  
бабдан, унинг атом оғирлиги 130 га тенг бўлиши кераклиги-  
ни топди. Энг сўнги усуллар билан аниқланишига кўра,  
цезийнинг атом оғирлиги 132, 905 га тенгдир.

Даврий қонунга кўпчилик олимлар дастлаб ниҳоятда совуққонлик ва  
нишонсизлик билан қарадилар. Менделеев, ўз кашфиётига асосланиб, атом  
оғирликлар тўғрисидаги бир неча тажриба маълумотларига шубҳаланган ва  
ҳали кашф этилмаган элементларнинг мавжудлигини ва уларнинг хоссала-  
рини олдиндан айтишга қарор берган бир пайтда, кўпгина химиклар унинг  
дадил фикрларини очиқдан-очиқ назар-писанд қилмадилар. Масалан,  
Л. Мейер 1870 йилда даврий қонун тўғрисида: «Хозиргача қабул қилинган  
атом оғирликларни бундай қалтис фикрларга асосланиб туриб ўзгартириш  
шошма-шошарлик бўларди» деб ёзган эди.

Аммо Д. И. Менделеевнинг башоратлари тасдиқлангандан ва даврий  
қонунни умум эътироф этгандан кейин, бир қатор мамлакатларда бу соҳада  
Менделеевнинг биринчилигини камситишга ва даврий қонунни ўз олимлари-  
дан бири кашф этган қилиб кўрсатишга уриниб кўрилди.

Д. И. Менделеев бундай уринишларга норозилик билдириб, қуйидаги-  
ларни ёзган эди:

«Қонуннинг тасдиқланмоғи учун, шу қонундан усиз чиқариб бўлмайди-  
ган ва чиқаришга умид ҳам боғлаб бўлмайдиган хулосалар чиқарилиши ва  
бу хулосаларнинг тўғрилиги тажрибада текшириб кўрилиши шартдир. Шу-  
нинг учун ҳам, мен даврий қонунни кўргач, ўзим (1869—1871) шу қонундан  
унинг тўғри ёки нотўғрилигини кўрсата оладиган антикий хулосалар чи-  
қардим... Бу тариха текшириб кўрилмаганда, бирорта ҳам табиат қонуни-  
нинг тасдиқланиши мумкин эмас. На Шанкуртуа (французлар даврий  
қонунни ана шу киши кашф этган деб даъво қиладилар) ва Ньюлэндс  
(инглизлар даврий қонунни ана шу одам кашф этган дейдилар) ва Л. Мей-  
ер (баъзи кишилар даврий қонунни ана шу киши асослаган деб ҳисоблайди-  
лар) ҳали топилмаган элементларнинг хоссаларини олдиндан айтишга,  
«қабул қилинган атом оғирликларни» ўзгартиришга ва, умуман, даврий  
қонунни табиатнинг янги, қатъий қарор топган қонуни деб ҳисоблашга, бу  
қонунни ханузгача умумлаштирилмаган фактларни ўз ичига оладиган қонун  
деб билишга журъат эта олмадилар, мен бўлсам бу қонунни аввал бошда-  
ноқ (1869) шундай деб биламан»\*.

Даврий қонуннинг кашф этилиши ва химиявий элемент-  
лар системасининг яратилиши химия ва бошқа табиёт фан-  
лари учунгина эмас, балки философия учун, бизнинг дунёни  
тушунишимиз учун ҳам гоят катта аҳамиятга эга бўлди. Дав-  
рий қонун химиявий элементларнинг хоссалари билан улар  
атомларидаги модда миқдори ўртасидаги боғланишни очиб  
бериш билан табиат тараққиётининг умумий қонуни, миқ-  
дорнинг сифатга ўтиш қонунининг ёрқин исботи бўлди.

Даврий қонун химиявий элементлар тўғрисида Менде-  
леев замонидаги барча билимларнинг ниҳоятда буюк якуни

\* Д. И. Менделеев. Основы химии, Госхимиздат, II том, 1947,  
389-бег.

бўлди. Менделеев, химиявий элементлар мунтазам система ҳосил қилади, бу система табиатнинг фундаментал қонунига асосланади, деб кўрсатган эди.

Менделеев даврий қонуннинг ғоят катта аҳамияти бор деб билди ва, шу билан бир вақтда, бу қонуннинг моҳиятини билиш учун яна сабот билан ишлаш ва янгидан-янги текширишлар ўтказиш лозим эканлигини бир неча бор таъкидлаб ўтди.

«Даврий қонун,— деб ёзган эди Менделеев,— ҳозирда табиатнинг янги, қисман эндигина очилган сирли тарзида гавдаланади». Фаннинг шундан буёнги тараққиёти, даврий қонунга асосланиб, материянинг тузилишини Менделеев даврида билиш мумкин бўлганидан кўра чуқурроқ билишга имкон берди. XX аср бошида майдонга келган назария, яъни атом тузилиши назарияси, қуйида кўрсатилганидек, даврий системани янгича тарзда ёритиб берди ва унинг аҳамиятини янада оширди.

#### IV БОБ

### АТОМНИНГ ТУЗИЛИШИ

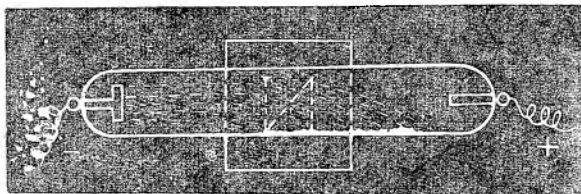
Барча химиявий элементлар орасида даврий системада равшан акс этирилган қонуний боғланиш борлиги барча атомларнинг асоси бир бўлиб, бу атомларнинг ҳаммаси бир-бири билан жуда яқин муносабатда туради: деган фикрга олиб келади. Аммо ўн тўққизинчи асрнинг охирларигача химияда атом оддий модданинг энг кичик заррачаси, материянинг энг охирги бўлиниш чегараси деган метафизик эътиқодлар ҳукм суриб келди. Барча химиявий ўзгаришларда молекулалар емирилиб, янги молекулалар ҳосил бўлади, атомлар эса ўзгармай қолади ва ўзидан кичикроқ қисмларга бўлинмайди, деб келинди.

Бундай тасаввурларнинг бир томонлама ва чекланган эканлигини айрим олимларгина тушунар эди. Масалан, А. М. Бутлеров 1886 йилда мана бундай деб ёзган эди: «...ҳозирги вақтда баъзи элементларнинг «атомлар» деб аталадиган заррачалари, асли моҳияти билан айтганда, балки, химиявий йўл билан бўлиниш хусусиятига эгадир, яъни улар ўз табиати жиҳатидан бўлинмайдиган заррачалар бўлмай, балки ҳозирда бизга маълум бўлган воситалар билангина ажратиб бўлмайдиган заррачалардир ва ...кейин бориб кашф этиладиган процессларда уларни ажратиш мумкин бўлади». Шунга ўхшаш фикрларни Бутлеров билан қарийб бир вақтда Н. А. Морозов ҳам баён этган эди. «Атомлар,— деб ёзган эди у,— бирор бошқа космик шароитда, масалан, бирданига чақнаб кетган юлдузларни спектрал текширишда вақт-вақти билан пайқаладиган осмон ёнғинлари шароитида ажралмайди деб ўйлаш мумкинми? Бундай деб ўйлаш албатта мумкин эмас! Химиявий элементларнинг атомлари оламнинг чексиз тарихида эволюцияда бўлиб туришини кўрсатадиган қўлдан-қўл далиллар бор».

Аммо бу фаразларнинг ҳаммаси ҳам ўша вақтда бирор экспериментал далиллар билан исботлана олмас эди. XIX

асрнинг охиридагина атом тузилишининг мураккаб эканлигини, уларнинг маълум шароитда емирилиб, бошқа атомларга айланиши мумкинлигини шак-шубҳасиз исботлаб берадиган кашфиётлар қилинди. Атом тузилиши тўғрисидаги таълимот ана шу кашфиётлар асосида тез ривожлана бошлади.

31. **Электронларнинг кашф этилиши.** Атомларнинг мураккаб тузилишга эга эканлигини кўрсатадиган дастлабки маълумотлар кучли даражада сийраклаштирилган газларда электр разряди бўлганда вужудга келадиган катод нурларини текшириш вақтида олинган эди. Бу нурларни кузатиш учун, ичига иккита металл электрод кавшарлаб қўйилган шиша найдаги ҳавонинг ҳаммаси имкони борича сўриб оли-



8- расм. Катод нурларининг магнит майдонида огиши.

нади ва шу най ичидан юқори кучланишга эга бўлган ток ўтказилади. Бундай шароитда най катодидан шу катод юзасига перпендикуляр (тик) йўналишда «кўринмас» катод нурлари тарқалади, шиша найнинг бу нурлар келиб тушган жойи яшилроқ тусли шуъла чиқаради.

Катод нурлари ўз йўлига жойлаштирилган осон ҳаракатланувчи жисملарни ҳаракатга келтириш хусусиятига эга бўлиб, магнит (8- расм) ва электр майдонида (мусбат зарядланган пластинка томонга) ўзининг дастлабки йўналишидан оғади. Катод нурларининг таъсири найнинг ичидагина билинади, чунки бу нурлар шишадан ўта олмайди ва ташқарига чиқа олмайди.

Катод нурларининг хоссаларини текшириш улар манфий электр билан зарядланган ва ёруғлик тезлигининг ярмига тенг тезлик билан учадиган ниҳоятда майда заррачалар оқимидир, деган хулосага олиб келди. Махсус усуллардан фойдаланиб, катод заррачаларининг массасини ва зарядининг миқдорини аниқлашга муваффақ бўлинди. Ҳар қайси заррачанинг массаси 0,00055 кислород бирлигига тенг эканлиги маълум бўлди, бу масса водород атоми, яъни барча атомлар ичида энг енгилли массасининг  $1/1840$  қисмига баравардир. Катод заррачасининг заряди  $1,602 \cdot 10^{-10}$  кулонга, яъни

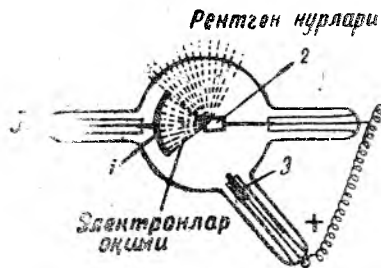
$4,803 \cdot 10^{-10}$  электростатик бирликка тенг. Шу нарса айниқса ажойибки, заррачаларнинг массаси ҳам, уларнинг заряди ҳам на газнинг табиатига, на катод моддасининг табиатига, на тажрибанинг бошқа шароитига боғлиқ бўлади. Бундан ташқари, катод заррачалари зарядланган ҳолатдагина маълум бўлиб, уларни ўз зарядларидан ажратиб, нейтрал заррачаларга айлантириб бўлмайди: электр заряди шу заррачалар табиатининг асл моҳиятини ташкил этади, дейиш мумкин. Бу заррачалар электронлар деб аталади.

Ҳозирги замон нуқтан назаридан, *электрон заряди энг кичик электр заряди, энг кичик электр миқдори бўлиб, электрнинг бундан кичик миқдори мавжуд бўла олмайди.* Электр айрим заррачалардан — электрнинг «атомлари»дан иборат бўлиб, зарядланган ҳар қандай жисмда бутун сондаги ана шундай атомлар албатта бўлади.

Катод найлариде электронлар катоддан электр разряди таъсири остида ажралиб чиқади. Аммо улар электр разряди бўлмаган ҳолларда ҳам пайдо бўлиши мумкин. Масалан, барча металллар қаттиқ қиздирилганда, улар жуда кўп электронлар тарқатади; шамнинг ёки горелканинг алангасида ҳам электронлар бўлади; кўпгина моддалар ультрагунафша ёки рентген нурлари билан ёритилганда электронлар ажратиб чиқаради ва ҳоказо.

Хилма-хил моддаларнинг электронлар ажратиб чиқариши бу заррачаларнинг барча атомлар таркибига киришини кўрсатади; демак, *атомлар мураккаб тузилган, яна ҳам майда структура бирликлардан иборат заррачалардир.*

**32. Рентген нурларининг кашф этилиши.** Рентген 1895 йилда шишанинг катод нурлари таъсири остида шуълаланишини текширар экан, нурланишининг янги турини—X—нурларни кашф этди, бу нурлар кейин бориб, рентген нурлари деб аталди. Бу нурлар фотография пластинкасига таъсир этишига ва кўпгина моддаларни шуълалантиришига (флуоресценциялантиришига) қараб пайқалган эди. Рентген нурларининг энг ажойиб хоссаси шундан иборатки, уларнинг жисмлардан ўтиш хусусияти гоят кучлидир. Рентген нурлари фақат шишадангина эмас, балки картон, ёғоч, мато ва бошқа ҳар хил моддалардан, яъни одатдаги ёруғлик нурлари ўта олмайдиган



9-расм. Рентген найи:

1 — катод; 2 — антикатод; 3 — анод.

моддалардан ҳам бемалол ўтаверади. Фақат металлларгина, айниқса, оғир металллар рентген нурларини кучли даражада тугтиб олади.

Катод нурлари таъсир этадиган ҳар қандай қаттиқ жисм рентген нурларининг манбаи бўла олади, ammo баъзи оғир металллар (вольфрам, платина ва бошқалар) рентген нурларини айниқса интенсив суратда чиқаради. Шунинг учун, рентген нурлари ҳосил қилиш ва уларни текшириш мақсадида махсус «рентген» найлари қурилади (9-расм), бу найларда катод нурларининг дастаси антикатод деб аталадиган металл пластинкасига тушади.

Пластинка жуда тез учувчи катод заррачалари (электронлар) зарбига учраб, рентген нурлари чиқара бошлайди. Рентген нурлари, катод нурларининг аксича, магнит майдонида ҳам, электр майдонида ҳам оғмайди, демак, уларда ҳеч қандай электр заряди бўлмайди.

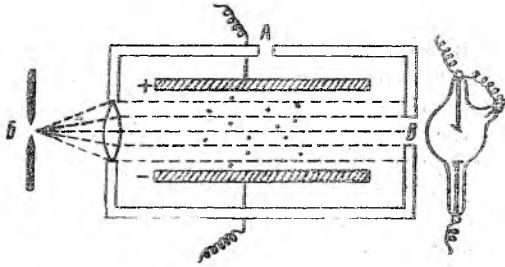
Рентген нурларининг юқорида кўрсатиб ўтилган хоссаларидан ташқари, уларда газларни ионлаштириш хусусияти ҳам бор. Бу нурлар газ орқали ўтганда, шу газ электр ўтказадиган бўлиб қолади. Текширишларнинг кўрсатишича, газнинг электр ўтказувчан бўлиб қолишига сабаб шуки, газнинг мусбат ва манфий зарядланган ҳамда ионлар деб аталадиган заррачалари ҳосил бўлади; газ ионланади дейишнинг сабаби ҳам ана шу.

Ионларнинг ҳосил бўлиши атомларда электронлар борлигини тасдиқлайдиган янги далилдир. Рентген нурлари таъсири остида газнинг нейтрал атомлари ва молекулаларидан электронлар ажралиб чиқади, натижада, бу газнинг атомлари ва молекулалари мусбат зарядланиб қолади. Шу билан бир вақтда, бошқа молекулалар ажралиб чиққан электронлар билан боғланиб, манфий зарядланган ионларга айланади.

Рентген нурларининг газларни ионлаштириш хусусиятидан электронларнинг зарядини бевосита ўлчаш учун фойдаланилган эди. Электронлар заряди 10-расмда схемаси кўрсатилган установкада ўлчанган эди. Бу установка кичикроқ камерада иборат бўлиб, бу камерада бир неча дарча бор. Камеранинг ичида конденсаторнинг изоляторларга ўрнатилган иккита пластинкаси бўлади.

Ўлчаш методи қуйидагидан иборат бўлган эди: камерага *A* тешиги орқали мойнинг ниҳоятда майда томчилари пуркалган бўлиб, бу томчилар оғирлик кучи таъсири остида секин-аста пастга туша бошларди. Камеранинг ичини *B* электр ёни билан ёритиб, томчиларнинг тушишини камеранинг олдинги деворларидаги дарча рўпарасига ўрнатилган микроскоп орқали кўриш мумкин бўлди, томчиларнинг тушиш тезлигига қараб, уларнинг оғирлигини ўлчаш мумкин эди. Агар конденсатор пластинкалари орасидаги ҳавога қисқа вақт давомида рентген нурлари (*B* дарча орқали) таъсир эттирилса, ҳаво ионланади ва мойнинг айрим томчилари ҳосил бўлган ионлар билан бирикиб, электр билан зарядланиб қолади. Конденсатор пластинкалари зарядлангунча, бундай томчилар оғирлик кучи таъсири остида

одатдаги тезлик билан пастга тушаверади. Конденсаторга заряд берилди дегунча, томчилар ҳаракатида ҳам ўзгариш бўлади: масалан, айна томчи манфий зарядли бўлиб, конденсаторнинг юқориги пластинкаси мусбат зарядланган бўлса, томчи юқориги пластинкага тортила бошлайди, унинг тушиши секинлашади ёки, ҳатто, у юқориги пластинкага томон кўтарилла бошлайди. Конденсаторнинг зарядини тартибга солиб, бирор томчининг бутунлай тўхтаб қолшига ва ҳавода муаллақ туришига эришиш мумкин. Маълумки, бундай шароитда томчининг оғирлиги пластинканинг тортиш кучи билан мувозанатда бўлади. Электр майдонининг кучланиши ва томчининг оғирлиги маълум бўлгани учун, улар ўртасидаги тенгликдан фойдаланиб, томчининг зарядини ҳисоблаб топиш мумкин.



10-расм. Электроннинг зарядини ўлчаш учуи ишлатиладиган установканинг схемаси.

Айрим томчилар устида ўтказилган кўпдан-кўп кузатишлар шу томчиларнинг зарядлари ҳар хил бўлишини, аммо улар ҳамма вақт энг кичик зарядга тенг ёки унга қараганда бир неча марта ортқ бўлишини кўрсатди, бу энг кичик заряд ҳозирги замон маълумотларига кўра,  $4,803 \cdot 10^{-10}$  электростатик бирликка тенг. Томчи бирдан кам электрон юта олмайди, шу сабабдан, бу энг кичик заряд электроннинг зарядидир.

Рентген нурларининг табиати узоқ вақт мунозараларга сабаб бўлди. Оқибатда физиклар рентген нурлари, худди кўринадиган ёруғлик нурлари каби, электромагнит тўлқинларидан иборат, аммо уларнинг тўлқин узунлиги анча кичик, деган хулосага келдилар. Рентген нурларининг спектрларини текшириб чиқиш атомларнинг тузилиши тўғрисидаги таълимотни ривожлантиришда жуда муҳим роль ўйнади.

**33. Радиоактивликнинг кашф этилиши. Радий** ва унинг хоссалари. Рентген янги хил нурлар кашф этгандан кейин кўп ўтмай, француз физиги Беккерель уран металининг тузлари, яъни ўша вақтда маълум бўлган химиявий элементлардан энг оғирининг (унинг атом оғирлиги 238,03 га тенг) тузлари кўринмас қандайдир нурлар тарқатиш хоссасига эга эканлигини, бу нурлар, худди рентген нурлари каби, ҳар хил моддалардан ўтиб, одатдаги ёруғлик таъсиридан ҳимоя қилинган фотография пластинкасини қорайтиришини пайқайди.

Шундан кейинроқ, Мария Кюри-Склодовская торийнинг, яъни атом оғирлиги жиҳатидан уранга яқин бўлган элементининг бирикмаларида ҳам ана шундай хоссалар борлигини топди. Кюри таклифи билан бу хосса радиоактивлик деб (бу сўз, том маъноси билан айтганда, нур тарқатиш фао-

лияти демакдир), уран тузлари ва торий тузлари чиқарадиган нурлар каби нур чиқарувчи моддалар эса радиоактив моддалар деб аталди.

Мария Кюри-Склодовская 1867 йилнинг 7 ноябрида Варшава шаҳрида туғилди. Унинг отаси олий мактабнинг математика ва физика ўқитувчиси эди. Мария ёшлик даврида, олий мактабда математика ва физика ўқитувчиси бўлган отасининг шогирдлари ташкил этган тўғаракда ишлаб, революцион ҳаракатда қизгин иштирок этди. Бу тўғарак муваффақиятсизликка учрагандан кейин, Мария Варшавани ташлаб, Парижга кўчиб кетишга мажбур бўлди ва у ерда университетга кирди.



Мария Кюри-Склодовская  
(1867—1934)

Склодовская университетни тамомага, ўзининг эри Пьер Кюри билан биргаликда, радиоактивлик ҳодисаларини ўрганишга киришди. Склодовскаянинг бу соҳада қилган самарали ишлари учун унга физика фанлари доктори деган илмий даража берилди. Кюри-Склодовская эри вафот этгандан кейин (1906 йилда) радиоактив элементларни ўрганиш соҳасида ўзининг илмий фаолиятини давом эттирди. Кюри-Склодовская 1910 йилда жаҳонда биринчи бўлиб, радиий металини ажратиб олди. Кюри-Склодовская икки марта Нобель мукофоти олган бирдан-бир олим эди.

Уран тузларида радиоактивлик хоссалар борлигининг кашф этилиши эр-хотин Кюриларда ураннынг барча бирикмаларини кенг суратда текшириш фикрини уйғотди. Бу текширишлар радиоактивлик ҳодисаси уран атомларига хос хусусият эканлигини кўрсатди, чунки радиоактивлик даражаси бирикмалардаги уран миқдоригагина боғлиқ бўлиб, ураннын қандай элемент билан бирикканлигига мутлақо боғлиқ эмас.

Мария ва Пьер Кюрилар ураннын табиий бирикмаларини текшира бошлаганларида, бу бирикмаларда уран миқдори кам бўлса-да, тоза уран тузларига ёки ураннын ўзига қараганда кўпроқ радиоактивликка эга эканлиги аниқланди. Бунга асосланиб, уран рудаларида бошқа бир радиоактив модда қўшимчаси бўлади, деб тахмин қилиш табиий бир ҳол эди, бу моддани одатдаги анализ ёрдами билан пайқаш имконияти бўлмаганидан, бу модда рудада ниҳоятда оз миқорда бўлади, деб ўйлашга тўғри келди.

Дарҳақиқат, Кюрилар уран смола рудаси деб аталадиган рудадан шу руда таркибидаги моддаларни бирин-кетин ажратиб олиб, бу рудада кучли даражада радиоактив бўлган иккита янги элемент борлигини топдилар. Бу элементларнинг бири,



Мария Кюри таклифига биноан, полоний деб, иккинчиси эса радий деб аталди.

Рудада бу иккала элементнинг миқдори ҳам ниҳоятда оз эди. Шу сабабдан, уларни тоза ҳолда ажратиш олиш учун гоё кўп миқдордаги рудани ишлаш керак эди. Бунда уран смола рудасининг ўзидан эмас, балки рудадан уран ажратиш олингандан кейин қолган чиқиндидан фойдаланилди. Кюрилар ярим йилдан ортиқроқ вақт олган кўп ва қийин меҳнат натижасида, бир неча тонна чиқиндини қайта ишлаб, таркибида граммнинг бир неча юз улушига тенг миқдорда радий бўлган тоза радий хлорид ажратиш олишга муваффақ бўлдилар. Фанда бутун бир ўзгариш яшаш учун шу миқдорнинг ўзиёқ кифоя эди.

Полоний, рудада амалий жиҳатдан олганда ниҳоятда оз миқдорда бўлганлигидан, уни тоза ҳолда ажратиш олиш мумкин бўлмади\*.

Ҳозирги вақтда радийнинг хоссалари анча яхши ўрганилган. Радий — кумушдек оқ металл бўлиб, анча юмшоқ, одатдаги температурада сувни таркибий қисмларга ажратади. Радий химиявий хоссалари жиҳатидан барийга анча яқин келади, радий уран смола рудасида ҳам барий билан бирга учрайди. Радийни барийдан ажратиш олиш жуда қийин, чунки улар тузларининг химиявий ва физик хоссалари бир-бирига ўхшайди. Радий, худди барий каби, даврий системанинг иккинчи группасида туради. Радий, одатда, хлорид ёки бромид тузлар ( $RaCl_2$  ёки  $RaBr_2$ ) ҳолида олинади.

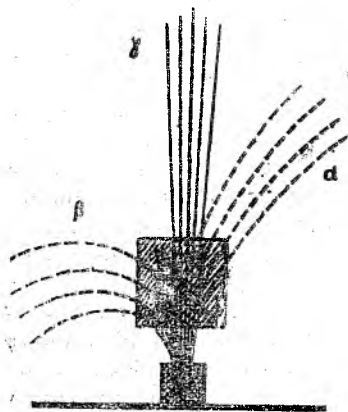
Радий табиатда анча кўп тарқалган; у кўпгина минералларда ва минерал сув манбаларида учрайди, ammo улардаги радий миқдори ниҳоятда кам бўлади. Радий уран рудаларидан ажратиш олинади. Ураннынг радийга энг бой рудасидан 1 тоннаси таркибида 0,3 г радий бўлади.

Радийнинг энг ажойиб хоссаси унинг ниҳоятда радиоактивлигидир, радийнинг радиоактивлик хоссаси ураннынг радиоактивлик хоссасидан бир неча миллион марта кучли. Радий тузлари шуълаланади, унинг шуъласи қоронғи жойда кўринади.

Радийнинг тўхтовсиз суратда кўп миқдорда энергия чиқариб туриш хусусияти айниқса ажойибдир. Қалориметрик ўлчашларнинг кўрсатишича, 1 г радий бир соат давомида 137 кал иссиқлик чиқаради, шу билан бирга, кўп йиллар давомида олиб борилган кузатишларда радий чиқарадиган энергия миқдорининг сезиларли даражада камайиши пайқалмади.

\* Кейинроқ бориб, уран рудасида учинчи радиоактив элемент актиний ҳам топилди.

Радийнинг юқорида баён этилган «ажойиб» хоссалари энергиянинг сақланиш қонунини гўё шубҳа остига олиб қўйди. Радий энергиянинг гўё абадий манбаи, яъни ҳеч қандай бошқа энергия сарф қилинмаса ҳам, энергия берадиган манба бўлиб кўринди. Шунинг учун, кўпгина олимлар радийни ва радиоактив нурланишни илмий жиҳатдан текшириш билан шугуллана бошлаганликлари ажабланарли ҳол эмас. Олиб борилган текширишлар шу қадар қимматли янгиликлар бердики, бу маълумотлар химиявий элементлар тўғрисидаги фикрларни, шунингдек, атомлар ўзгармайди деган илгариги тасаввурларни тубдан ўзгартиришга мажбур этди.



11-расм. Радиоактив нурланишнинг магнит майдонида ажралиб кетиши.

#### 34. Радиоактив емирилиш.

Агар радий препарати, масалан, граммнинг юздан бир неча ҳиссасига тенг миқдордаги радий бромид  $RaBr_2$  кўрғошиндан ясалган ва тепаси тешилган кичкинагина қутичага жойлаштирилса, қутичадан нурларнинг ингичкагина дастаси чиқа бошлайди, бу нурлар юқорига томон йўналган бўлади; ёнаки нурларнинг ҳаммасини кўрғошин тутиб қолади. Тешикнинг тепасига фотография

пластинкаси тутиб турилса, шу пластинканинг нурлар тушган жойида қора доғ ҳосил бўлади.

Энди, қутичанинг тешигига кучли магнитнинг шимолий қутбини яқинлаштириб кўрайлик. Аҳвол бутунлай ўзгариб кетади. Пластинкада битта қора доғ ўрнига учта доғ: бири бояги жойда, иккинчиси ундан чапда ва учинчиси унинг ўнг томонида ҳосил бўлади.

Бу тажриба кузатилаётган нурланиш бир жинсли эмаслигини, нурларнинг вертикал дастаси магнит майдони таъсири остида уч хил нурга ажралишини кўрсатади (11-расм): магнит майдонида ўз йўналишини ўзгартирмайдиган нурлар  $\gamma$ -нурлар деб, магнит юқорида айтилганча тутиб турилганда чап томонга оғадиган нурлар  $\beta$ -нурлар деб, ўнг томонга оғадиган нурлар эса  $\alpha$ -нурлар деб аталди\*.

\* Радийнинг ўзи фақат  $\alpha$ -нурлар билан  $\gamma$ -нурлар чиқаради. Радий препаратининг  $\beta$ -нурлар чиқаришига сабаб шуки, бу препаратларда, одатда, бошқа радиоактив моддалар қўшимчаси бўлади, бу қўшимчаларнинг баъзилари  $\beta$ -нурлар чиқаради.

$\gamma$ -нурлар ўз хоссалари жиҳатидан рентген нурларига мутлақо ўхшайди.  $\gamma$ -нурлар, худди рентген нурлари каби, одатдаги ёруғлик нурларининг худди ўзи бўлиб, аммо уларнинг тўлқин узувликлари анча қисқа ва жисмлардан ўтиш хусусияти кучлидир;  $\gamma$ -нурларнинг таъсирини қалинлиги 30 см гача бўлган пўлатдан ўтгандан кейин ҳам пайқаш мумкин.

$\beta$ -нурлар катод нурларига ўхшайди. Бу нурлар манфий электр билан зарядланган ва ниҳоятда тез учувчи заррачалар оқими бўлиб, бу заррачаларнинг массаси водород атоми массасининг атиги  $1/1840$  улушига тенг. Бундай заррачаларнинг электронлар деб аталиши юқорида айтиб ўтилган эди.

$\beta$ -нурлар билан катод нурлари орасидаги ягона фарқ шу нурларни ҳосил қилувчи заррачаларнинг ҳаракат тезлигидадир. Энг тез учадиган катод заррачаларнинг тезлиги 150 минг км/сек бўлган ҳолда, баъзи  $\beta$ -заррачаларнинг ҳаракат тезлиги ёруғлик тезлигига (300 минг км/сек га) яқинлашиб боради.  $\beta$ -нурлар қалинлиги 3 мм га етадиган алюминий листларидан ўтиш хусусиятига эга.

$\alpha$ -нурлар. Энг ажойиб нурлар  $\alpha$  нурлардир.  $\alpha$ -нурлар, худди  $\beta$ -нурлар каби, заррачалар оқимидан иборат бўлиб, бу заррачалар мусбат электр билан зарядланган.  $\alpha$ -нурларнинг ҳаракат тезлиги  $\beta$ -нурларнинг тезлигидан анча кичик, аммо шундай бўлса ҳам, ғоят катта тезликка, чунончи, 20 минг км/сек тезликка эга;  $\alpha$ -заррачалар моддаларга бошқа заррачалардан кўра осонроқ ютилади:  $\alpha$ -нурларни батамом тутиб қолиш учун қалинлиги 0,1 мм бўлган алюминий лист кифоя.

$\alpha$ -заррачаларнинг магнит ва электр майдонларида оғишини ўлчаб кўриб, ҳар қайси  $\alpha$ -заррача зарядининг шу заррача массасига бўлган нисбатини ҳисоблаб топиш мумкин бўлди, бу нисбат, агар заряд бирлиги сифатида электрон заряди, масса бирлиги сифатида углерод атоми массасининг  $1/12$  улуши қабул қилинса, 1:2 га тенг бўлиб чиқади.  $\alpha$ -заррача зарядини бевосита ўлчаш, бундан ташқари, шу заряднинг катталиги электрон зарядининг икки хоссасига барабар эканлигини кўрсатди; бундан,  $\alpha$ -заррачанинг массаси тўртга тенг, деган хулоса келиб чиқади. Аммо гелий элементининг атомларигина ана шундай массага эга. Шундай қилиб,  $\alpha$ -заррачалар гелий атомларининг, аниқроқ қилиб айтганда, гелий ионларининг айнан ўзи бўлиб чиқди.

$\alpha$ -заррачалар гелий ионларининг айнан ўзи эканлиги бевосита ўтказилган тажрибалар билан исботланди.  $\alpha$ -нурлар ўтиши мумкин бўлган даражада юпқа шиша най ичига радий препарати солиниб, найнинг оғзи кавшарлаб беркитил-

ди ва бу най қалин деворли бошқа бир шиша най ичига жойлаштирилди. Маълум вақт ўтгандан кейин, сиртқи найда гелий борлигини спектроскоп ёрдами билан аниқлаш мумкин бўлди.

Агар  $\alpha$ -нурлар йўлига сирти рух сульфид билан қопланган экран қўйилса, қоронғи жойда бу экраннинг шуълаланишини кўриш мумкин. Кузатиш мақсадида, с п и н т а р и с к о п деб аталадиган асбобдан фойдаланиш қулай (12-расм). Бу асбоб латунь (жез) цилиндрдан иборат бўлиб, унинг юқориги қисмида *B* лупа, тубида эса *A* экран бор, экран сиртига рух сульфид юритилган. Экраннинг рўпарасига учига радиоактив модда суртилган *B* нина жойлаштирилади. Экран лупа орқали қаралса, шуълаланиш кўпдан-кўп чақнашлардан иборат эканлиги яхши кўринади. Ҳар қайси чақнаш битта  $\alpha$ -заррачанинг экранга келиб урилиш натижасидир; шунинг учун, чақнашлар сонини ҳисоблаб чиқиб, маълум вақт оралигида экранга келиб тушадиган  $\alpha$ -заррачалар сонини ҳам топиш мумкин.



12-расм. Спінтарископ.

Бу чақнашлар айрим атомларнинг кўзга кўринадиган биринчи таъсири бўлди ва атомлар реал мавжуд эканлигининг шак-шубҳасиз исботидир\*. 1 г радийнинг бир секундда  $3,5 \cdot 10^{10}$  донга  $\alpha$ -заррача чиқариши чақнашлар сонини ҳисоблаш йўли билан аниқланди.

Радийдан чиқадиган нурларда, юқорида айтиб ўтилган фотография пластинкасига таъсир этиш хоссасидан ташқари, кўпгина химиявий реакцияларга сабаб бўлиш хусусияти ҳам бор. Радий тузи ёки бошқа бирор радиоактив модда тузи эритилган сув водород билан кислородга секин-аста ажралади; радиоактив нурлар таъсирида аммиак водород билан азотга, водород хлорид водород билан хлорга ажралади, кислород эса озонга айланади. Шуни таъкидлаб ўтамизки, бу реакцияларнинг ҳаммаси ташқаридан энергия беришни талаб этадиган эндотермик реакциялардир.

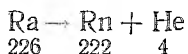
Радиоактив нурлар таъсирида кўпгина моддалар шуълалана бошлайди; электр ўтказмайдиган баъзи моддалар (масалан, парафин) сезиларли даражада ток ўтказадиган бўлиб қолади. Ниҳоят, радиоактив нурлар катта физиологик активликка ҳам эга: улар организм тўқималарини емиради, бактерияларни ўлдиради ва ҳоказо.

\* Ниҳоятда кичик атом экранга урилганда сезиларли ёруғлик ҳосил қила олишининг сабаби,  $\alpha$ -заррачаларнинг кўринадиган ёруғлик эффекти ҳосил қилиш учун етарли бўлган ғоят зўр кинетик энергияси борлигидир.

Радий  $\alpha$ -нурлар билан  $\gamma$ -нурлар чиқарибгина қолмай, балки бунда янги газсимон радиоактив моддага айланади ҳам; бу модда даставвал радий эманацияси деб аталган эди. Бу газ, гарчи ниҳоятда оз миқдорда ҳосил бўлса ҳам, уни йиғиб олишга ва унинг хоссаларини текшириб кўришга муваффақ бўлинди. Эманация, химиявий жиҳатдан олганда, ҳеч қандай модда билан реакцияга киришмайдиган инерт газ бўлиб чиқди. Бу газ химиявий элемент бўлиб, унга радон ( $Rn$ ) деган ном берилди.

Радоннинг атом оғирлиги 222 га тенг эканлиги маълум бўлди. Радийнинг атом оғирлиги 226, гелийнинг атом оғирлиги эса 4 бўлганлиги учун, шубҳасиз, радий нурланганда унинг атомлари радон атомлари билан гелий атомларига ажралади.

Бошқача қилиб айтганда, радий иккита янги элементга — радон ва гелийга тўхтовсиз суратда айланиб туради.



Радонни текшириш унинг узоқ турмаслигини кўрсатди. Радон  $\alpha$  — нурлар чиқариб, гелийга ва радий  $A$  деб аталадиган радиоактив қаттиқ моддага ажралади. Радий  $A$ , ўз навбатида, бирин-кетин бир қатор радиоактив элементларга айланади. Ана шу элементлардан бири полоний бўлиб, у радий билан бир вақтда кашф этилган эди.

Радиоактив ҳодисаларнинг кашф этилиши химиявий элементларнинг атомлари емирилиши ва янги атомлар ҳосил қилиши мумкин бўлган мураккаб системалар эканлигига ҳеч қандай шубҳа қолдирмади. Радийнинг радонга ва гелийга айланиши, шунингдек, радоннинг бошқа элементларга айланиши шак-шубҳасиз исбот этилди. Демак, химиявий элементлар, ҳеч бўлмаганда уларнинг баъзилари, бири-бирига айлана олади\*.

Аммо бу айланишлар одатдаги химиявий реакциялардан катта фарқ қилади. Химиявий реакцияларнинг тезлигига температура, босим ва бошқа шароит таъсир этгани ҳолда, радиоактив ўзгаришларга ҳозирги замон фани ихтиёрида бўлган ҳеч қандай ташқи муҳит сезиларли даражада таъсир эта олмайди. Радиоактив ўзгаришлар ниҳоятда паст ва ниҳоятда юқори температураларда, бўшлиқда ва ғоят катта босим остида, қоронғида ва ёруғда мутлақо бир хил бўлади. Бу ўзгаришлар «ўз-ўзидан» бўлади дейиш мумкин. Биз бу ўзгаришларни на тезлата оламиз, на секинлаштира оламиз.

\* Қўпгина радиоактив элементлар ҳозир суъий йўл билан олинади. Бу тўғрида кейинроқ сўзланади.

Эрнест Резерфорд (Ernest Rutherford) радиоактивлик ҳодисасини ва атом тузилишини текшириш соҳасида ишлаган энг йирик олимлардан бири бўлиб, 1871 йилнинг 30 августида Нельсонда (Янги Зеландия) туғилди; Монреал университетида (Канада), шундан кейин, 1907 йилдан бошлаб Манчестерда, 1919 йилдан бошлаб эса Кембридж ва Лондонда физика профессори бўлиб ишлади.



Эрнест Резерфорд  
(1871—1937)

Резерфорд 1900 йилдан бошлаб, радиоактив ҳодисаларни ўрганиш билан шуғулланди. У радиоактив моддалар чиқарадиган уч хил нурни кашф этди; Резерфорд, Содди билан биргаликда, радиоактив емирилиш назариясини тақлиф қилди; кўпгина радиоактив процессларда гелий ҳосил бўлишини аниқ исботлади. 1911 йилда атом ядросини кашф этди ва атомнинг планетар моделини ишлаб чиқди; шу билан атом тузилиши тўғрисидаги ҳозирги замон таълимотининг ривожланишига асос солди. Резерфорд 1919 йилда баъзи барқарор элементларни  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилиб, уларни жаҳонда биринчи бўлиб, бошқа элементларга айлантирди.

**35. Атомнинг ядро модели.** Атомнинг тузилиши 1897—1898 йилларда, яъни катод нурларининг табиати, бу нурлар электронлар оқимидан иборат эканлиги аниқлангандан ва электрон заряди ҳамда массаси топилгандан кейингина ўрганила бошлади. Хилма-хил моддалардан электронлар ажралиб чиқиши электронлар барча атомлар таркибига кирди, деган хулосага олиб келди. Аммо атом, умуман олганда, электр жиҳатидан нейтралдир; бинобарин, атомда яна бошқа бир таркибий қисм, мусбат зарядланган қисм бўлиши ва, шу билан бирга, унинг заряди электронларнинг маъфий зарядлари йиғиндисини мувозанатлаши керак. Атомнинг мусбат зарядланган бу қисмини 1911 йилда Резерфорд  $\alpha$ -заррачаларнинг газларда ва бошқа моддаларда ҳаракатланишини текшириш пайтида кашф этди.

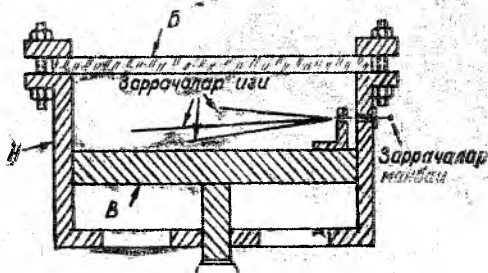
Юқорида айтиб ўтилганидек, радиоактив элементларнинг атомлари ажратиб чиқарадиган  $\alpha$ -заррачалар гелийнинг мусбат зарядланган ионлари бўлиб, уларнинг ҳаракат тезлиги 20 минг км/сек га етади.  $\alpha$ -заррачалар ана шундай ғоят катта тезликка эга бўлганлиги учун, ҳаво орқали учиб ўтиб ва газларнинг молекулалари билан тўқнашиб, улардан электронларни уриб чиқаради. Электронларнинг йўқотган молекулалар мусбат зарядланиб қолади, улардан ажралиб чиққан электронлар эса бошқа молекулаларга дарҳол бирикиб,

уларни манфий зарядлайди. Шундай қилиб, ҳавода  $\alpha$ -заррачалар йўлида газнинг мусбат ва манфий зарядланган ионлари ҳосил бўлади.

Инглиз физиги Вильсон айрим заррачаларнинг йўлини кўринадиган қилиш ва бу йўлларнинг фотосуратини олиш учун  $\alpha$ -заррачаларнинг ҳавони ионлаштириш хусусиятидан фойдаланди.

Вильсон методи қуйидагидан иборат. Агар сув бугига тўйинган ҳаво тез совитилса, буғ суюқликка айланиб, жуда майда туман томчиларини ҳосил қилади.

Аммо чангдан тамомла холи бўлган ҳавода туман ҳосил бўлмаслиги аниқланди; туман ҳосил бўлиши учун, чанг заррачалари бўлиши албатта зарур; буғ ана шу заррачалар атрофига тўпланиб суюқликка айланади. Газнинг электр билан

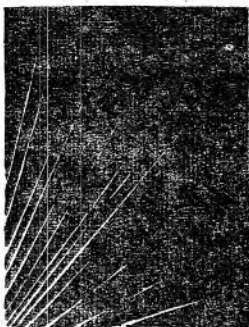


13-расм. Вильсон камерасининг схемаси.

зарядланган молекулалари ҳам худди ана шундай чанг заррачалари каби таъсир этади. Агар  $\alpha$ -заррачалар сув бугига ўта тўйинган ҳавони камерадан ўтказилса,  $\alpha$ -заррачалар йўлида ҳосил бўладиган ионлар ўз атрофида сув бугини сув томчиларига айлантиради, камера ён томонидан ёритилганда эса ҳар қайси заррачанинг йўли ингичка туман йўли тарзида кўринади.

Бундай тажрибалар учун ишлатиладиган Вильсон камераси шишадан қилинган  $B$  қопқоқли  $A$  цилиндрдир (унинг схемаси 13-расмда кўрсатилган); ҳаракатчан поршень  $B$  цилиндр туби хизматини ўтайди. Поршень орқага тез сурилганда камерадаги нам ҳаво кенгайиш натижасида совийди ва сув бугига ўта тўйинади.

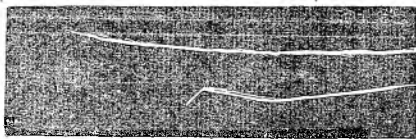
$\alpha$ -заррачаларнинг Вильсон камерасидаги (14-расм) йўлларини кўздан кечирсак,  $\alpha$  — заррачаларнинг йўли тўғри чизиқли йўл эканлигини кўрамиз. Шу билан бир вақтда, назариянинг кўрсатишича, ҳар қайси заррача ўз йўли давомида (бу йўл ҳавода 11 см га етиши мумкин) юз мингларча атомларни учратиши керак.



14-расм.  $\alpha$ -заррачалар йўлининг фотосурати.

Шунга қарамасдан, заррачанинг йўли тўғри чизиқлигича қолар экан, демак,  $\alpha$ -заррачалар атомлар ичидан ўтиб кетади.

Бу ҳодисани янада пухтароқ текшириш шуни кўрсатадики, нурларнинг параллел дастаси газ ёки юпқа металл пластинка қавати орқали ўтгандан кейин чиқаётган нурлар ўзаро параллел бўлмай, бир оз тарқоқ бўлади; айтишларича,  $\alpha$ -заррачалар тарқалади, яъни улар дастлабки йўлидан оғади. Тўғри, оғиш бурчаклари, умуман олганда, катта эмас, аммо ҳамма вақт шундай заррачалар бўладигани (тахминан саккиз



15- расм. Иккита  $\alpha$ -заррача йўлининг фотографияси.

ларининг баъзи фотографияларида заррачаларнинг бундай жуда катта бурчакка оғиши равшан кўриниб туради (15- расм).

$\alpha$ -заррачалар ҳаракат йўналишида бирданига бўладиган бундай ўзгаришнинг сабаби нима?  $\alpha$ -заррачаларнинг бурилиши, умуман олганда,  $\alpha$ -заррачалар ҳамда атомнинг зарядли қисмлари орасида ўзаро электр таъсири бўлишидан келиб чиқишини тушуниш қийин эмас. Электронларнинг ана шундай қисмлар бўла олиши гумон. Ахир, электроннинг массаси  $\alpha$ -заррачанинг массасидан қарийб 7500 марта кичик-ку; шунинг учун,  $\alpha$ -заррача электронга жуда яқин бўлган жойдан учиб ўтганда ҳам, бу заррача электронни бир томонга оғдирди, аммо ўзининг йўлини унча ўзгартирмайдн.  $\alpha$ -заррачанинг оғиши  $\alpha$ -заррачаларнинг атомлардаги мусбат зарядланган қисмлар билан ўзаро таъсири натижасида содир бўлади, деб фараз қилишга тўғри келади, атомларнинг мусбат зарядланган бу қисмлари, равшанки,  $\alpha$ -заррачалар қандай массага эга бўлса, худди ана шундай массага эга. Бундан ташқари, шу масса ниҳоятда кичик ҳажмни эгаллайди, деб фараз қилиш зарур, чунки, акс ҳолда, унинг заряди кучли электр майдони ҳосил қила олмас ва  $\alpha$ -заррача катта бурчакка оға олмас эди.

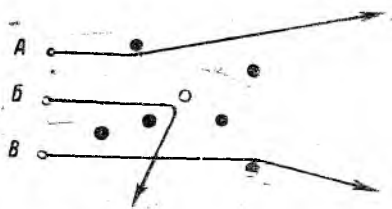
Резерфорд ана шу мулоҳазаларга асосланиб, атом тузилишининг қуйидаги схемасини таклиф этди. Атомнинг марказида мусбат зарядланган ядро туради, бу ядро атрофида ҳар хил орбиталар бўйлаб электронлар айланади. Электронлар-



нинг айланиши натижасида ҳосил бўладиган марказдан қочувчи куч ядро билан электрон орасида вужудга келадиган ўзаро тортилиш кучи билан мувозанатлашади. Шу сабабли, электронлар ядродан маълум узоқликда ҳаракат қилади. Электронларнинг массаси ниҳоятда кичик бўлганлигидан, атом массасининг қарийб ҳаммасини шу атом ядросининг массаси ташкил этади. Бутун атом ўлчамлари билан шу атомнинг айрим қисмлари ўлчамлари орасидаги нисбат тахминан қуйидаги рақамлар билан ифодаланади: атомнинг диаметри\*  $10^{-8}$  см атрофида, электрон диаметри  $10^{-13}$  см ва ядро диаметри  $10^{-14}$  дан  $10^{-12}$  см гачадир. Бундан равшанки, ядро ҳамда электронлар (уларнинг сони унча кўп эмаслигини қуйида кўриб ўтамиз) атом системаси эгаллаган бутун фазонинг ниҳоятда кичик қисмини эгаллайди.

Атом тузилишининг Резерфорд таклиф этган схемаси ёни, одатда айтишларича, атом модели  $\alpha$ -заррачанинг юқорида баён этилган оғиш ҳодисасини осон изоҳлаб беради. Дарҳақиқат, ядронинг ва электронларнинг ўлчамлари бутун атомнинг ўлчамларига қараганда жуда кичикдир; атомнинг ўлчамлари эса ядродан энг узоқ бўлган электронлар орбитаси билан белгиланади; шунинг учун,  $\alpha$ -заррачаларнинг кўпчилиги атомлар орасидан ўтиб, ўз йўлидан унча оғмайди.  $\alpha$ -заррачалар ядрога жуда ҳам яқин келгандагина электроник итарилиш натижасида бу заррача ўзининг илгариги йўлидан жуда оғиб кетади.

16-расмда  $\alpha$ -заррачаларнинг атом ичидан ўтиш йўли кўрсатилган. Қора тўғаракчалар билан электронлар, расм ўргасидаги оқ тўғаракча билан атом ядроси кўрсатилган. А ва В заррачалар электронлар билан учрашганда бир оз оғади; Б заррача эса мусбат зарядланган ядро билан учрашиб, кучли даражада оғади.



16-расм.  $\alpha$ -заррачаларнинг атом ичидан ўтиш йўли.

Шундай қилиб,  $\alpha$ -заррачаларнинг тарқалишини ўрганиш атомнинг ядро назариясига асос солди.

**36. Ядроларнинг зарядлари. Мозли қонуни.** Атомнинг тузилиш назарияси ривожлана бошлаганда, унинг олдида турган вазифалардан бири ҳар хил атомлар ядролари зарядининг

\* Атомнинг диаметри деганда бутун атом системасини қамраб олган сфера диаметри тушунилади.

қийматини аниқлаш вазифаси бўлди. Атом, умуман олганда, электр жиҳатидан нейтрал бўлганлиги учун, ядро зарядини аниқлаб, шу ядро атрофида айланувчи электронлар сонини топиш ҳам мумкин. Бу вазифани ҳал қилишда рентген нурларининг спектрларини ўрганиш катта ёрдам кўрсатди.

Аввало, одатдаги оптик спектрларнинг, яъни «қўринадиган» ёруғлик спектрларининг ўзи нима эканлигини эслатиб ўтамиз.

Агар чўғланган қаттиқ жисм сочаётган оқ ёруғлик нурларининг ясси дастаси шиша призмадан ўтказилса, призманинг орқа томонига қўйилган экранда туташ спектр деб аталадиган ва рангдор йўллардан иборат спектр ҳосил бўлади, бу спектрда камалакнинг қизилдан тортиб, то гунафшагача барча ранглари узлуксиз тартибда ҳосил бўлади. Бу ҳодисанинг сабаби шундаки, оқ ёруғлик тўлқин узунлиги ҳар хил бўлган рангдор нурлардан иборат, бу нурлар призмадан ўтар экан, ўз йўлидан ҳар хил даражада оғади ва экраннинг ҳар хил жойларига тушиб, спектр ҳосил қилади.

Спектр ҳосил қилиш учун, призма ўрнига дифракцион панжарадан фойдаланса ҳам бўлади. Дифракцион панжара шиша пластинкадан иборат бўлиб, бу пластинка сиртига бир-бирига жуда яқин ораликда олмос билан ингичка параллел чизикчалар чизилган бўлади (1 мм да 1500 гача чизикча бўлади). Тиниқмас бу чизикчалар панжаранинг «новдалари» ролини ўйнайди. Ёруғлик ана шундай панжара орқали ўтиб, таркибий қисмларга ажралади ва спектр ҳосил қилади; бу спектр призма ёрдами билан ҳосил қилган спектрга ўхшайди-ю, аммо унда ранглар тескари тартибда жойлашган бўлади.

Чўғланган қаттиқ жисмлар ёки суюқликлар ҳамма вақт туташ спектр ҳосил қилади. Қаттиқ қизиган газ ёки буг чиқарадиган ёруғлик таркибий қисмларга ажралганда аҳвол бутунлай бошқача бўлади. Бундай газ ёки бугдан чиқадиган ёруғлик таркибида фақат муайян баъзи нурларгина бўлади. Шунинг учун, экранда туташ рангдор спектр ўрнига айрим-айрим рангдор чизикларгина ҳосил бўлади, бу чизиклар бир-биридан қора йўллар билан ажралиб туради. Бу чизикларнинг сони, ранги ва жойланиши қаттиқ қизиган газ ёки бугнинг табиатига боғлиқ. Масалан, калий металлининг буги учта чизикдан — иккита қизил тусли ва битта гунафша тусли чизикдан иборат спектрни ҳосил қилади; кальций бугининг спектрида бир неча қизил, сариқ ва яшил чизиклар бўлади ва ҳоказо. Бундай спектрлар уз уқ-уз уқ ёки чизик-чизик спектрлар деб аталади.

Оптик спектрларни ўрганиш учун, спектроскоп ва спектро-

метр деб аталадиган махсус асбоблар бор. Спектрометр спектр чизиқларининг сонини ва қандай жойлашганлигини кузатишгагина имкон бериб қолмай, балки тегишли нурларнинг тўлқин узунликларини ўлчашга ҳам имкон беради.

Энди, рентген нурларининг спектрларини ва бу спектрларни ўрганиш натижасида олинган хулосаларни кўриб чиқишга ўтамиз.

Биз юқорида айтиб ўтгандек, рентген нурлари ниҳоятда тез учаётган электронларнинг бирор қаттиқ жисмга бориб урилиши натижасида ҳосил бўлади ва кўринадиган ёруғлик нурларидан тўлқин узунликларининг анча қисқа бўлиши билан фарқ қилади. Энг қисқа ёруғлик тўлқинларининг узунлиги 4000 ангстрем (гунафша рангдаги нурлар) бўлгани ҳолда, рентген нурларининг тўлқин узунлиги 20 дан то 0,1 ангстремгача бўлади.

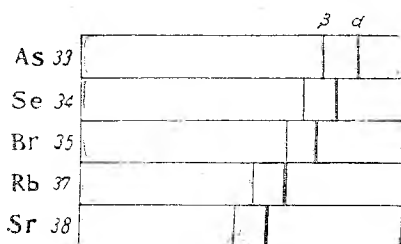
Рентген нурларининг спектрини ҳосил қилиш учун, одатдаги призмадан ёки юқорида баён этилган дифракцион панжарадан фойдаланиб бўлмайди. Назарий жиҳатдан олганда, рентген нурлари каби, ана шундай қисқа тўлқин узунлигига эга бўлган нурлар учун 1 мм сиртида 1 000 000 чизиқча бўлган дифракцион панжара тайёрлаш лозим эди. Бундай панжарани сунъий йўл билан тайёрлаш мумкин бўлмаганидан, узок вақт рентген нурлари спектрини ҳосил қилиш имконияти туғилмади.

1912 йилда швейцариялик физик Лауэда рентген нурлари учун дифракцион панжара сифатида кристаллардан фойдаланиш керак, деган фикр туғилди. Кристаллардаги атомларнинг маълум бир тартибда жойлашганлиги ва бу кристаллар ораллиги ниҳоятда кичик бўлганлиги шу кристаллар талаб этилган дифракцион панжара ролини ўйнай олади, деб тахмин қилишга асос бўлди. Тажриба Лауэнинг бу тахминини ёрқин суратда тасдиқлаб берди ва тез орада шундай бир асбоб тузишга муваффақ бўлидики, бу асбоблар қарийб барча элементларнинг рентген нурлари спектрини ҳосил қилишга имкон берди.

Рентген нурлари спектрини ҳосил қилиш учун, рентген найларидagi антикатод, спектри текширилмоқчи бўлган металлдан ясалади ёки платинадан ясалган антикатодга текшириляётган элементнинг бирор бирикмаси юритилади. Спектр ҳосил қилинадиган экран сифатида фотография пластинкаси ёки фотография қоғози олинади; пластинка ёки қоғоз очилтирилгандан кейин, унда спектрнинг ҳамма чизиқлари равшан кўриниб туради.

Рентген спектрлари буг ва газларнинг чизиқ-чизиқ спектрларидан ниҳоятда содда бўлиши билан фарқ қилади. Ҳар

қайси элементнинг рентген спектри бир неча чизиқлардан ёки чизиқларнинг бир нечта группасидан иборат бўлиб, улар  $K-L-M$  сериялар билан белгиланади, уларнинг жойланиши



17-расм. Ядро зарядларнинг ортиб бориши тартибда жойлаштирилган элементларнинг рентген спектрларида  $K$  сериядаги чизиқларнинг бир-бирига нисбатан силжиши.

ортиб бориши билан ҳар қайси серия чизиқлари тўлқин узунликларининг камайиб бориши томонига қараб маълум бир тартибда силжишини топди.

17-расмда мишьякдан стронцийгача бўлган бир қатор элементлар учун  $K$  сериядаги равшан  $\alpha$  ва  $\beta$  чизиқларнинг қандай силжиганлиги кўрсатилган. Биринчи учта элементда чизиқларнинг силжиши тахминан бир хилда эканлиги расмдан кўриниб турибди. Бромдан (№ 35) рубидийга (№ 37) ўтилганда силжиш икки марта ортиқ бўлади, бу — элементлардан бири ташлаб кетилганлигини кўрсатади.

Элементларнинг рентген нурлари тўлқин узунликлари билан шу элементларнинг тартиб номерлари орасидаги боғланиш Мозли қонунини деб аталади; бу қонун қуйидагича таърифланиши мумкин:

*Элементларнинг рентген нурлари тўлқин узунликлари тескари қийматларидан чиқарилган квадрат илдизлар шу элементларнинг тартиб номерлари билан чизиқли боғланишида бўлади.*

Бу деган сўз, агар абсциссалар ўқига элементларнинг тартиб номерлари, ординаталар ўқига тўлқин узунликларининг тескари қийматларидан чиқарилган квадрат илдизлар қўйиб чиқилса, улар орасидаги боғланиш, график жиҳатдан олганда, тўғри чизиқ билан ифодаланади, демакдир.

Мозли кашфиёти атомларнинг тузилишини аниқлашда ниҳоятда муҳим роль ўйнади. Элементларнинг рентген спектрлари билан уларнинг тартиб номерлари орасидаги яқин боғланиш элементларнинг тартиб номерлари шу элементларнинг даврий системадаги ўрини шунчаки қайд қилибгина қол-

май, балки маълум физик маънога эга эканлигини, яъни атомнинг қандайдир хоссасини ифодалашини ҳам кўрсатди.

Мозли ишларигачаёқ, баъзи назарий мулоҳазалар элементнинг тартиб номери шу элемент атоми ядросининг мусбат зарядлари сонини кўрсатади, деб тахмин қилишга имкон берар эди. Уша вақтда Резерфорд  $\alpha$ -заррачаларнинг юпқа металл пластинкалардан ўтаётганда тарқалишини ўрганиб, электрон заряди бирлик сифатида қабул қилинса, ядронинг ана шундай бирликларда ифодаланган заряди айни элемент атом оғирлигининг тахминан ярмига тенг эканлигини топди. Анча енгил элементларнинг тартиб номери ҳам тахминан атом оғирлигининг ярмига тенг бўлади. Юқорида баён этилганларнинг ҳаммаси *ядронинг заряди, сон жиҳатидан олганда элементнинг тартиб номерига тенг, деган хулосага олиб келди.*

1920 йилда инглиз физиги Чэдвик мис, кумуш ва платина атомларининг зарядларини бевосита ўлчаш йўли билан бу хулосани узил-кесил тасдиқлади:

	Мис	Кумуш	Платина
Ядро заряди . . . . .	29,3	46,3	77,4
Тартиб номери . . . . .	29	47	78

Тажриба вақтида муқаррар суратда юз берадиган хатоларни назарга олиб, ҳосил қилинган сонлар элементларнинг тартиб номерларига жуда тўғри келади, деб билиш керак.

Шундай қилиб, Мозли қонуни атом ядроларининг зарядларини аниқлашга имкон берди. Шу билан, атомлар нейтрал бўлганлигидан, ҳар қайси элемент атомининг ядроси атрофида айланадиган электронлар сони ҳам аниқланди.

**37. Элементларнинг чизик-чизик спектрлари.** Бор назарияси. Резерфорд кашф этган ядро модели Дания олими Нильс Борнинг\* илмий ишлари туфайли янада ривожлантирилди. Борнинг илмий ишларида атом тузилиши тўғрисидаги таълимот билан спектрларнинг ҳосил бўлиши тўғрисидаги таълимот ўргасида яқин боғланиш борлиги яққол кўрсатилади.

Бундан олдинги параграфда айтиб ўтилганидек, чизик-чизик спектрлар қаттиқ қизиган буғ ёки газлар чиқарадиган

\* Нильс Бор (1885—1962) — даниялик физик олим. Атом ва молекулалар электрон қобикларининг тузилиш принципини топи ва бу билан атомнинг тузилишига онд ҳозирги назарияга гоят катта ҳисса қўшди.

ёруғликнинг таркибий қисмларга ажралиши натижасида ҳосил бўлади. Ҳар қайси химиявий элементнинг ўзига хос спектри бўлади ва унинг спектри бошқа элементларнинг спектрларидан фарқ қилади. Металлларнинг кўпчилиги ниҳоятда мураккаб, голиг кўп сондаги чизиқлардан иборат спектрлар ҳосил қилади (масалан, темир спектрида 5000 гача чизиқ бўлади), аммо анча оддий спектрлар ҳам учрайди.

Олимлар Резерфорднинг ядро назариясини ривожлантира бориб, чизиқ-чизиқ спектрларнинг мураккаб тузилишида бўлиши электронларнинг атомлар ичида содир бўладиган тебранишидандир, деган фикрга келадилар. Резерфорд назариясига биноан, ҳар қайси электрон ядро атрофида айланади, бунда ядронинг тортиш кучи электрон айланганда вужудга келадиган марказдан қочувчи куч билан мувозанатда бўлади. Электроннинг айланиши унинг тез тебранишига мутлақо ўхшайди; бунинг натижасида электромагнит тўлқинлари чиқиши керак. Шунинг учун, айланаётган электрон муайян тўлқин узунлигини а эга ёруғлик чиқаради ва бу тўлқин узунлиги электроннинг орбита бўйлаб айланиш частотасига боғлиқ деб, тахмин қилиш мумкин. Аммо электрон ёруғлик чиқарганда ўз энергиясининг бир қисмини йўқотади, натижада электрон билан ядро орасидаги мувозанат бузилади; электрон бу мувозанатни тиклаш учун, секин-аста ядрога яқинлашиши керак, бунда, электроннинг орбита бўйлаб айланиш частотаси секин-аста ўзгаради, электрон сочадиган ёруғлик характери ҳам ўзгаради. Оқибатда, электрон ўз энергиясини тамомлаб, ядрога «тушиши» керак, бунда, ёруғлик чиқиши тўхтайд.

Башарти, электроннинг ҳаракатланиши дарҳақиқат ана шундай узлуксиз суратда ўзгариб турганда эди, спектр ҳам ҳамма вақт туташ бўлган, яъни муайян тўлқин узунлигидаги нурлардан иборат бўлмаган бўлар эди. Бундан ташқари, электроннинг ядрога келиб «тушиши» атомнинг емирилишидан ва унинг йўқолиб кетишидан дарак берар эди. Шундай қилиб, Резерфорд назарияси спектр чизиқларининг тақсимланишидаги қонуниятнигина эмас, балки чизиқ-чизиқ спектрларнинг мавжуд бўлишини ҳам изоҳлаб беришга ожиз эди.

1913 йилда Бор атом тузилишига оид ўз назариясини таклиф этди. Бор ўзининг бу назариясида спектрал ҳодисаларни атомнинг ядро моделига моҳирлик билан мувофиқлаштирди, атомнинг ядро моделига нурланишнинг квантлар назарияси деб аталадиган назарияни татбиқ этди; бу назарияни немис физиги Планк фанга киритган эди. Квантлар назариясининг моҳияти шундан иборатки, нурланиш энергияси илгари қабул қилинганидек, узлуксиз оқим билан чиқиб ва ютилиб турмай, балки айрим кичик ва мутлақо аниқ порциялар — энергия

квантлари билан чиқади ва ютилади. Нур чиқараётган жисм энергиясининг запаси бир текисда ўзгармасдан, тўсатдан (сакраб-сакраб), квантма-квант ўзгаради; жисм каср сондаги квантлар чиқара олмайди ҳам, юта олмайди ҳам.

Энергия квантининг катталиги сочилаётган энергиянинг тебранишлар сонига боғлиқ бўлади: тебранишлар сони  $\nu$  қанча кўп бўлса, квант миқдори ҳам шунча катта бўлади.

Энергия квантини  $\epsilon$  билан белгилаб, қуйидагини ёзиш мумкин:

$$\epsilon = h\nu$$

бу ерда  $h$  — Планк константаси деб аталадиган ўзгармас катталик бўлиб,  $6,625 \cdot 10^{-27}$  эрг/сек га тенг. Нур энергиясининг квантлари фотонлар деб ҳам аталади.

Бор электронларнинг ядро атрофида айланиш ҳодисасига квант тасавурларини татбиқ этиб, ўз назариясига учта фарзани, бошқача қилиб айтганда, учта постулатни асос қилиб олди. Бу постулатлар, гарчи классик электродинамика қонунларига зид бўлса ҳам, ammo уларнинг тўғрилиги шу постулатлардан келиб чиқадиган ажойиб натижалар билан, назарий ҳулосалар ва кўпдан-кўп экспериментал фактлар срасида тўла уйғунлик борлиги билан тасдиқланади.

Бор постулатлари қуйидагидан иборат:

*Электрон ядро атрофида ҳар қандай орбита бўйлаб эмас, балки квантлар назариясидан келиб чиқадиган маълум шартни қондирувчи орбиталар бўйлабгина ҳаракат қилади.* Бу орбиталар барқарор орбиталар деб ёки квант орбиталар деб аталади.

*Электрон шу электрон учун мумкин бўлган барқарор орбиталардан бири бўйлаб ҳаракатланаётганда мутлақо энергия сочмайди.*

Элементар механика қонунларидан фойдаланиб, ядродан ва битта электрондан иборат атомнинг ички энергия запаси электрон ядродан қанча узоқ бўлса, шунча катта бўлишини исбот этиш мумкин. Атом нормал вазиятда бўлганда ҳар қайси электрон ядрога энг яқин орбитада туради ва атом энг кам энергия запасига эга бўлади. Атомга ташқаридан энергия берилганда ундаги электрон узоқроқ орбиталардан бирига ўта олади, бунда унинг энергия запаси орбита ядродан қанча узоқда бўлса, шунча катта бўлади. Бунини бошқача қилиб, бундай электрон анча юқори энергетик даражада туради деб ҳам айтиш мумкин. Агар ташқи таъсир етарли даражада катта бўлса, электрон атомдан ташқари гомонга бутунлай улоқтириб ташланиши мумкин; бу вақтда атом ионга айланиб қолади. *Электрон ядродан узоқроқ орбитадан яқин-*

роқ орбитага ўтганда атом энергия йўқотади. Электроннинг ҳар гал ўтишида атомнинг йўқотадиган энергияси нур энергиясининг бир квантига айланади. Бу вақтда чиқадиган ёруғликнинг частотаси электрон бирдан иккинчисига ўтган икки орбитанинг радиуслари билан аниқланади. Атомнинг электрон ядродан узоқроқ орбитада турган вақтидаги энергия запасини  $J_2$  билан, яқинроқ орбитада турган ҳолатидаги энергия запасини  $J_1$  билан белгилаб, атомнинг йўқотган энергиясини  $J_2 - J_1$  ни Планк константасига бўлсак, биз излаётган частота келиб чиқади:

$$\nu = \frac{J_2 - J_1}{h}$$

Электрон турган орбитадан шу электрон ўтадиган орбитагача бўлган оралик қанча катта бўлса, нурланиш частотаси ҳам шунча катта бўлади.

Атомларнинг ичида энг оддийси водород атоми бўлиб, бу атом ядросининг атропоиди фақат битта электрон айланади. Юқорида келтириб ўтилган постулатларга асосланиб туриб, Бор бу электрон учун бўлиши мумкин бўлган орбиталарнинг радиусларини ҳисоблаб чиқарди ва уларнинг оддий сонлар квадратлари нисбати:

$$1^2 : 2^2 : 3^2 \dots n^2$$

каби нисбатда бўлишини топди.  $n$  катталигига, кейинчалик бориб, бош квант сони деган ном берилди.

Водород атомида ядрога энг яқин орбитанинг радиуси 0,53 ангстремга тенг. Электроннинг бир орбитадан иккинчи орбитага ўтишида содир бўладиган нурланишлар частоталарининг водород атомида ядрога энг яқин орбитанинг радиуси 0,53 Å эканлиги асосида ҳисоблаб топилган қийматлари водород спектри чизиқлари учун тажрибада топилган натижаларга айнан тўғри бўлиб чиқди. Шу билан барқарор орбиталар устида қилинган ҳисобларнинг тўғри эканлиги, ҳамда частоталарни ҳисоблашда Бор постулатларидан фойдаланиш мумкинлиги исботланди. Кейинчалик бориб, Бор назарияси бошқа элементларнинг атом структураларига ҳам татбиқ этиладиган бўлди.

38. Атомлар электрон қобикларининг тузилиши. Бор назарияси электронларнинг ҳар хил элементлар атомларида қандай жойлашганлиги тўғрисидаги ниҳоятда муҳим масалани ҳал қилишга ва элементлар хоссаларининг улар атомларидаги электрон қобиклар тузилишига боғлиқ эканлигини аниқлашга имкон берди.

Ҳозирги вақтда ҳамма химиявий элементлар атомларининг тузилиш схемалари ишлаб чиқарилган, Олимлар бу,



схемаларни тузишда, оптик спектрларни ҳамда рентген спектрларини ўрганишда тўпланган ниҳоятда бой тажриба материалларига, шунингдек, электронлар ҳар хил комбинацияларининг қанчалик барқарорлиги тўғрисидаги умумий мулоҳазаларга асосландилар. Бироқ шуни назарда тутиш керакки, бу схемаларнинг ҳаммаси ҳам тугалланган, қатъий қарор топган схемалар бўла олмайди; бу схемалар маълум даражада аниқ гипотезагина бўлиб, бу гипотеза элементларнинг кўпгина физик ва химиявий хоссаларини изоҳлашга имкон беради.

Атом ядроси атрофида айланадиган электронлар сон элементнинг даврий системадаги тартиб номерига тенг эканлигини юқорида кўриб ўтдик. Дастлаб, электронлар доиравий битта орбитанинг ўзида тўда-тўда бўлиб ҳаракатланади, бу орбиталар бир неча концентрик ҳалқалар ҳосил қилади деб ўйланар эди. Оқибатда, ҳар қайси электроннинг ўзига хос орбитаси бор, бу орбита доира ёки эллипс бўлиши мумкин ва бу орбиталарнинг ҳаммаси фазода ҳар хил тарзда, бир-бирига нисбатан ҳар хил бурчак остида қия жойлашган ва ядрони ҳар томондан ўраб туради, деб фараз қилишга тўғри келди. Ҳозирги вақтда, электронлар ҳалқа бўйлаб жойлашмай, балки электрон қаватлар бўйлаб группа-группа бўлиб жойлашган, деб қабул қилинади. Ҳар қайси қаватда шу қаватни тўлдирувчи, яъни тўйинтирувчи маълум электронлар сон бўлади. Битта қаватнинг ўзидаги электронларнинг энергия запаси қарийб бир хил бўлади, яъни бу электронлар тахминан бир хил энергетик даражада туради. Атомнинг барча электрон қобиклари  $K, L, M, N, \dots$  ҳарфлари билан белгиланадиган бир неча қаватга ёки энергетик даражаларга ажралади.  $K$  ҳарфи ядрога энг яқин қаватни кўрсатади. Ундан кейин келадиган ҳар қайси қаватдаги электронлар шу қаватдан олдинги қаватдаги электронларга қараганда анча юқори энергетик даражада бўлади. Бир қаватга мансуб бўлган барча электронларнинг орбиталари учун эллипсининг катта ўқи бир хил узунликда бўлади, аммо эллипсининг кичик ўқи айни қаватдаги ҳар қайси электроннинг орбитаси учун ҳар хил узунликка эга. Бир қаватнинг (бир энергетик даражанинг) ўзида туриши мумкин бўлган электронларнинг энг кўп  $N$  сон қават номери квадратининг иккига кўпайтирилганига тенг.

$$N = 2n^2,$$

бу ерда  $n$  — қаватнинг номери. Шундай қилиб, ядрога энг яқин бўлган  $K$  қаватда иккитадан ортиқ электрон бўлмайди, иккинчи, яъни  $L$  қаватда саккиздан ортиқ, учинчи, яъни  $M$

қаватда ўн саккиздан ортиқ электрон бўлмайди ва ҳоказо. Бундан ташқари, барча электронлар атомларнинг (палладийдан бошқасининг) сиртқи қаватидаги электронлар сони саккиздан, сиртқидан олдинги қаватидаги электронлар сони эса ўн саккиздан ортмаслиги аниқланган.

Сиртқи қаватдаги электронлар, ядродан энг узоқда бўлганлиги ва, демак ядро билан энг заиф боғланганлиги учун, атомдан ажралиб кетиши ва бошқа атомларга бориб бирикиб у атомларнинг сиртқи қавати таркибига кириши мумкин. Битта ёки бир нечта электронларини йўқотган атомлар мусбат зарядланиб қолади, чунки уларда ядро заряди қолган электронлар зарядлари йиғиндисидан ортиқ бўлади. Аксинча, ортиқча электрон бириктириб олган атомлар манфий зарядланади. Ана шу йўл билан ҳосил бўладиган ва ўзларига мувофиқ атомлардан сифат жиҳатидан фарқ қиладиган заррачалар ионлар деб аталади.

Ион зарядининг катта-кичиклиги атомдан кетган ёки атомга бириккан электронлар сонига боғлиқ бўлади. Масалан, ўз қобигида ҳаммаси бўлиб 13 та электрон бўлган алюминий атоми сиртқи қаватидан учта электрон йўқотса, ҳосил бўлган алюминий иони  $+3$  зарядга эга бўлади, чунки атомдан 3 электрон йўқолганда ядронинг  $+13$  га тенг бўлган заряди ўзгармай қолади, қолган электронларнинг умумий заряди эса  $-10$  га тенг бўлади (шунинг учун ион заряди  $-10 + 13 = +3$  га тенг бўлади). Олтингургурт атомида ҳаммаси бўлиб 16 та электрон бор, бу электронларнинг олтитаси сиртқи қаватда туради. Агар у ўзига яна иккита электрон бириктириб олса, олтингургуртнинг икки зарядли манфий иони ҳосил бўлади, чунки электронларнинг умумий заряди  $-18$  га тенг бўлиб қолади, ядро заряди эса  $+16$  лигича қолади (ионнинг заряди  $-18 + 16 = -2$  бўлади).

Атомлар қандай символлар билан белгиланса, ионларни ҳам худди ўшандай символлар билан белгилаш ва бу символларнинг чап томони юқорисига шу ионнинг заряди нечта birlikка тенг бўлса, худди ўшанча плюс ёки минус ишораси қўйиш қабул қилинган. Масалан, алюминийнинг уч зарядли мусбат иони  $Al^{+++}$  ёки  $Al^{3+}$  симболи билан, олтингургуртнинг икки зарядли манфий иони  $S^{--}$  ёки  $S^{2-}$  симболи билан белгиланади ва ҳоказо.

Кўпгина ионлар, ўз навбатида, электронлар йўқотиши ёки бириктириб олиши ва бунда ё электронейтрал атомларга, ёки бошқача зарядли янги ионларга айланиши мумкин.

Ион электронлар йўқотганда унинг мусбат заряди ортади, манфий заряди эса камаяди ёки нога тенг бўлиб қолади (яъни у электронейтрал атомга айланади). Аксинча, ионга электронлар бирикканда унинг мусбат заряди камайиб, манфий заряди кўпа-

яди. Масалан, темирнинг икки зарядли мусбат иони  $Fe^{++}$  бир электронини бериб, уч зарядли ион  $Fe^{+++}$  бўлиб қолади, икки электрон бириктириб олиб эса электронейтрал атом  $Fe$  га айланади. Олтингугуртнинг икки зарядли манфий иони  $S^{++}$  икки электрон бериб, олтингугурт атоми  $S$  га айланади ва ҳоказо.

Сиртқи электронларнинг бир атомдан иккинчи атомга ўтиши ниҳоятда хилма-хил химиявий процессларда содир бўлади, бу тўғрида биз бундан кейинги бобда мукамал сўзлаб ўтамиз. Атомлар химиявий ҳоссаларининг ҳар хил бўлиши, асосан, ана шу электронлар сонига боғлиқ. Кўринадиган ёруғлик нурлари ва тўлқин узунликлари бу нурларникига яқин бўлган инфрақизил ҳамда ультрагунафша нурлар чиқишида ёки ютилишида фақат сиртқи қават электронларигина иштирок этади.

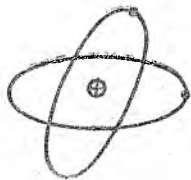
Энди, айрим элементларнинг атомларида электронлар қандай жойлашганлигини кўриб чиқайлик.

Водород атомида фақат битта электрон бор, бу электрон ядро атрофида, 18-расмда кўрсатилгани каби, доира бўйлаб айланади. Водород атоми ўз электронини бошқа атомларга осон бериб, водороднинг бир зарядли мусбат ионига айланади, бу ион фақат ядродан иборат бўлади, унга протон деган ном берилган.

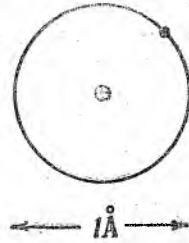
Водороддан кейинги элемент гелийда иккита электрон бор, бу электронлар биринчи  $K$  қаватни ҳосил қилади. Бу электронларнинг иккаласи бир-бирига нисбатан маълум бурчак остида қия жойлашган доиравий икки орбита бўйлаб ҳаракатланади (19-расм); бу иккала электроннинг энергия запаси бир хил бўлади, яъни улар бир хил энергетик даражага эга (биринчи қаватда туради). Электронларнинг бундай жойланиши ниҳоятда барқарор бўлади, бунинг натижасида, гелий ўз электронларини беришга ҳам, ўзига бошқа атомларнинг электронларини бириктириб олишга ҳам мутлақо мойил эмас. Гелий

химиявий жиҳатдан инерт бўлишининг сабаби ҳам ана шу.

Гелийдан кейин литий элементи келади, унда учта электрон бор. Гелийнинг ниҳоятда барқарор электрон қавати литийда ҳам сақланиб қолади; учинчи электрон анча қўзиқ эллиптик орбитага жойлашади, бу орбита иккинчи электрон қаватни ҳосил қила бошлайди (20-расм). Бу электрон ядро билан олдинги икки электронга қараганда заифроқ боғлан-



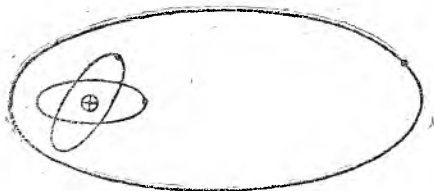
19-расм. Гелий атомининг тузилиш схемаси.



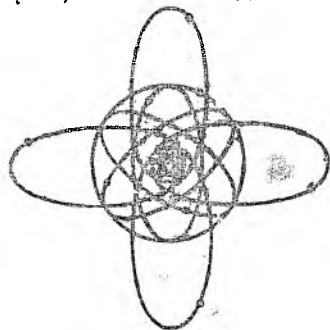
18-расм. Водород атомининг тузилиш схемаси.

ган, шунинг учун литий атоми бу электронни осонроқ бериб, мусбат зарядланган ионга айланади.

Литийдан кейин келадиган элементлар — бериллий, бор, углерод ва бошқалар гелийга хос бўлган икки электрондан иборат қаватни сақлаб қолади, аммо улар атомларнинг иккинчи қаватидаги, яъни  $L$  қаватидаги электронлар сони бирин-кетин битта ошиб бориб, ниҳоят, неон атомида саккизга етади. Бунда электронлар ниҳоятда барқарор, симметрик жойлашади (21-расм), бунинг натижаси-



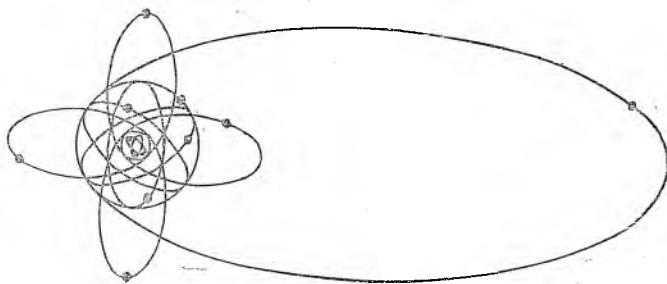
20-расм. Литий атомининг тузилиш схемаси.



21-расм. Неон атомининг тузилиш схемаси.

да неон, худди гелий каби, на электрон беради ва на электрон бириктириб олади. Гелий билан неон орасида жойлашган элементларнинг атомларида, аксинча,  $L$  қаватидаги электронлар ядро билан кучсиз боғланган бўлиб, атомдан ажралиб кета олади ва бу атомларни ионларга айлантира олади.

Неондан кейин натрий элементи келади. Натрийда 10 та электрон худди неон атомидаги каби жойлашган (икки элек-



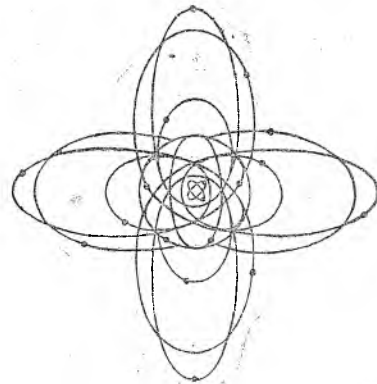
22-расм. Натрий атомининг тузилиш схемаси.

трон биринчи энергетик даражада ва саккиз электрон иккинчи энергетик даражада туради), ўн биринчи электрон эса жуда чўзиқ эллиптик орбитага жойлашган бўлиб, учинчи энергетик даражада туради (22-расм). Шундай қилиб, натрий

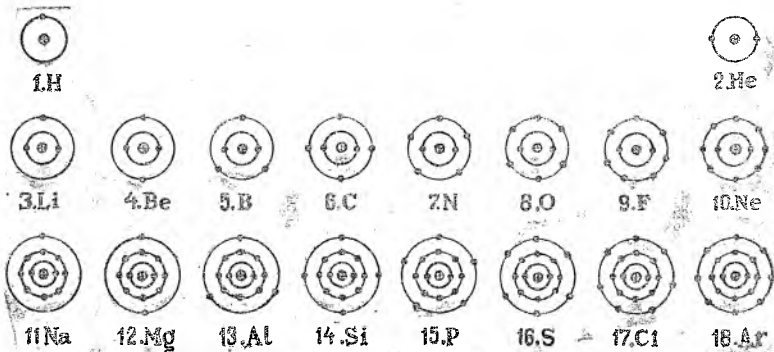
атомининг структураси литий атомининг структурасига ўхшайди, бу элементларнинг химиявий жиҳатдан бир-бирига ўхшашлиги ана шундан тушунарлидир. Литийдан неонга ўтишда қандай ҳодиса кузатилган бўлса, магнийда, алюминийда ва ундан кейин келадиган элементларда ҳам умуман, шундай ҳодисани кузатамиз. Аргонда (23-расм) учинчи қаватида саккизта электрони бўлган барқарор структурани яна кўрамиз.

Электрон қаватларининг янада ўсиб бориши ва уларнинг электронлар билан тўлиши VII бобда батафсил кўриб ўтилади.

18—23-расмларда кўрсатилган ва ҳар хил элементлар атомлари электрон орбиталарининг жойланишини акс эттирадиган атом моделлари ниҳоятда қўпол ва ноқулайдир. Химиявий мақсадлар учун, атомлар тузилишининг 24-расмда кўрсатилган соддалаштирилган схемалари мутлақо кифоядир. Фақат шуни назарда тутиш керакки, бу схемалар электронларнинг атомларда ҳа-



23-расм. Аргон атомининг тузилиш схемаси.



24-расм. 1 — 5 даврлардаги элементлар атомлари тузилишининг соддалаштирилган схемалари.

қиқий жойланиши тўғрисида ҳеч қандай тасаввур бермайди, балки қаватлардаги электронлар сонинигина кўрсатади: ҳар қайси айлана электронларнинг битта қаватига, яъни битта энергетик даражага тўғри келади.

**39. Атомлардаги электронларнинг вазияти.** Тўлқин механикаси тўғрисида тушунча. Бор назарияси, бир томондан, спектроскопия қонунларининг моҳиятини очиб беришга ва нур сочиш механизмини изоҳлашга, иккинчи томондан, айрим атомларнинг структурасини аниқлашга ва улар орасидаги боғланишни топишга имкон бериш билан физика ҳамда химияга гоё катта хизмат кўрсатди. Аммо бу соҳада яна кўпдан-кўп ҳодисалар қолдики, Бор назарияси бу ҳодисаларни изоҳлаб бера олмади.

Атомларда электронларнинг ҳаракати Бор назарида, маълум даражада, механик силжиш эди, ҳолбуки электронларнинг бу ҳаракати ниҳоятда мураккаб ва ўзига хос ҳаракатдир. Электронлар ҳаракатининг ўзига хослигини янги назария — квантлар механикаси, бошқача айтганда, тўлқин механикаси очиб берди.

Бу назария Ньютоннинг механика қонунлари массаси анча катта бўлган жисмларга (яъни, одатда, бизга амалда учраб турадиган жисмларга) тааллуқлидир, лекин уни атомда электронларнинг ҳаракатланишига татбиқ қилиб бўлмайди ва у электронлар ҳаракатининг хусусиятларига тўғри келадиган янги қонунлар билан алмаштирилиши керак, деган фикр-га асосланади.

Квантлар механикаси электронларнинг ҳаракат қонунлари тўлқинларнинг тарқалиш қонунларига кўп жиҳатдан ўхшашлигини кўрсатади, шунинг учун ҳам квант механикаси, бошқача қилиб, тўлқин механикаси деб аталади. Масалан, квантлар механикаси принципларига биноан, кристаллар электронлар тарқатганда, худди рентген нурлари тарқалишида бўлгани каби, дифракция ҳодисаси кузатилиши лозим. Электронлар дифракцияси тез орада ҳақиқатан ҳам пайқалди ва ҳозирги вақтда, моддаларнинг тузилишини текширишда, рентген нурларининг дифракцияси қандай кенг қўлланилса, электронларнинг дифракцияси ҳам худди шундай кенг қўлланилади. Жумладан электрон микроскопнинг тузилиши электронлар дифракциясига асосланган.

Янги назариянинг математик томони жуда мураккаб бўлгани учун уни ўрганиб ўтирмаймиз. Тўлқин механикасида асосий тенглама тўлқин узунлиги  $\lambda$  ни электронлар тезлиги  $v$  ҳамда массаси  $m$  билан боғлайдиган тенглама

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

эканлигинигина айтиб ўтамиз холос; бу тенгламада  $h$  — Планк константаси бўлиб,  $у, 6,625 \cdot 10^{-27}$  эрг. сек га тенг.

Тўлқин механикаси Бор назарияси қамраб олган ҳодисаларга қараганда кўпроқ ҳодисаларни қамраб олади ва Бор

назарияси ҳал қила олмаган кўпгина масалаларни ҳал қилиб беради.

Масалан, тўлқин механикаси ёрдами билан муайян электрон орбиталарнинггина барқарорлиги изоҳлаб берилади. Бутун сон билан ифодаланадиган тўлқинлар жойлана оладиган орбиталар «барқарор» орбиталар бўлади. Радиуси  $r$  бўлган доиравий орбитанинг узунлиги  $2\pi r$  бўлганлигидан, бу орбитанинг барқарорлиги қуйидаги тенгламадан топилади:

$$2\pi r = \frac{nh}{m \cdot v},$$

бу ерда  $n$  — бутун сон. Бу Бор биринчи постулатининг математик ифодасидир. Бор 1913 йилда водород атомида электроннинг ҳаракатланишини ҳисоблашда ана шу математик ифодани асос қилиб олган эди.

Юқорида келтирилган тенгламада кўпайтирувчи  $n$  бош квант сони деб аталади ва 1 дан то чексизгача бўлган ҳар қандай бутун сонга тенг бўла олади.

Бош квант сони маълум бир орбитага мувофиқ келадиган энергия даражасини ва бу орбитанинг ядродан қанчалик узоқда эканлигини кўрсатади.  $n=1$  қиймат  $K$  ҳарфи билан белгиланадиган энг паст энергетик даражага мувофиқ келади,  $n=2$  қиймат эса  $L$  ҳарфи билан белгиланадиган энергетик даражага мувофиқ келади ва ҳоказо.

Шуни таъкидлаб ўтиш лозимки, ҳозирги замон тўлқин механикаси «орбита» деган сўзга Бор назариясидагига қараганда бшқача маъно беради. Гап шундаки, тўлқин механикаси тез ҳаракатланаётган электрон фазонинг бирор нуқтасида бўлиш эҳтимолни текширади. Шунинг учун, «орбита» деган сўздан тўлқин механикасида ядро атрофидаги шундай соҳа (сфера) тушуниладики, бу соҳада, ўрта ҳисоб билан олганда, электрон тез-тез бўлиб туради.

Электроннинг соҳада бўлиш эҳтимоли электрон булuti тўғрисидаги тушунча ёрдами билан ҳам ифодаланиши мумкин. Электрон ядро атрофида шунчалик тез ҳаракатланадики, унинг электр заряди манфий электр булутига «ёйилиб кетган» деб тасаввур қилиш мумкин. Электронларнинг бўлиб туриш эҳтимоли қаерда кўп бўлса, бу булутнинг зичлиги ҳам ўша ерда катта бўлади.

Шундай қилиб, маълум чизиқ деб тасаввур қилинадиган электрон орбита тўғрисидаги тушунча тўлқин механикасида электрон сфера ёки электрон булuti деган тушунча билан алмаштирилади. Масалан, водород атомидаги электроннинг бош квант сони  $n=1$  бўлган доиравий орбитаси шундай электрон булутига мувофиқ келадикки, бу булут  $r=0,53$  ангстрем

радиусли (яъни Бор моделидаги биринчи радиусга тенг радиусли) шар қават яқинида энг катта зичликка эга бўлади. Аммо электрон ядродан узоқроқда ҳам, яқинроқда ҳам бўлиши мумкин, бироқ электроннинг бу ерда бўлиш эҳтимоли камроқдир.  $n=2$  бўлганда электрон булути ядродан узоқроқда энг катта зичликка эга бўлади ва ҳоказо.

Шундай қилиб, бош квант сони ядро атрофида электрон зичлигининг радиус бўйича ўртача тақсимланишини ифода-лайди.

Атомда электроннинг вазияти бош квант сони билан характерланиши билан бирга, яна учта бошқа квант сонлари:  $l$ ,  $m$  ва  $s$  билан ҳам характерланади.

Ёрдамчи (азимутал) квант сони ( $l$ ) электрон ҳаракат миқдорининг орбита марказига нисбатан моментини характерлайди. Бу сон электрон булути шаклини (орбита шаклини), унинг зич ва бўшлигини, калта ва узунлигини белгилайди.

Ёрдамчи квант сони ( $l$ ), муайян бош квант сони  $n$  бўлганда, 0 дан то  $n - 1$  гача бўлган бутун сонларнинг барча қийматларига тенг бўла олади.

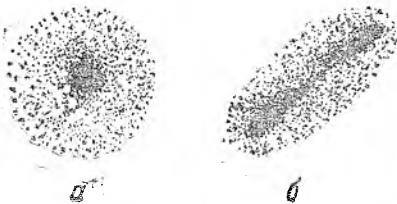
Масалан, бош квант сони  $n=1$  бўлса, у ҳолда, ёрдамчи квант сони ( $l$ ) нолга тенг бўлади. Бу ҳолда электрон булути шар шаклида бўлади (25-расм,  $a$ ).

Бош квант сони 2 га тенг бўлганда ёрдамчи квант сонининг қийматлари 0 ва 1 бўлиши мумкин. Бош квант сони 3 бўлганда  $l$  қийматлари 0, 1, 2 ва ҳоказо бўлади.

$l$  ни 0, 1, 2, 3, 4 сонлари билан белгилаш ўрнига, баъзан,  $s$ ,  $d$ ,  $p$ ,  $f$ ,  $g$  ҳарфлари билан белгилайдилар, шу билан бирга, электронларнинг  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ва ҳоказо вазиятлари ёки уларнинг  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ва ҳоказо орбиталари деган ибораларни ишлатадилар.

Магнит квант сони ( $m$ ) электрон орбитаси текислигининг фазодаги вазиятини белгилайди ёки тўлқин механикаси тасаввурларига биноан, электрон булути чўзилиб кетган йўналишини ифодалайди. Бу сон ҳам мусбат, ҳам манфий бўлган барча бутун сонларга тенг бўлади, аммо бу сонлар фақат  $l$  чегарасида ётади. Масалан,  $l$  нолга тенг бўлганда  $m$  ҳам нолга тенг бўлади; агар  $l$  учга тенг бўлса, у ҳолда  $m$  нинг қийматлари  $-3$ ,  $-2$ ,  $-1$ ,  $0$ ,  $1$ ,  $2$ ,  $3$  га тенг бўлиши мумкин.

Аммо атомдаги электрон ядро атрофидагина айланиб қолмай, ўз ўқи атрофида ҳам айланади, бунда электрон иккита



25-расм.  $a$  — водород атомининг;  $b$  — водород молекуласининг электрон булути.



қарама-қарши йўналишда айланиши мумкин. Электроннинг бу айланиши («спин» деб аталадиган айланиши) тўртинчи, спин квант сони ( $s$ ) билан характерланади. Спин квант сони фақат иккита қийматга — мусбат ва манфий қийматга эга бўлиши мумкин, бу қийматлар электрон айланиши мумкин бўлган икки йўналишга мувофиқ келади.

Атомдаги электроннинг мураккаб ҳаракатларининг ҳаммасини юқорида баён этилган тўртта квант сони билан характерлаш мумкин. Аммо бу квант сонлари электронларнинг атомда қандай тақсимланганлиги тўғрисида мукаммал тасаввур бера олмайди, чунки улар ўзаро ҳар қандай сонда группаланиши мумкин.

Физик Паули элементларнинг спектрлари анализига асосланиб ва шу элементларнинг даврий системада жойланишини назарда тутиб, квант сонларининг реал борлиққа тўғри келадиган группаларини таянч олишга имкон берувчи умумий принципларни топди. Ана шу принципга кўра, ҳамма жиҳатдан бир-бирига ўхшаш электронлар бирорта атомда ҳам бўлмайди. Бошқача айтганда, атомдаги иккита электрон тўртта бир хил квант сонига эга бўла олмайди.

Масалан, биринчи энергетик даражада ( $n = 1; l = 0; m = 0$ ) ўз спинлари билан бир-биридан фарқ қиладиган фақат иккита электрон бўла олади.

Квант сони 2 бўлган иккинчи энергетик даражада,  $s$  ҳолатида, яъни  $s$ -орбитада ( $l = 0; m = 0$ ) спинлари қарама-қарши бўлган иккита электрон ва  $p$  ҳолатларида, яъни  $p$ -орбиталарда ( $l = 1, m = -1, 0, +1$ ) ҳар қайсида иккитадан электрон бўлади. Шундай қилиб, иккинчи энергетик даражада ҳаммаси бўлиб, саккизта электрон бўла олади (6-жадвалга қараңг).

Бош квант сони  $n = 3$  бўлганда ёрдамчи квант сони ( $l$ ) нинг қийматлари 0, 1 ва 2 ( $s, p$  ва  $d$ ) бўлиши мумкин, ёрдамчи квант сонининг бу қийматларига  $m$  нинг қуйидаги қийматлари мувофиқ келади:

$$\begin{aligned} l = 0 & \text{ бўлганда } m = 0, \\ l = 1 & \text{ » } m = -1, 0, +1, \\ l = 2 & \text{ » } m = -2, -1, 0, +1, +2 \text{ бўлади.} \end{aligned}$$

$m$  нинг ҳар қайси вазиятида иккитадан электрон бўлганлиги учун,  $n = 3$  га мувофиқ келадиган учинчи энергетик даражада ҳаммаси бўлиб 18 электрон жойланиши мумкин (8-жадвалга қараңг). Тўртинчи энергетик даражада ( $n = 4$ ) кўпи билан 32 та электрон бўлишини худди юқоридаги усул билан ҳисоблаб чиқиш қийин эмас. Аини энергетик даражада ( $n$ ) да бўлиши мумкин бўлган электронларнинг энг кўп сони  $N$ , Паули принципларга мувофиқ, бизга маълум бўлган формула  $N = 2n^2$  билан аниқланади.

## Кичик даврлардаги элементларнинг атомларида электронларнинг жойланиши

Қаватнинг белгиси		<i>K</i>	<i>L</i>		<i>M</i>		
Бош квант сони <i>n</i>		1	2		3		
Ёрдамчи квант сони <i>l</i>		0	0	1	0	1	2
<i>l</i> сонининг ҳарф белгиси		<i>s</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
1. Водород . . . . .	H	1					
2. Гелий . . . . .	He	2					
3. Литий . . . . .	Li	2	1				
4. Бериллий . . . . .	Be	2	2				
5. Бор . . . . .	B	2	2	1			
6. Углерод . . . . .	C	2	2	2			
7. Азот . . . . .	N	2	2	3			
8. Кислород . . . . .	O	2	2	4			
9. Фтор . . . . .	F	2	2	5			
10. Неон . . . . .	Ne	2	2	6			
11. Натрий . . . . .	Na	2	2	6	1		
12. Магний . . . . .	Mg	2	2	6	2		
13. Алюминий . . . . .	Al	2	2	6	2	1	
14. Кремний . . . . .	Si	2	2	6	2	2	
15. Фосфор . . . . .	P	2	2	6	2	3	
16. Олтингугурт . . . . .	S	2	2	6	2	4	
17. Хлор . . . . .	Cl	2	2	6	2	5	
18. Аргон . . . . .	Ar	2	2	6	2	6	

Атомларда электронларнинг жойланишини қисқача формула, лар тарзида ёзиш қулай, бу формулалар қуйидагича тузилади, Даставвал, бош квант сонини кўрсатадиган рақам, ундан кейин ёрдамчи квант сонини белгилайдиган ҳарф ёзилади ва бу ҳарфга кўрсаткич тарзида тегишли орбиталарда турган электронлар сони ёзилади. Масалан, водород атомининг «электрон формуласи»:  $1S^1$  бўлади, гелий атоминики —  $1S^2$ , литий атоминики —  $1S^2, 2S^1$ , кислород атоминики —  $1S^2, 2S^2, 2p^4$ , неон атоминики  $1S^2, 2S^2, 2p^6$ , алюминий атоминики  $1S^2, 2S^2, 2p^6, 3S^2, 3p^1$  бўлади ва ҳоказо.

## МОЛЕКУЛАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ

40. Химиявий боғланиш ва валентлик. Маълумки, химиявий элементларнинг атомлари ўзига маълум сондаги бошқа атомларни бириктириб олиш хусусияти жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади. Атомларнинг бу хоссасини характерлаш учун, XIX аср ўргаларида химияга элементларнинг валентлиги деган тушунча киритилди; биз бу тушунчанинг маъноси-ни 21-параграфда кўриб ўтган эдик. Аммо молекулаларда атомларни бир-бирига боғлаб турадиган кучнинг табиати узоқ вақт маълум бўлмади келди. Атом тузилиши тўғрисидаги таълимот ривожлангандан кейингина элементларнинг ҳар хил валентликка эга бўлиш сабабини ҳамда химиявий бирикмалар ҳосил бўлиш механизмини электрон тасаввурлар асосида изоҳлаб берувчи назариялар вужудга келди. Бу назарияларнинг ҳаммаси химиявий ҳодисалар билан электик ҳодисалар орасида боғланиш мавжуд эканлигига асосланади.

Аввало, моддаларнинг электр токига қандай муносабатда бўлиши устида тўхталиб ўтамиз.

Баъзи моддалар қаттиқ ҳолатда ҳам, суюқ ҳолатда ҳам электр токини ўтказиши; масалан, барча металлар ана шундай моддалардир. Баъзи моддалар қаттиқ ҳолатда электр токини ўтказмайди, аммо суюқлантирилганда электр токини ўтказиши бўлиб қолади. Ниҳоятда кўп тузлар, шунингдек, кўпгина оксидлар ва гидроксидлар ана шундай моддалар жумласидандир. Ниҳоят, қаттиқ ҳолатда ҳам, суюқ ҳолатда ҳам ток ўтказмайдиган моддалар учинчи группани ташкил қилади. Бундай моддалар қаторига металлоидларнинг қарийб ҳаммаси, уларнинг кислород билан ва бошқа металлоидлар билан ҳосил қилган бирикмалари, сувсиз кислоталар ҳамда органик моддаларнинг кўпчилиги киради.

Суюқлантирилган тузлардан ток ўтиши ва тузларга ўхшаш бирикмалардан ток ўтиши орасида ҳамда металлардан

ток ўтиши орасида муҳим фарқ бор. Металл ўтказгичлардан ток ўтганда улар қизийди, аммо уларнинг таркиби химиявий жиҳатдан ҳеч қандай ўзгармайди, суюқлантирилганда ток ўтказадиган моддалардан ток ўтганда эса уларнинг таркиби жуда ҳам ўзгариб кетади, бу ўзгариш шундан иборатки, суюқланган моддага туширилган электродлар яқинига, ҳамма вақт, тузнинг ёки тузга ўхшаш бирикманинг ажралишидан ҳосил бўлган маҳсулотлар йиғилади.

Масалан, суюқлантирилган ош тузидан ток ўтказилганда катодда (ток манбаининг манфий қутбига уланган электродда) натрий метали, анодда (ток манбаининг мусбат қутбига уланган электродда) эса хлор гази ажралиб чиқади.

Металларнинг электр ўтказувчанлигига сабаб электронларнинг ҳаракати эканлиги, суюқлантирилган тузлар ва суюқлантирилган туз каби бирикмаларнинг электр ўтказувчанлигига сабаб эса қарама-қарши зарядларга эга бўлган ионларнинг ҳаракати эканлиги тажрибада аниқланган. Масалан, суюқлантирилган ош тузидан ток ўтганда катодга томон натрийнинг мусбат зарядланган ионлари  $\text{Na}^+$ , анодга томон эса хлорнинг манфий зарядланган ионлари  $\text{Cl}^-$  боради; электродларга келиб ёпишган ионлар зарядсизланади ва натрийнинг ҳамда хлорнинг электронейтрал атомларига айланади. Афтидан, тузларда ва тузларга ўхшаш бирикмаларда ионлар қаттиқ моддада бўлади, уларни суюқлантириш эса ионларнинг эркин ҳаракатланишига шароит туғдириб беради, холос. Шунинг учун бундай бирикмалар ионли бирикмалар деб аталади. Амалда ток ўтказмайдиган моддалар таркибида ионлар бўлмайди; бундай моддалар электр жиҳатидан нейтрал молекулалардан ёки атомлардан тузилган. Шундай қилиб, моддаларнинг электр токига ҳар хил муносабатда бўлиши бу моддаларни ҳосил қиладиган заррачаларнинг ҳар хил электр ҳолатида эканлигининг натижасидир.

Юқорида кўрсатилган уч хил моддага уч хил химиявий боғланиш мувофиқ келади: а) металл боғланиш (металли ҳосил қилувчи заррачалар орасидаги боғланиш); б) ион боғланиш, бошқача айтганда, электровалент боғланиш (ионли бирикмаларда қарама-қарши зарядланган ионлар орасидаги боғланиш); в) атом боғланиш, бошқача айтганда, ковалент боғланиш (қолган барча моддаларнинг молекулаларида электронейтрал атомлар орасидаги боғланиш).

Металл боғланишнинг табиати тўғрисидаги масала кейинроқ, металллар тасвирланганда баён этилади. Бу ерда кейинги икки хил боғланиш тўғрисида батафсил тўхталиб ўтамиз.

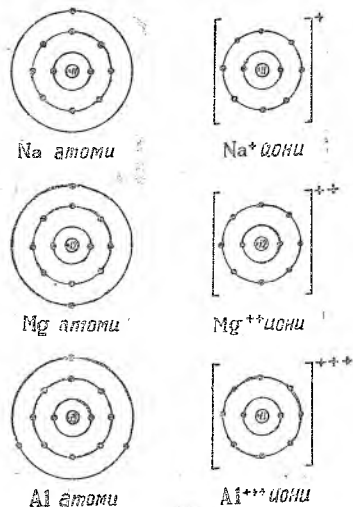
Ион боғланиш. Бу хил боғланиш қарама-қарши

зарядланган ионлар орасида бўлади ва ионларнинг бир-бирига оддий электростатик тортилиши натижасида вужудга келади.

38-параграфда айтиб ўтилганидек, мусбат ионлар атомлардан электронларнинг ажралиб кетиши натижасида, манфий ионлар эса атомларга электронларнинг келиб қўшилиши натижасида ҳосил бўлади.

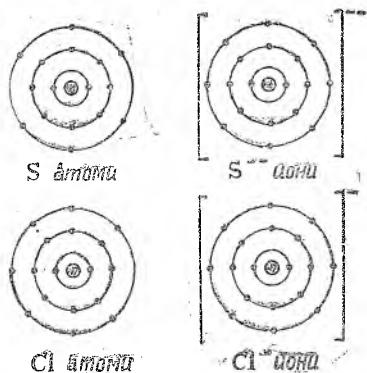
Масалан,  $\text{Na}^+$  иони натрий атомидан битта электрон ажралиб кетганда ҳосил бўлади. Натрий атомининг энг сиртқи қава-тида битта электрон бўлганлигидан, худди ана шу электрон ядродан энг узоқ бўлганлиги учун, атомдан ажралади ва атом ионга айланади, деб фараз қилиш табиийдир. Магний ионлари  $\text{Mg}^{++}$  ҳамда алюминий ионлари  $\text{Al}^{+++}$  ҳам худди шу йўл билан, яъни магний атомининг иккита сиртқи электрони ва алю-миний атомининг учта сиртқи электрони атомдан ажралиб кети-ши натижасида ҳосил бўлади.

$\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Al}$  атомларининг тузилиши ва  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Al}^{+++}$  ионларининг тузилиши схема тарзида 26-расмда кўрсатилган.



26-расм. Натрий, магний ва алю-миний атомларининг ҳамда ионлари-нинг тузилиш схемаси.

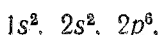
27-расмда олтингугурт ва хлор атомларининг тузилиши шу элементлар манфий ионла-рининг тузилишига солиштириб



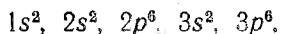
27-расм. Олтингугурт ва хлор атомлари ҳамда ионларининг тузилиш схемаси.

кўрсатилган; олтингугурт ва хлор ионлари уларнинг атомла-рига электронлар келиб қўшилиши натижасида ҳосил бўлади. Хлор ҳамда олтингугурт атомларида ички электрон қава-тлар тўла бўлганлиги учун  $\text{S}^{--}$  ва  $\text{Cl}^-$  ионларида қўшимча элект-ронлар, равшанки, сиртқи қава-тдаги ўринларни эгаллаши ке-рак; расмда ҳам худди ана шу кўрсатилган.

$\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  ва  $\text{Al}^{+++}$  ионларидаги электрон қобикларининг таркиб ва тузилишини бир-бирига солиштириб кўриб, бу ионларнинг ҳаммасида ҳам уларнинг бир хил эканлигини кўрамиз, яъни улар инерт газ неон Ne атомидаги каби бўлади, шунинг учун ҳам бу ионлар биргина электрон формуланинг ўзи билан ифодаланиши мумкин:



Иккинчи томондан,  $\text{S}^{--}$  ва  $\text{Cl}^-$  ионларининг электрон қобиклари худди аргон Ar атомларининг электрон қобиклари каби тузилган. Шунинг учун, бу ионларнинг электрон формуласи аргоннинг электрон формуласи каbidир:



Шундай қилиб, атомларнинг ионларга айланиши билан боғлиқ бўлган юқсрида кўриб ўтилган ҳолларда ионларнинг электрон қобиклари, даврий жадвалда айна элементларга энг яқин турган инерт газлар атомларининг электрон қобикларига ўхшатилади.

Химиявий боғланишнинг ҳозирги замон назарияси бу ўхшашликни инерт газларнинг атомларидаги (гелий атоми-нинг сиртқи қаватида иккита, бошқа инерт газлар атомларининг сиртқи қаватида саккизта электрондан иборат) электрон группировкаларнинг айнақса барқарор эканлиги билан изоҳлайди. Инерт газларда ана шу группировкалар барқарор бўлганлиги учун, улар бошқа элементлар билан бирик-кишга қобил эмас. Сиртқи қаватида саккизтадан кам электрони бўлган атомлар, имконият тугилди дегунча, ё «ортиқча» электронларини бериш, ёки сиртқи қаватидаги электронларини бошқа атомларнинг электронлари ҳисобига саккизга етказиш йўли билан инерт газларнинг структурасига ўтиб олади. Бу ҳодиса ионлардан иборат химиявий бирикмаларнинг ҳосил бўлишида вужудга келади.

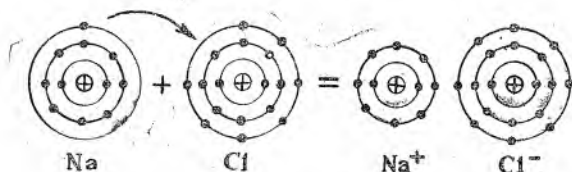
Атомлардан ион типидagi химиявий бирикмалар ҳосил бўлиш процессини қуйидагича тасаввур қилиш мумкин.

Бир қисми электрон бириктириб олишга, бир қисми эса электрон беришга интиладиган икки ёки бир неча атомнинг яқинлашиши шу атомларнинг сиртқи қаватидаги электронларнинг қайта тақсимланишига сабаб бўлади. Бир атомдан иккинчи атомга электронлар ўтиши натижасида бу атомлар қарама-қарши электр билан зарядланган ионларга айланади, шундан кейин, ионлар бир-бирига тортилиб, электронейтрал молекула ҳосил қилади.

Масалан, сиртқи қобигида фақат битта электрон бўлган натрий атомлари сиртқи қобигида еттита электрон бўлган

хлор атомлари билан учрашади, деб фараз қилайлик. Натрий атомлари ўзларининг «ортиқча» электронларини хлор атомларига бериб, бир зарядли мусбат ионларга айланади (бу ионларнинг электрон конфигурацияси инерт газ неоннинг электрон конфигурациясига ўхшаган бўлади). Айни вақтда хлор атомлари сиртқи қаватларига биттадан электрон бириктириб олиб, бир зарядли манфий ионларга айланади (бу ионларнинг структураси аргон атомларининг структурасига ўхшаган бўлади).

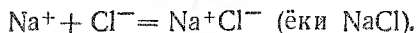
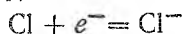
Шундан кейин ҳар хил ишорали зарядлар орасида вужудга келадиган электр тортиш кучи бу ионларни бир-бири билан



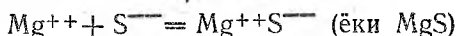
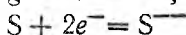
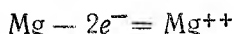
28- расм. Натрий хлориднинг ҳосил бўлиш схемаси.

боғлайди, бунинг натижасида, туз — натрий хлорид ҳосил бўлади (28- расм).

Электронларни тепасига минус ишораси қўйилган « $e$ » ҳарфи ( $e^-$ ) билан белгиласак, натрий хлорид ҳосил бўлишида вужудга келадиган процессларни қуйидаги «электрон» тенгламалар билан ифодалашимиз мумкин:

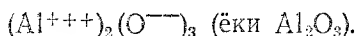


Бошқа ионли бирикмаларнинг ҳосил бўлиши ҳам худди шу тариқа изоҳлаб берилади. Масалан, магний сульфид  $\text{MgS}$  ҳосил бўлишида магнийнинг ҳар бир атоми иккита электронини олтингугурт атомига беради. Магнийнинг икки зарядли мусбат ионлари  $\text{Mg}^{++}$  ва олтингугуртнинг икки зарядли манфий ионлари  $\text{S}^{--}$  ҳосил бўлади. Ҳосил бўлган ионлар бир-бирига тортилади ва магний сульфид ҳосил бўлади:



Алюминий оксид  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ҳосил бўлишида алюминий атомлари учтадан электронларини кислород атомларига беради. Кисло-

роднинг ҳар қайси атоми иккита электронни бириктириб олади, чунки унинг сиртқи қобиғида фақат иккита бўш ўрин бор. На-тижада, алюминийнинг уч зарядли мусбат ионлари  $Al^{+++}$  ва кислороднинг икки зарядли манфий ионлари  $O^{--}$  ҳосил бўлади; бунда алюминийнинг иккита ионига кислороднинг учта иони тўғри келади. Бу ионлар бир-бирига тортилиб, алюминий ок-сид ҳосил қилади:



Шуни таъкидлаб ўтмоқ керакки, манфий зарядланган барча ионларнинг электрон қобиқлари инерт газ атомлари қобиқларига ўхшаш бўлгани ҳолда, мусбат зарядланган ионларнинг қобиқла-ри инерт газ атомлари қобиқларига ўхшамаган бўлиши ҳам мум-кин. Масалан,  $Fe^{++}$ ,  $Fe^{+++}$ ,  $Zn^{++}$  ва мусбат зарядланган кўп-гина бошқа ионларнинг электрон қобиқлари ана шундайдир.

Элементларнинг ионли бирикмаларидаги валентликлари. Ионли бирикмалар ҳосил бўлиш меха-низми тўғрисида юқорида баён этилган тасаввурлар элемент-ларнинг ионли бирикмаларидаги валентликлари шу бирик-малар ионларининг электр зарядлари сонига тенг, деган хулосага олиб келади. Элементларнинг ионли бирикмаларида-ги валентликлари, бошқача сўз билан, электровалент-лик деб аталади.

Электровалентликнинг қиймати атомнинг мусбат ион ҳосил бўлишида берган электронлари сони билан ёки манфий ион ҳосил бўлишида бириктириб олган электронлари сони билан белгиланади. Биринчи ҳолда мусбат электровалент-лик, иккинчи ҳолда эса манфий электровалент-лик бўлади.

Атомларнинг мусбат ёки манфий ионларга айланиш хусу-сияти шу элементларнинг Менделеев даврий системасида қай-си ўринда жойлашганлигига боғлиқдир. Даврнинг бошлани-шида турган элементларнинг атомлари ядросидаги заряд даврнинг охирида турган элемент атомларининг ядросидаги зарядга қараганда кам бўлади. Биринчи ҳолда электронлар иккинчи ҳолдаги қараганда заифроқ тортилади, шунинг учун атомларнинг мусбат ионларга айланиш хусусияти, умуман олганда, даврда чапдан ўнгга томон сусайиб боради. Сиртқи қаватида камида бешта электрони бўлган атомларгина (металлоид атомлари) манфий ионларга айлана олади. Сирт-қи қаватида тўртдан кам электрони бўлган атомлар (водород атомидан бошқалари) электронлар бера олади, холос, аммо, маълум бўлишига кўра, ҳеч қачон электронлар бириктириб олмайди. Биз металллар деб атайдиган элементларнинг атом-лари ана шундай атомлардир.



Химиявий реакциялар процессида атомдан ажралиб кета оладиган электронлар валент электронлар деб аталади. Атомдаги валент электронлар сони, одатда, шу элемент даврий системада қайси гурпуага жойлашган бўлса, ана шу гурпуанинг номерига тенг бўлади.

Ионли бирикмаларнинг тузилиши. Ионли бирикмаларнинг ҳосил бўлишини кўриб чиқишда шуни эътиборга олиш керакки, фақат водород иони  $H^+$  гина «яланғоч» иондир, яъни электронларини батамом йўқотган ядродир, бошқа ионлар эса манфий зарядланган маълум бир электрон қобиққа эга бўлади. Бунинг натижасида, қарама-қарши зарядланган ионлар бир-бирига жуда яқинлашса, улар бир-биридан итарила бошлайди. Ионларнинг оралиги маълум бир даражага етганда уларнинг тортилиш кучи билан итарилиш кучи мувозанатлашади ва ионлар бир-биридан маълум ораликда туриб қолади.

Мусбат зарядланган жуда кўп ионлар билан манфий зарядланган шунча ионлар бир-бирига яқинлашиши натижасида кристалл ҳосил бўлади, бу кристаллда бир хил ишорали ҳар бир ион қарама-қарши ишорали ионлар қуршовида бўлади. Равшанки, ионлардан тузилган кристалларга, яъни умуман олганда ионли бирикмаларга молекула тушунчасини татбиқ қилиб бўлмайди. Масалан, ош тузини олсак, биз ниҳоятда шартли бир маънода ош тузи  $NaCl$  молекулаларидан тузилган деб айтамыз. Ҳақиқатда эса ош тузининг кристалларида шундай молекулалар бўлмайди. Бутун кристалл кўпдан-кўп  $Na^{++}$  ва  $Cl^-$  ионларидан иборат бўлади.  $NaCl$  молекулалари фақат ош тузининг бундагина вужудга келади. Шунинг учун  $NaCl$  формуласи, қатъий қилиб айтганда, натрий хлориднинг молекуласини ифодаламайди; бу формула шу моддада натрийнинг ҳар бир атомига ёки, аниқроқ қилиб айтганда, ҳар бир ионига хлорнинг бир атоми (иони) тўғри келишини кўрсатади, бу эса ош тузининг оғирлик таркибини шубҳасиз белгилайди. Аммо кейинчалик, тузларда шу тузни ҳосил қилган мусбат ва манфий ионлар орасидаги ўзаро боғланишни кўрсатиш лозим бўлганида, шартли равишда «молекула» терминидан фойдаланамиз.

Атом боғланиш. Қарама-қарши зарядланган ионлар орасида вужудга келадиган электростатик тортилиш химиявий боғланишнинг келиб чиқиш сабабидир, деган фараз оддий модданинг (водород  $H_2$ , кислород  $O_2$  ва бошқаларнинг) молекулалари учун сира ҳам қўлланила олмайди; бу фаразни химиявий хоссалари бир-бирига яқин элементлардан ҳосил бўлган моддаларнинг молекулалари учун ҳам татбиқ этиб бўлмайди, чунки бу иккала ҳолда ҳам қарама-қарши заряд-

ланган ионлар пайдо бўлади, деб ўйлаш қийин. Шунинг учун, бундай модаларнинг ҳосил бўлишини изоҳлайдиган бошқа бир назария майдонга ташланди, бу назария ковалент боғланишлар назарияси деб аталди. Бу назарияни ишлаб чиқишда ҳам инерт газлар атомларининг химиявий жиҳатдан барқарор эканлиги, шунингдек, ғоят кўпчилик молекулаларда валент электронларнинг умумий сони жуфт сонлар билан ифодаланиши (масалан,  $O_2$  молекуласида бу сон 12 га,  $CO_2$  молекуласида 16 га тенг ва ҳоказо эканлиги) назарга олинди.

Ковалент боғланишлар назариясига кўра, молекулалар ҳосил бўлишида (ионли бирикмалар ҳосил бўлишидаги каби) химиявий элементларнинг атомлари, инерт газ атомларининг қобиқларига ўхшаш, барқарор электрон қобиқларига эга бўлиб қолади. Аммо бу барқарорлик электронларнинг бир атомдан бошқа атомга ўтиш йўли билан эмас, балки бирикаётган атомлар учун умумий бўлиб қоладиган, яъни бир вақтнинг ўзида иккала атомнинг ҳам электрон қобиғи таркибига кирадиган битта ёки бир неча жуфт электронлар ҳосил бўлиш йўли билан амалга ошади. Бу «жуфтланган» электронлар иккала атомнинг ядросини ўз ичига оладиган орбиталар бўйлаб айланади ва, шундай қилиб, атомларни молекула қилиб боғлайди, деб тасаввур этиш мумкин.

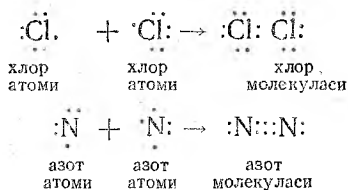
Жуфт электронлар борлиги натижасида ҳосил бўладиган химиявий боғланиш, қарама-қарши зарядлар билан зарядланган ионлар орасида ҳосил бўладиган электростатик тортилишга асосланган электровалент боғланишдан, бошқача айтганда, ион боғланишдан фарқ қилиб, ковалент боғланиш, яъни атом боғланиш деб аталади.

Икки ядрога «хизмат кўрсатадиган» жуфт электронлар ковалент боғланишнинг келиб чиқиш сабабидир, деган фараз тўлқин механикасида асослаб берилди. Мусбат зарядланган иккита ядрони (ҳар қайси ядронинг зарядига қараганда) катта зарядли битта ядро деб қараш мумкин. Комбинацияланган ана шундай ядро атрофида айланувчи электрон битта ядро атрофида айлангандагига қараганда ядрога кучлироқ тортилиб туради. Ковалент боғланишлар ҳосил бўлишининг энергетик жиҳатдан афзал эканлигига сабаб ҳам ана шу. Молекулада электрон ҳаракатланадиган янги орбита молекуляр орбита деб аталади. Электронларнинг молекуляр орбиталар бўйлаб ҳаракатланиши ҳам, атом орбиталари бўйлаб ҳаракатланишидаги каби, Паули қондасига итоат этади. Шунинг учун, биргина молекуляр орбитанинг ўзида иккидан ортиқ электрон бўла олмайди; бу икки электрон қарама-қарши спинларга эга бўлиши керак. Спинлари бир хил бўлган элект-

ронлар биргина молекуляр орбитанинг ўзида тура олмайди. Ҳар қайси ковалент боғланишнинг жуфт электронлардагина ҳосил бўлишига сабаб ана шу.

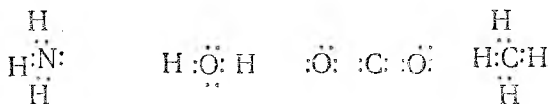
Тўлқин механикаси нуқтаи назаридан олганда, атом орбиталар бир-бирини «беркитиши» натижасидагина молекуляр орбиталар ҳосил бўлади. Бундай беркитиш натижасида молекуляр орбитада электронларнинг энг катта зичлиги (агар бу зичликни электрон булути деб тасаввур қилсак) ядролар орасидаги фазода бўлади. Бунинг маъноси шундаки, электронлар молекуляр орбита бўйлаб ҳаракатланганда ядролар орасидаги соҳадан тез-тез ўтиб туради. Натижада, гўё, ядролар орасида манфий электрдан иборат қават вужудга келади, бу қават ядроларни бир-бирига яқинлаштиради. Шунинг учун молекуляр орбиталар ҳосил бўлишида атом орбиталар бир-бирини қанчалик кучли «беркитса», боғланиш ҳам шунчалик пухта бўлади.

Химиявий формулаларда ковалент боғланишни ифодалаш учун қуйидаги усулдан фойдаланилади. Ҳар қайси атомнинг симболи атрофига шу атомда нечта валент электронлар бўлса, ўшанча нуқта қўйилади. Иккала атом учун умумий бўлган электронлар шу атомларнинг химиявий символлари орасига қўйиладиган нуқталар билан белгиланади. Бу белгилашдан фойдаланиб, умумий электронлар воситаси билан барқарор қобиқлар ҳосил бўлишини, шунингдек, ҳар хил молекулаларнинг структурасини яққол кўрсатиш мумкин. Мисол тариқасида хлор ҳамда азот молекулаларининг ҳосил бўлиш схемаларини келтириб ўтамиз:



Хлор атомларининг сиртқи қобиғида еттита электрон бор. Хлор атомлари бирикиб молекула ҳосил қилганда, иккита электрон икки атом учун умумий бўлади: шу туфайли, ҳар қайси атом саккиз электрондан иборат барқарор сиртқи қобиққа эга бўлиб қолади; бу қобиқдаги саккиз электрондан олтитаси хлорнинг бир атомига мансуб бўлиб, иккитаси иккинчи атомига ҳам қарашлидир. Азот молекуласи ҳосил бўлишида уч жуфт электрон умумий бўлиб қолади: шундай қилиб, ҳар қайси атомнинг сиртқи қобиғи саккиз электронгача тўлади.

Қуйидаги схемалар баъзи мураккаб моддаларнинг—аммиак, сув, карбонат ангидрид ва метаннинг молекулалари қандай тузилганлигини кўрсатади:



Аммиак молекуласида учта водород атомининг ҳар бири азот атоми билан бир жуфт умумий электронлар орқали боғланган (жуфт электронлар вужудга келишида битта электрон водород атомидан, иккинчи электрон азот атомидан берилади). Шундай қилиб, азот саккиз электронли сиртқи қобиққа эга бўлади, водороднинг ҳар қайси атоми ядроси эса барқарор «гелий» қобиғини ҳосил қиладиган иккита электрон билан қуршаб олинади. Сув ҳамда метан молекулаларида ҳам водород атомлари ана шундай қобиққа эга бўлади. Карбонат ангидрид молекуласида углерод атоми кислороднинг ҳар қайси атоми билан икки жуфт электрон орқали боғланганлиги учун, карбонат ангидрид молекуласидаги учала атом саккиз электронли сиртқи қобиққа эга бўлади.

Юқорида келтирилган схемалардан кўриниб турибдики, иккита атоми билан бир-бирига боғлайдиган ҳар бир жуфт электрон одатдаги структура формулаларда валент боғланишни ифодалайдиган битта чизиқчага мувофиқ келади. Шунинг учун элементнинг аини бирикмадаги валентлиги ёки аниқроқ айтганда, ковалентлиги умумий ёки «боғловчи» электрон жуфтлари ҳосил қилиш учун ўша элемент атомидан берилган электронлар сонига тенгдир.

Квант-механик ҳисобларнинг кўрсатишича, ядронинг (ёки ядроларнинг) электр майдонида қарама-қарши спинли электронларгина «жуфтлаша олади». Демак, ковалент боғланиш ҳосил бўлиши учун, бирикаётган атомларнинг ҳар бирида спини иккинчи атом электронининг спинига қарама-қарши бўлган камда битта электрон бўлиши керак. Аммо эркин атомларда валент электронларнинг бир қисми, яъни битта орбитанинг ўзида турган электронлар «жуфтлашиб» қолади, чунки Паули принципига биноан (148-бетга қаралсин), уларнинг спинлари бир-бирига қарама-қаршидир. Бундай электронлар, равшанки, ковалент боғланишларнинг ҳосил бўлишида бевосита иштирок эта олмайди. Шунинг учун, эркин атомнинг валентлиги (ковалентлиги) шу атомнинг валент электронларининг умумий сонига эмас, балки «жуфтлашмаган» электронлари сонигагина тенг бўлади.

Элементларнинг спектрларини ўрганш атомлардаги валент электронларнинг қайсилари «жуфтлашмаган» ва қайсилари «жуфтланган» электронлар эканлигини аниқлашга имкон берди. Мисол тариқасида, иккинчи даврдаги баъзи металлондлар (азот, кислород, фтор) атомларидаги сиртқи электрон қаватнинг тузилишини келтириб ўтамиз. Шу нарсани эслатиб ўтиш

керакки, бу атомларда электронлар турган энергетик даража бош квант сони 2 билан белгиланади ва  $n=2$  бўлганда битта  $S$  — орбита ва учта  $P$  — орбита бўлиши мумкин. Яна шуни таъкидлаб ўтиш керакки, агар электронларнинг сони аини энергетик даража учун мумкин бўлган орбиталар сонидан ортиқ бўлмаса, ҳамма вақт  $p$  — орбиталарнинг ҳар қайсисига биттадан электрон жойлашади.

Агар юқорида айтиб ўтилган орбиталарнинг ҳар бирини шартли равишда катак билан, электронларини эса стрелкалар билан белгиласак (агар электронлар жуфтлашган бўлса, бу стрелкалар қарама-қарши томонга қаратиб қўйилади),  $N$ ,  $O$  ва  $F$  атомларидаги сиртки электронларнинг орбиталарга тақсимланиши қуйидагича бўлади:



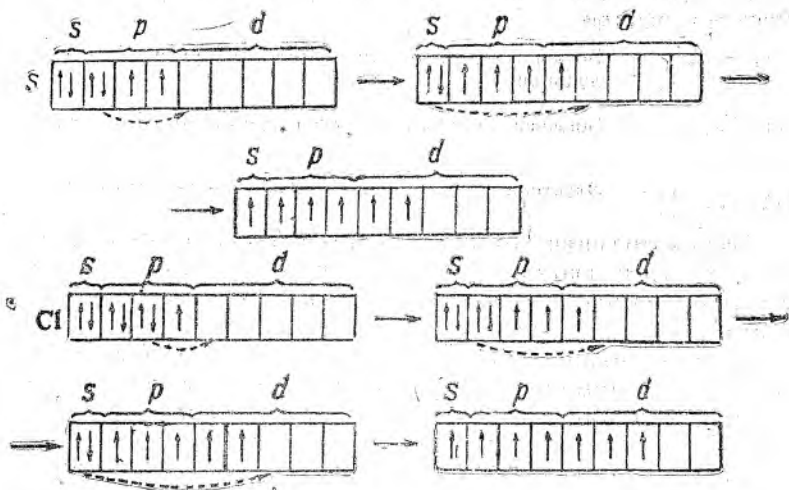
Валентликнинг спин назарияси нуқтан назардан олганда, азот атоми учта ( $S P$ ), кислород атоми иккита, фтор атоми эса фақат битта ковалент боғланиш ҳосил қила олиши юқоридаги схемалардан кўриниб турибди.

Углерод атомида валент электронларнинг орбиталарга қандай тақсимланганлиги қуйидаги схемада (чап томондагиси) кўрсатилган. Бу схемага кўра, углерод фақат икки валентли элемент бўлиши керак эди. Аммо  $S$  — электронлар жуфттини бир-биридан ажратилиш ва уларнинг бирини худди ўша энергетик даражадаги  $P$  — орбитага ўтказиш учун озгина энергия сарф қилиш kifоя:



Сарф қилинган энергия ўзини тўртта ковалент боғланиш ҳосил бўлишида ажралиб чиқадиган энергия ортиғи билан қоплайди. Шунинг учун, углерод жуда кўп бирикмаларда тўрт валентли бўлади.

Энди учинчи даврга оид элементлардан олтингугурт билан хлор атомларида валент электронларнинг орбиталар бўйлаб қандай тақсимланганлигини кўриб чиқамиз. Бу атомлардаги валент электронлар бош квант сони 3 га мувофиқ келадиган энергетик даражада туради, бу квант сони учун битта  $S$  — орбитадан ва учта  $P$  — орбитадан ташқари, яна бешта  $d$  — орбита бўлиши мумкин. Аммо  $d$  — орбиталар  $S$  ва  $P$  — орбиталарга қараганда энергетик жиҳатдан унча афзал эмас, шунинг учун олтингугурт ва хлорнинг «активлашмаган» атомларидаги барча валент электронлар  $S$  — ва  $P$  — орбиталарга жойланади. Бундай жойланишда, қуйида кўрсатилган схемалардан кўриниб туришича, олтингугурт атоми фақат иккита ковалент боғланиш, хлор атоми эса фақат битта ковалент боғланиш ҳосил қилиши мумкин эди. Аммо маълум миқдор энергия сарф қилинганда (ковалент боғланишларнинг ҳосил бўлишидан чиқадиган энергия билан компенсация бўладиган энергия сарф қилинганда) олтингугурт атоми «активлашган» ҳолатга ўтиши мумкин, бунда олтингугурт атоми тўртта ёки олтига яқка электронга, хлор атоми эса учта, бешта ёки еттита яқка электронга эга бўлади,



Шунга мувофиқ валентликлар дарҳақиқат олтингугуртда (24 ва 6) ҳамда хлорда (1, 3, 5 ва 7) кузатилади.

Шундай қилиб, молекулалардаги атомлар орасида ковалент боғланишнинг вужудга келишига сабаб бу атомлар учун умумий бўлган битта ёки бир неча жуфт электронларнинг борлигидир. Ковалент боғланишнинг ҳосил бўлишида, одатда, атомларга электронлар бирикмайди ҳам, атомлар электронлар йўқотмайди ҳам, шунинг учун ковалент боғланишга эга бўлган молекулаларда ионлар бўлмайди. Аммо молекулани ҳосил қилувчи атомлар ҳар хил бўлса, умумий электронлар жуфти атомлардан бирига яқинроқ бўлиши мумкин. Масалан, хлор билан водород бирикмасида умумий электронлар металлоидлик характери кучлироқ бўлган элементга, яъни хлорга томон силжиган бўлади, бунинг натижасида хлор атомлари, қисман, манфий, водород атомлари эса мусбат зарядланади.

Бундай ҳолларда ковалент боғланиш, «қутбланмаган» ковалент боғланишнинг аксича, «қутбланган» боғланиш деб аталади; қутбланмаган боғланишда умумий электронлар иккала атомдан бир хил узоқликда туради. Агар бирлашувчи атомлар мутлақо қарама-қарши химиявий хоссаларга эга бўлса, у вақтда электронлар жуфти атомларнинг бирига батамом ўтиб кетиши мумкин, бундай ҳолда бу атом манфий ионга, иккинчи атом эса мусбат ионга айланади, натижада ионли бирикма ҳосил бўлади.

Қуйидаги схема юқорида айтиб ўтилган уч ҳолни яққол кўрсатиб беради:

$\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot \quad \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$  | Боғловчи электронлар иккала атомга бир хилда тааллуқлидир.

$\text{H} \cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$  | Боғловчи электронлар хлор атоми томонига силжиган.

$[\overset{+}{\text{Na}}] \quad [:\ddot{\text{Cl}}:]^{-}$  | Электрон жуфт тамомила хлор атомига ўтиб кетган. /

Ўзаро қутбланган ковалент боғланиш билан бирлашган атомларнинг ҳолати ионланган ҳолатга яқинлашиб келади. Масалан,  $\text{HCl}$  молекуласида  $\text{H}$  атоми ўз ҳолати жиҳатидан  $\text{H}^+$  ионига,  $\text{Cl}$  атоми эса  $\text{Cl}^-$  ионига яқинлашиб келади.

Шундай қилиб, моддаларнинг ҳаммаси (металлардан бошқалари) атомлари орасидаги химиявий боғланиш характерига қараб, иккита асосий гурпуга бўлиниши мумкин:

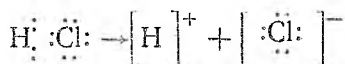
1) Электровалент, бошқача айтганда, ион боғланишга эга бўлган ва ўзаро электростатик тортишиш кучи билан боғланган мусбат ҳамда манфий зарядланган ионлардан иборат моддалар.

2) Ковалент, бошқача айтганда, атом боғланишга эга бўлган ва молекулаларида ионлар бўлмайдиган моддалар. Бундай молекулаларда атомлар электронларнинг ўзаро таъсири натижасида бир-бири билан боғланади, бу электронлар бир вақтда иккала атом учун умумий бўлиб қолади.

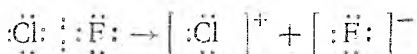
Ион боғланишга эга бўлган моддаларнинг типик вакиллари, юқорида айтиб ўтилганидек, тузлар, асосли оксидлар ва шу кабилардир; водород, азот, кислород каби оддий газлар атом боғланишга эга бўлган моддаларнинг типик вакиллари бўла олади. Бу иккала гурпуга кирувчи моддалар ўртасига кескин чегара қўйиб бўлмайди. Биринчидан, жуда кўп бирикмалар борки, бу бирикмаларда ион боғланиш билан бир қаторда атом боғланиш ҳам бўлади. Иккинчидан, атом боғланишга эга бўлган бирикмаларда умумий электронлар жуфти атомларнинг бирига томон кучли даражада силжиган бўлиши мумкин, бу эса шу бирикмаларни баъзи хоссалари жиҳатидан типик ион бирикмаларга яқинлаштиради. Шунинг учун, бирор бирикмада химиявий боғланиш қандай характерда бўлади, деган масалани шу бирикманинг бир қатор хоссаларини бир-бирига солиштириб кўриш йўли билан ҳал қилишга тўғри келади, шунда ҳам, кўпгина ҳолларда, боғланишнинг қандай характерда эканлиги ҳал бўлмай қолади.

Атомли бирикмаларда элементларнинг мусбат ва манфий валентлиги. Ковалент боғланган

атомларнинг химиявий хусусияти кўп жиҳатдан уларнинг нисбий зарядланганлигига боғлиқ бўлади. Масалан, водород хлориднинг кўпдан-кўп реакцияларида водород билан хлор орасидаги боғланиш шундай тарзда узиладики, натижада, атомларни бир-бирига боғлаб турган электронлар жуфти батамом хлорга ўтиб кетади, бу вақтда хлор манфий ион ҳолида ажралиб чиқади, буни схема тарзида қуйидагича кўрсатиш мумкин:



(боғланишнинг ажралиш жойи пунктир чизиқ билан кўрсатилган). Аксинча, хлорнинг фтор билан бўлган бирикмасида хлор ҳамда фтор орасидаги боғланиш шундай тарзда узилиши мумкинки, натижада хлор мусбат ион ҳолида ажралиб чиқади:



Химия практикасида атомли боғланишга эга бўлган бирикмалардаги бирор атомнинг ковалентлигини баҳолаш зарур бўлибгина қолмай, балки унинг электронларнинг ядролардан бирига томон силжишидан келиб чиқадиган нисбий зарядлигини ҳам баҳолаш зарур бўлади. Масалан, водород хлоридда хлорнинг валентлиги  $-1$ , хлор фторидда эса  $+1$  дейилганда ана шу факт таъкидлаб ўтилган бўлади.

Шундай қилиб, мусбат ҳамда манфий валентлик тўғрисидаги тушунча, конли бирикмаларгагина эмас, балки атом боғланишга эга бўлган бирикмаларга ҳам татбиқ қилиниши мумкин.

*Атомли бирикмаларда боғланишни вужудга келтирувчи электронлар жуфти ўша моддалар таркибига кирадиган элементларнинг даврий системадаги ўрнига қараб, бир атомдан иккинчи атомга ўтганда ҳосил бўладиган ионлар қандай зарядга эга бўлса, элементларнинг атомли бирикмалардаги мусбат ва манфий валентликларининг қиймати ҳам ўша сонга тенг бўлади.*

Электронларнинг қайси атомга томон силжиши тўғрисидаги масалани ҳал этишда қуйидаги қондаларга амал қилиш керак:

1) Даврий системанинг айна давридаги элементлардан ҳосил бўлган бирикмаларда электронлар чапроқда турган элементдан ўнроқда турган элементга томон силжийди.

2) Даврий системанинг асосий группачаларида турадиган элементлардан ҳосил бўлган бирикмаларда электронлар



пастда турган элементдан юқорида турган элементга томон силжийди.

3) Агар иккита бир хил атом бевосита бириккан бўлса, улар орасидаги боғланиш узилганда электронлар иккала атом ўртасида баб-баравар бўлинади.

4) Кислород (фтор билан ҳосил қилган бирикмаларидан бошқа) барча бирикмаларида ҳамма вақт манфий валентликни намоён қилади.

5) Водород металлоидлар билан ҳосил қилган бирикмаларида мусбат валентликка эга бўлади.

Олтингургуртнинг ҳар хил бирикмаларидаги валентликларини кўриб чиқиш билан юқорида баён этилган қондаларнинг қўлланилишини кўрсатиб ўтамиз.

Сулфат ангидрид  $\text{SO}_3$  да электронлар кислородга томон силжиган бўлади, чунки кислород даврий системанинг олтинчи группасида олтингургуртдан юқорида туради. Агар валент электронларнинг ҳаммаси олтингургуртдан кислородга тамомла ўтса, кислороднинг ҳар қайси атоми иккитадан электрон бириктириб олиб,  $\text{O}^{--}$  ионига айланади, олтингургурт атомидан эса олтига электрон кетади. Шундай қилиб, бу бирикмада олтингургуртнинг валентлиги  $+6$  га, кислороднинг валентлиги эса  $-2$  га тенг.

Олтингургурт (II)-хлорид  $\text{SCl}_2$  да электронлар олтингургуртдан хлорга томон силжиган бўлади, чунки хлор шу даврда олтингургуртдан ўнгроқда туради, хлор атоми ядросининг заряди олтингургурт атоми ядросининг зарядидан битта ортиқдир. Хлорнинг ҳар бир атомига ҳаммаси бўлиб битта электрон бириктириши мумкин. Шунинг учун, умумий электронларнинг ҳаммаси олтингургуртдан хлорга ўтганда олтингургурт атоми  $\text{S}^{++}$  ионига, хлор атомлари эса  $\text{Cl}^-$  ионларига айланади. Демак, олтингургурт (II)-хлоридда олтингургуртнинг валентлиги  $+2$  га, хлорнинг валентлиги эса  $-1$  га тенг.

Фосфор (V)-сульфид  $\text{P}_2\text{S}_5$  да электронлар фосфордан олтингургуртга томон силжиган бўлади, чунки олтингургурт фосфор жойлашган даврда, аммо ундан ўнгроқда жойлашган. Олтингургуртнинг ҳар қайси атоми иккита электрон бириктириб ола олганидан, боғланиш ҳосил қиладиган барча электронлар олтингургурт атомларига ўтганда олтингургурт атомлари манфий  $\text{S}^{--}$  ионига айланади. Айни вақтда, фосфорнинг икки атоми, 10 та электрон бериб, беш зарядли мусбат  $\text{P}_5^+$  ионларини ҳосил қилади. Шундай қилиб, фосфор V-сульфидда олтингургуртнинг валентлиги  $-2$  га, фосфорнинг валентлиги эса  $+5$  га тенг.

Ҳар қандай мураккаб бирикмада шу бирикма таркибига кирган бошқа элементларнинг валентликлари маълум бўлса, бирор элементнинг неча валентли эканлигини ва унинг ишораси қандайлигини ҳисоблаб топиш йўллари кўрсатиб ўтамиз. Масалан, формуласи  $\text{Na}_2\text{V}_4\text{O}_7$  бўлган бурада борнинг неча валентли эканлигини аниқлаш керак бўлсин. Бу бирикмада натрийнинг ҳар икки атомига борнинг тўрт атоми ва кислороднинг етти атоми тўғри келади. Натрий атомининг валентлиги  $+1$  га, кислород атомининг валентлиги эса  $-2$  га тенг. Ҳар қандай химиявий бирикмадаги атомларнинг мусбат ва манфий валентликлари йиғиндиси нолга тенг бўлиши керак; шу сабабдан, бор атомининг валентлигини  $x$  билан белгилаб, қуйидаги тенгламани тузиш мумкин:

$$\begin{aligned} & 2 + 4x - 7 \cdot 2 = 0 \\ \text{бундан} & 4x = 12 \text{ ва } x = +3. \end{aligned}$$

Худди шундай йўл билан фосфат кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  даги фосфорнинг валентлигини, селитра  $\text{KNO}_3$  даги азотнинг валентлигини ҳисоблаб чиқиш қийин эмас.

Оддий моддаларда элементларнинг валентлиги ноль деб қабул қилинади.

**41. Қутбланган ва қутбланмаган молекулалар.** Ҳар қандай молекулада мусбат зарядланган заррачалар, яъни атом ядролари ва манфий зарядланган заррачалар, яъни электронлар бўлади. Ҳар қайси тур заррачалар (ёки, аниқроғи, зарядлар) учун шундай нуқта топиш мумкинки, бу нуқта гўё шу заррачаларнинг «электр оғирлик маркази» бўлади. Бу нуқталар молекуланинг қутблари деб аталади. Агар молекулада мусбат ва манфий зарядларнинг электр оғирлик марказлари бир нуқтада ётса, бу молекула қутбланган молекула бўлади. Масалан, бир хил атомлардан тузилган кислород ( $\text{O}_2$ ) ва азот ( $\text{N}_2$ ) молекулалари ана шундай молекулалардир, бу молекулаларда умумий электронлар жуфти иккала атомга ҳам баб-баравар тааллуқлидир; шунингдек, симметрик тузилган ва атом боғланишга эга бўлган кўпгина молекулалар, масалан, метан  $\text{CH}_4$ , углерод (IV)-хлорид  $\text{CCl}_4$  ҳам ана шундай молекулалардир. Агар молекула носимметрик тузилган бўлса, масалан, иккита ҳар хил атомдан иборат бўлса, у ҳолда, биз юқорида айтиб ўтгандек, умумий электронлар жуфти атомларнинг бирига томон маълум даражада силжиган бўлиши мумкин. Равшанки, бу ҳолда, молекула ичида мусбат ва манфий зарядларнинг нотекис тақсимланганлиги туфайли, уларнинг электр оғирлик марказлари бир нуқтада ётмайди ва, натижада, қутбланган молекула ҳосил бўлади (29- расм).

Қутбланган молекулалар диполлардир. Умуман, ҳар қандай электронейтрал система, электр оғирлик марказлари бир нуқтада ётмайдиган мусбат ва манфий зарядлардан иборат бўладиган система ана шу термин билан кўрсатилади.

Иккала хил заряднинг электр оғирлик марказлари орасидаги масофа (диполь қутблари орасидаги масофа) диполь узунлиги деб аталади. Диполь узунлиги молекуланинг қутблилик даражасини характерлайди. Қутбланган турли молекулаларда диполь узунлигининг ҳар хил бўлиши ўз-ўзидан тушунарлидир; диполь узунлиги қанча катта бўлса, молекуланинг қутблилиги ҳам шунча аниқ ифодаланган бўлади.



29- расм. Қутбланган ва қутбланмаган молекулаларнинг схемалари:

a — қутбланган молекула; б — қутбланмаган молекула.

Амалда бирор молекуланинг қутблилик даражаси молекуланинг диполь моменти  $\mu$  ни ўлчаш йўли билан аниқланади, бу момент диполь узунлиги  $l$  билан диполь қутбининг заряди  $e$  нинг кўпайтмаси орқали белгиланади

$$\mu = l \cdot e$$

Диполь моментларининг катталиги модданинг баъзи хоссаларига алоқадор бўлганлиги учун, уни экспериментал йўл билан аниқлаш мумкин. Электрон заряди  $4,803 \cdot 10^{-10}$  электростатик бирликка тенг, диполь узунлиги эса молекула диаметри ўлчами каби, яъни  $10^{-8}$  см га яқин бўлганлиги учун, диполь моменти  $\mu$  нинг катталиги ҳамма вақт  $10^{-18}$  атрофида бўлади. 4-жадвалда баъзи анорганик моддалар молекулаларининг диполь моментлари берилган.

4-жадвал

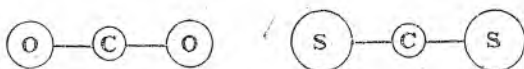
Баъзи моддаларнинг диполь моментлари

Модда	Диполь моменти $\mu \cdot 10^{18}$	Модда	Диполь моменти $\mu \cdot 10^{18}$
Азот . . . . .	0	Водород бромид . . . . .	0,79
Кислород . . . . .	0	Водород сульфид . . . . .	0,93
Углерод (IV)-оксид . . . . .	0	Водород хлорид . . . . .	1,03
Углерод сульфид . . . . .	0	Сульфид ангидрид . . . . .	1,61
Углерод (II)-оксид . . . . .	0,11	Сув . . . . .	1,84
Водород йодид . . . . .	0,42	Цианид кислота . . . . .	2,9

Диполь моментлар катталигини аниқлаш ҳар хил молекулаларнинг тузилишига оид кўпгина ажойиб хулосалар чи-

қаришга имкон беради. Бу хулосалардан баъзиларини кўриб чиқамиз.

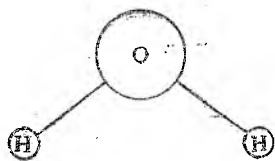
Худди ўйлаганимиздек азот ва кислород молекулаларининг диполь моментлари нолга тенг; бу моддаларнинг молекулалари мутлақо симметрикдир ва, демак, уларда электр зарядлари бир текисда тақсимланган. Углерод (IV)-оксид ва углерод



30- расм.  $\text{CO}_2$  ва  $\text{CS}_2$  молекулаларининг тузилиш схемалари.

сульфид қутбланмаган бўлгани учун бу моддаларнинг молекулалари ҳам симметрик тузилган бўлади. Бу моддалар молекулаларининг тузилиши схема тарзида 30- расмда кўрсатилган.

Сувда диполь моментининг анча катта бўлиши бир қадар қутилмаган ҳолдир. Сувнинг формуласи углерод (IV)-оксид ва углерод сульфид формулаларига ўхшаш бўлганлигидан, сувнинг молекуласи ҳам, худди  $\text{CS}_2$  ва  $\text{CO}_2$  молекулалари каби, симметрик тузилган бўлиши лозим, деб қутилиши керак эди.



31- расм. Сув молекуласининг тузилиш схемаси.

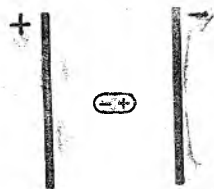
Аммо сув молекуласининг экспериментал йўл билан аниқланган полярилик бу фарздан воз кечишга мажбур этади. Ҳозирги вақтда сув молекуласи носимметрик тузилган дейилади (31- расм): икки атом водород кислород атоми билан шундай бирикканки, улар орасидаги боғланиш  $105^\circ\text{C}$  чамаси бурчак ҳосил қилади.

Худди шундай типдаги диполь моментларга эга бўлган молекулаларда ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$  да) ҳам атом ядролари худди сувдаги каби жойлашган бўлади.

Сувнинг кўпгина физик хоссалари сув молекулаларининг қутбланганлигидан келиб чиқади.

**42. Молекула ва ионларнинг қутбланиши.** Юқорида қутбланган ва қутбланмаган молекулаларнинг тузилишини кўриб чиқишда, бу молекулаларга ташқаридан ҳеч қандай электр кучи таъсир этмайди, деган фикрга асосланган эдик. Электр кучининг таъсири молекулаларнинг ички структурасини ва, демак, уларнинг хоссаларини анча ўзгартириб юбориши мумкин. Масалан, ташқи электр майдони таъсири остида, қутбланмаган молекулалар, вақтинча, қутбланган молекулаларга айланади.

Дарҳақиқат, қутбланмаган молекула конденсаторнинг иккита пластинкаси орасига жойлаштирилган, деб фараз қилайлик (32-расм). Равшанки, пластинкаларнинг зарядлари молекула ичида зарядларнинг тақсимланишига таъсир этади; мусбат зарядланган ядролар манфий пластинкага, электронлар эса мусбат пластинкага тортилади. Натижада, электронлар ядрога нисбатан силжийди, агар шунгача мусбат ва манфий зарядларнинг оғирлик марказлари бир нуқтада ётган бўлса, энди улар бир-биридан қочади ва молекула маълум диполь моментига эга диполь бўлиб қолади. Бундай ҳодиса молекуланинг қутбланиши деб, ҳосил бўлган диполь эса индуктивланган диполь деб аталади. Сиртқи электр майдони йўқотилса, диполь ҳам йўқолади ва молекула яна қутбланмаган бўлиб қолади. Ионлар ҳам худди молекулалар каби, электр майдонида қутбланади (33-расм).

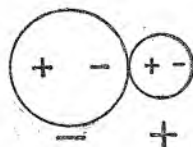


32-расм. Электр майдонида молекуланинг қутбланиши.

Ҳар қайси ион электр зарядига эга бўлганлигидан, ўзи ҳам электр майдонининг манбаидир. Шунинг учун, қарама-қарши зарядланган ионлардан иборат молекулаларда бу ионлар бир-бирини қутблайди; мусбат зарядланган ион манфий зарядланган иондаги электронларни ўзига тартади, айти вақтда, манфий ион мусбат ионнинг электронларини итареди (34-расм). Ионлар деформацияси бўлади, яъни бу ионлар электрон қобиқларининг тузилиши ўзгаради. Бундан, молекула таркибидаги ионларнинг



33-расм. Электр майдонида ионнинг қутбланиши.

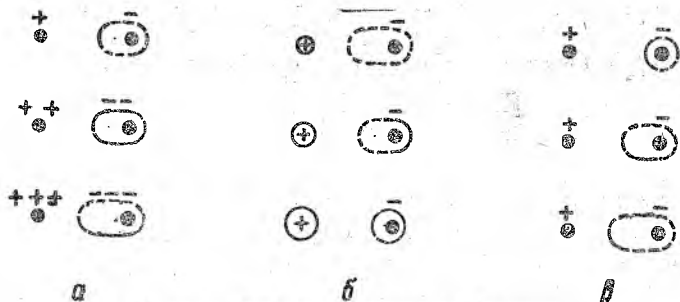


34-расм. Ионларнинг ўзаро қутбланиши схемаси.

структураси эркин ионларнинг структурасидан анча фарқ қилиши керак, деган хулоса келиб чиқади.

Ионнинг заряди қанча кўп бўлса, унинг қутблаш таъсири ҳам кучли бўлади; агар ионнинг заряди ўзгармай қолса, ионнинг қутблаш таъсири унинг радиуси камайган сари тез ортиб боради; лекин ионнинг деформацияланувчанлиги, аксинча, унинг радиуси камайган сари камая боради. Мусбат ионлар, умуман олганда, манфий ионлардан кичик бўлганлигидан, бир молекуладаги иккита ион ўзаро қутбланганда, асосан, манфий ион деформацияланади (35-расм).

Водород мусбат ионининг қутблаш таъсири кучли бўлади, водород иони электронлардан мутлақо маҳрум бўлган ядро (протон) бўлиб, унинг радиуси жуда кичикдир. Протонда электрон қобиғи бўлмаганлиги учун, уни манфий ионлар итармайди, протон манфий ионларга жуда яқин келиши мумкин. Бу



35- расм. Манфий ионларнинг қутбланиши:

*a* — мусбат ион зарядининг; *b* — мусбат ион қийматининг; *в* — манфий ион ўлчамининг қутбланишга таъсири.

яқинлашиш натижасида, манфий ионнинг деформацияланиши манфий ионнинг қобиғига гуё протон киришига олиб боради, яъни ковалент боғланиш ҳосил бўлади. Протон баъзи электрон-нейтрал молекулаларнинг электрон қобиғига кириб олиб, уларни мураккаб мусбат ионларга айлантириши мумкинлигини кейинроқ кўриб ўтамиз.

Ионлар электрон қобиқларининг деформацияланиш ҳодисаларини текшириш химиявий бирикмаларнинг тузилишини чуқурроқ ўрганишга ва уларнинг бир қатор физик ва химиявий хоссаларини изоҳлашга имкон берди. Масалан, бир-бирига ўхшаш тузилган HCl, HBr ва HI молекулаларида диполь моментларининг бир-биридан фарқ қилишига, баъзи кислота ва тузларнинг беқарорлигига ва бир қатор бошқа химиявий ҳодисаларга манфий ионларнинг ҳар хил деформацияланиши сабаб бўлади. Ионларнинг деформацияланиши ва шу ионларга мувофиқ тузларнинг ранги орасида чамбарчас боғланиш борлиги ҳам аниқланган.

## VI БОБ

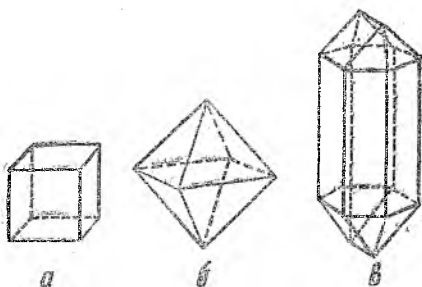
### ҚАТТИҚ МОДДАНИНГ ТУЗИЛИШИ

Бундан олдинги бобларда атом ва молекулаларнинг, яъни барча моддаларни ташкил этган жуда майда заррачаларнинг қандай тузилганлиги билан танишиб чиқдик. Модданинг тузилиши тўғрисида тўла тасаввур ҳосил қилиш учун бу заррачаларнинг ҳар хил моддаларда қандай жойлашганлигини аниқлаб олишимиз керак.

Маълумки, моддалар уч хил: газ, суюқ ва қаттиқ агрегат ҳолатда бўлиши мумкин. Модданинг газ ва суюқ ҳолатида заррачалар тартибсиз жойлашган бўлади, бу заррачалар орасидаги ўзаро тортишиш кучи заррачаларни бир жойда тутиб туриш учун етарли эмас, шунинг учун бундай агрегат ҳолатдаги моддаларнинг муайян шакли бўлмайди. Қаттиқ жисмлар, суюқ ҳамда газсимон жисмларнинг аксича, маълум, мустақил шаклга эга бўлиб, бу шаклини қандай вазиятда туришидан қатъи назар сақлаб қолади. Қаттиқ модданинг заррачалари бир-бири билан шундай пухта боғланганки, улар ўриндан ўринга ўта олмайди. Аммо қаттиқ моддаларнинг заррачалари ҳам бир қадар ҳаракат қилади, аммо уларнинг бу ҳаракати маълум нуқталар атрофида тебранишдан иборат бўлади. Бундан, моддани ташкил қилувчи заррачалар модда фақат қаттиқ ҳолатда бўлгандагина бир қадар тўғри тартибда жойлашади, деган хулоса келиб чиқади.

**43. Кристалл ва аморф моддалар.** Қаттиқ моддаларнинг кўпчилиги кристалллардан тузилган бўлади. Бир бўлак моддани синдириб, унинг синган жойини кўздан кечириш йўли билан бу модданинг кристалллардан тузилганлигига ишониш қийин эмас. Одатда, модданинг (масалан, қанд, олтингугурт ва металлларнинг) синган жойида ҳар хил бурчак остида жойлашган кристаллларнинг майда томонлари (ёқлари) яхши кўриниб туради. Кристаллларнинг бу ёқлари ялтирайди, чунки улар ёруғликни ҳар хил даражада акс эттиради. Модданинг кристаллари ниҳоятда кичик бўлса, шу модданинг кристал-

лардан тузилганлигини микроскоп ёрдами билан аниқлаш мумкин. Қаттиқ моддалар орасида шундайлари ҳам учрайдики, уларнинг синиқ ерида кристаллар борлигини пайқаб бўлмайди, масалан бир бўлак одатдаги шиша синдириб кўрилса, унинг синиқ жойи силлиқ эканлигини ва кристалл моддаларнинг синиқ жойидан фарқли ўлароқ, яси юзалар билан эмас,



36- расм. Кристалларнинг шакллари:

а — ош тузи кристалли; б — аччиқтош кристалли; в — селитра кристалли.

натрий хлорид ёки ош тузи куб шаклида (36- расм, а), аччиқтош октаэдр шаклида (36- расм, б), селитра призма шаклида (36- расм, в) кристалланади ва ҳоказо. Ҳар қайси модда кристалларнинг шакли унинг ўзига хос хусусиятларидан биридир.

Кристаллик шаклларни классификация қилиш кристалларнинг симметрия даражасини аниқлашга асосланган. Кристаллик кўп ёқлиларнинг ҳар хил симметрия ҳоллари кристаллография курсида батафсил ўрганилади. Бу ерда хилма-хил кристаллик шаклларнинг ҳаммаси олтига гурпгага, яъни олти кристаллик системага бўлинишини, бу гурпалар эса, ўз навбатида, синфларга ажралишини кўрсатиб ўтишнинг ўзи kifоя. Бу системаларга қуйидаги номлар берилган: I — мунтазам система, II — тетрагонал ёки квадрат система, III — ромбик система, IV — гексагонал система, V — моноклиник система ва VI — триклиник система.

Кристалларнинг қайси системага кириши шу кристалларда кристаллографик ўқларнинг бир-бирига nisbatan жойланиши (кристалл ичида маълум усулда ўтказиладиган координата ўқларининг бир-бирига nisbatan жойланиши) ва улар ёқларининг узун-қисқалиги билан белгиланади.

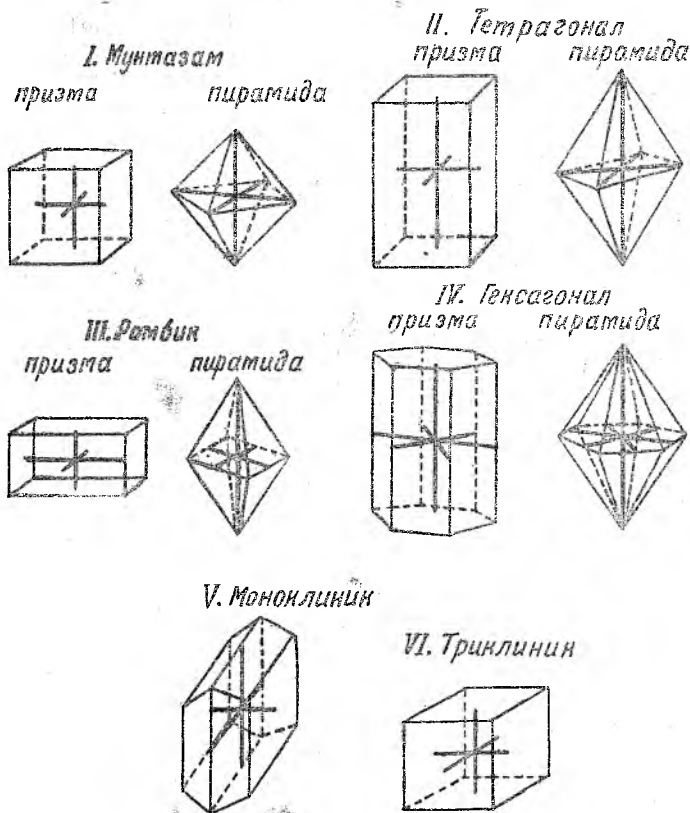
37- расмда турли системалардаги энг оддий кристаллик шакллар — призма ва пирамидалар кўрсатилган (расмда кристаллографик ўқлар йўгон чизиқлар билан кўрсатилган).

балки овал юзалар билан чегараланганлигини кўрамиз. Смола, елим ва баъзи бошқа моддаларнинг парчалари синдирилганда ҳам худди ана шундай ҳол кузатилади. Бундай моддаларнинг ҳаммаси аморф (яъни маълум шаклга эга бўлмаган) моддалар деб аталади.

Ҳар қайси кристалл модда, одатда, мутлақо муайян шаклдаги кристалларни ҳосил қилади. Масалан,



Табиий кристаллар, шунингдек, сунъий йўл билан ҳосил қилинадиган кристаллар 37-расмда кўрсатилган шаклларга, кўпинча, аниқ тўғри келмайди. Одатда, суюқланган модданинг қотишида кристаллар бир-бирига қўшилиб ўсади ва, шунинг



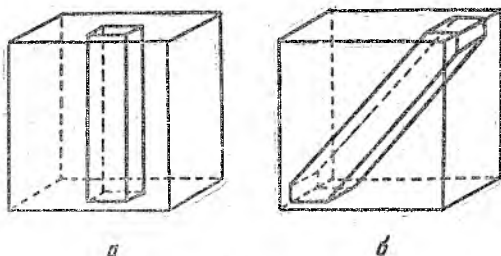
37-расм. Кристаллик системалар.

учун, чала бўлиб қолади. Эритмадан қаттиқ модда ажралиб чиқишида ҳам, кўпинча нотўғри кристаллар ҳосил бўлади, бу кристалларнинг шакли кристаллизация шароитида кристалларнинг нотекис ўсиши натижасида бузилади. Аммо кристаллнинг ўсиши қанчалик нотекис бўлмасин, унинг шакли қанчалик бузилмасин, кристаллнинг ёқлари орасидаги бурчак маълум модда учун ҳамма вақт бир хилдалигича қолади. Бу—кристаллографиянинг асосий қонунларидан бири—ёқлар орасидаги бурчакларнинг ўзгармаслик қонунидир. Шунинг учун, кристаллдаги икки ёқли бурчакни

Ўлчаш йўли билан шу кристаллнинг қайси кристалл системага ва қайси синфга киришини аниқ билиш мумкин.

Кристалл моддаларнинг хоссаларини пухта ўрганиш кристалл моддаларнинг хусусиятлари фақат уларнинг сиртқи шакли билангина чегараланиб қолмаслигини кўрсатди. Кристаллдаги модда, гарчи муғлақо бир жинсли бўлса ҳам, аммо унинг физик хоссаларидан кўпи, чунончи заррачаларнинг бир-бирига тишлашиши, иссиқлик ўтказувчанлиги, ёруғликка муносабати ва бошқа хоссалари кристалл ичидаги ҳар хил йўналишларда, кўпинча, ҳар хил бўлади; бошқача айтганда, кристаллнинг хоссалари векторнал\* хоссалардир.

Масалан, тош тузнинг кубик кристаллидан бир хил қалинликда икки бўлак қирқиб оламиз; бу бўлақлардан бири куб ёқларига перпендикуляр бўлган йўналишда (38-расм а), иккинчиси куб ёқларидан бирининг диаго-



38-расм. Тош туздан қирқиб олинadиган брусоклар:

а — куб ёқларига перпендикуляр йўналишда; б — куб ёқларидан бирининг диагонали йўналишда.

нал йўналишида (38-расм, б) қирқиб олинadи, бўлақларнинг узинлишга бўлган қаршиллиги синаб кўрилади. Биринчи бўлакни узиб юбориш учун 1 кг куч талаб қилинса, иккинчи бўлакни узиб юбориш учун 2,5 кг куч сарф қилиш керак бўлади. Демак, тош туз кристалларида заррачаларнинг бир-бирига тишлашиши куб ёқларига перпендикуляр бўлган йўналишда диагоналлари йўналишидагига қараганда икки ярим баравар камдир.

Кўнгина кристалларда заррачаларнинг ҳар хил йўналишдаги тишлашишлари мустақамлик жиҳатидан бир-биридан шу қадар катта фарқ қилadики, улар урилган ёки синдирилган вақтда, кристалл энг заиф тишлашиш йўналишига перпендикуляр текисликлар бўйича ажралади. Кристаллларнинг бу хоссаси қ а т к а т л и к деб аталади. Слюданинг кристаллари қат-қатликка ёрқин мисол бўла олади, чунки слюда кристаллари жуда юпқа пластинкаларга ажралади.

Кристаллларнинг ёруғликка бўлган муносабати ҳам диққатга сазовордир. Муунтазам системадаги кристалларда ёруғлик ҳамма йўналишларда бир хил тезлик билан тарқалади; бошқа ҳамма системалардаги кристалларда эса ёруғликнинг тарқалиш тезлиги йўналишга қараб ўзгаради; бундай кристалларда турли йўналишларда модданинг ёруғликни синдириш коэффициентларининг ҳар хил бўлиши бунга яққол мисолдир.

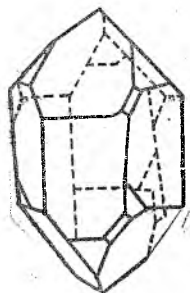
Кристаллларнинг иссиқлик ўтказувчанлигида ҳам худди шундай боғланиш бор. Масалан, слюда пластинкаси сиртга бир қават мум қоплаб, унинг бирор жойига қиздирилган металл стерженнинг ўткир учи тегизилса, ана шу

\* Йўналишга боғлиқ бўлган катталиқ вектор деб аталади.

жой атрофидаги мум суюқланади, суюқланган мум билан қопланган юза эса эллипс шаклига киради (39-расм). Бу тажриба слюда пластинкасининг иссиқликни ҳар хил йўналишда ҳар хил тезлик билан ўтказишини кўрсатади. Шундай қилиб кристалл модданинг муҳим хусусияти — хоссаларининг векториаллигидир.

Кристалл ва аморф моддалар орасидаги фарқ улар қиздирилганда айниқса яққол намоён бўлади. Ҳар қандай кристалл модда аниқ маълум температурада суюқланиб, шу температуранинг ўзида суюқ ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтади; аморф модда эса аниқ бир суюқланиш температурасига эга бўлмайди. Аморф модда қиздирилганда секин-аста юмшайди, ёйила бошлайди ва, ниҳоят, тамомила суюқ бўлиб қолади. У модда совитилганда ҳам худди шу тартибда секин-аста қотади. Аморф моддаларнинг бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиш пайтини аниқлаб бўлмайди.

Аморф моддаларда аниқ бир суюқланиш нуқтасининг йўқлигидан бу моддаларнинг яна бир хусусияти келиб чиқади: аморф моддаларнинг кўпчилиги, худди суюқликлар каби, оқувчан бўлади, яъни кичикроқ куч узоқ вақт таъсир эттирилганда ўз шаклини секин-аста ўзгартиради. Масалан, бир бўлак смола илиқ уйда ясси юза устига қўйилса бир неча ҳафта ўтгандан кейин ёйилиб кетиб, диск шаклига киради; икки учи икки таянчга қўйилган шиша най секин-аста эгилиб қолади ва ҳоказо. Аморф моддаларнинг ички тузилиши ҳам суюқликларнинг ички тузилишига ўхшайди; аморф моддаларнинг молекулалари тартибсиз жойлашган бўлади. Шунинг учун, ҳозирги вақтда, аморф моддаларни совитилганда қовушоқлиги кучли даражада ортадиган суюқликлар деб қарайдилар. Фақат қаттиқ моддаларнигина кристалл моддалар деб ҳисоблайдилар.



40-расм. Кварц кристалли.

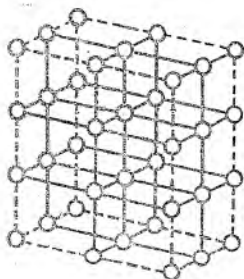
Хотимада шуни таъкидлаб ўтиш керакки, бир модданинг ўзи, қаттиқ ҳолатга ўтиш шароитига қараб, ё кристалл модда, ёки аморф модда бўлиши мумкин. Масалан, табиатда кремний (IV)-оксид  $\text{SiO}_2$  яхши ташкил топган кристаллар ҳолида — кварц минерали кристаллари ҳолида учрайди (40-расм), аммо шу билан бирга, аморф ҳолатда ҳам учрайди (чақмоқ тош минерали аморф моддadir); шишани бир неча марта қиздириб секин совитилса, аморф ҳолатдан кристалл ҳолатга ўтади ёки, кишилар айтишича, «шишаликдан чиқади», елим каби типик аморф моддалар



39-расм. Сиртига мум қопланган слюда пластинкаси.

ин очик кристалл ҳолатда олишга муваффақ бўлинди ва ҳоказо.

44. Кристалларнинг ички тузилиши. Кристаллнинг ташқи шакли унинг яширин ички тузилишининг акси бўлиб, заррачаларнинг — кристаллни ташкил этувчи молекула ёки атомларнинг — фазода муайян нуқталарда бир текисда жойлашувига боғлиқ деб ўйлаб келган эдилар. Бундай нуқталарнинг жами фазовий — (кристалик) панжара ҳосил қилади, бу панжара маълум бир шаклга эга бўлиб, кристалл модданинг геометрик тузилишини маълум даражада акс эттиради (41-расм); заррачалар жойлашган нуқталар панжара тугуналари деб аталади.



41-расм. Фазовий панжара.

лаб чиқаришларда, айниқса металлургияда, кенг қўлланила бошлади.

Кристалларни текшириш учун рентген нурларидан фойдаланиш кўпгина кристалларнинг фазовий панжаралари характери аниқлашга имкон берди. Бу текширишларнинг муҳим самараси кўпгина мураккаб моддаларда (масалан, тузларда) панжара тугуналарида молекулалар эмас, балки мусбат ва манфий зарядланган айрим ионлар туришининг кашф этилиши бўлди.

Барча кристалик панжаралар тўртта асосий турга бўлинади; булар: молекуляр, атомли, ионли ва металл панжараларидир.

Молекуляр панжаралар панжара тугуналарида молекулалар туриши билан характерланади. Поляр ёки кам поляр типдаги бирикмалар ва, умуман, атом боғланишга эга бўлган бирикмалар молекуляр панжаралар ҳосил қилади.

Атомли панжаранинг структура бирлиги ўзаро ковалент боғланган нейтрал атомлардир. Бундай турдаги панжаралар баъзи оддий моддаларга, масалан, олмосга хосдир.

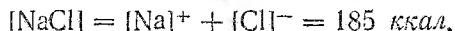
Тугунларида мусбат ва манфий ионлар навбатма-навбат жойлашган ионли панжаралар ионлардан тузилган бирикмаларга хосдир; бу бирикмалар қаторига тузларнинг қарийб ҳаммаси, кўпгина оксидлар ва бошқа баъзи моддалар киради.

Ниҳоят, металл панжаралар ўзига хос тузилишга эга. Металл панжара тугунларида нейтрал атомлар эмас, балки мусбат ионлар туради, бу ионлар оралигида эркин, осон ҳаракатчан электронлар бўлади. Металл панжаралари тўғрисида металллар баён этилганда батафсил сўзланади.

Молекуляр, атомли ва ионли панжаралар орасида фарқ бўлишига сабаб, уларни ҳосил қилувчи заррачаларнинг типигина эмас, балки бу заррачаларнинг ўзаро таъсир этиш характери ҳамдир. Ионли структуралардаги мусбат ва манфий зарядланган ионлар орасида таъсир этадиган кулон кучлари заррачалар орасида анча мустаҳкам боғланиш ҳосил қилади, бу кучлар электронейтрал атомларни ёки молекулаларни бир-бирига боғлаб турадиган кучларга қараганда анча катта бўлади. Шунга кўра, ионли бирикмаларнинг суюқланиш температураси ва қаттиқлиги, одатда, поляр ёки полярмас молекулалардан таркиб топган моддаларникига қараганда анча юқори бўлади.

Кристалларни ҳосил қилувчи заррачалар орасидаги боғланишнинг мустаҳкамлиги панжарани бузиш ва шу панжарани ташкил этувчи заррачаларни уларнинг ўзаро таъсир этишини назарга олмаслик даражада бир-биридан узоқлаштириш учун керак бўладиган иш миқдори билан характерланади. Бу иш кристалл панжара энергияси деб аталади. У бир моль модда учун ҳисобланади ва ккал билан ифодаланади.

Масалан, 1 моль NaCl ни эркин газсимон ионларга ажратиш учун 185 ккал энергия сарф қилиш керак:



Ўз-ўзидан равшанки, эркин газсимон ионлардан 1 моль NaCl ҳосил бўлишида худди шунча миқдорда энергия чиқиши керак.

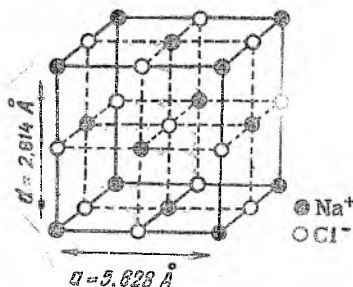
Қаттиқ модданинг физик хоссалари кристаллик панжаранинг турига, яъни унинг структура бирликлари орасидаги боғланиш характерига ва боғланиш турига ниҳоятда боғлиқ бўлади.

Панжаралар ўз структураси жиҳатидан ниҳоятда хилма-хил бўлиши мумкин. Панжараларнинг структурасидаги барча характерли хусусиятларни кўрсата оладиган энг кичик қисми элементар ячейка деб аталади. Умумий ҳолда, ячейка параллелепипед шаклида бўлади ва муайян сондаги

заррачалардан ташкил топади. Бутун кристалл бир-бири устига жойлашган ниҳоятда кўп ана шундай ячейкалардан иборат. Гиштлар бир-бири устига зич қилиб териб чиқилганда қурилган бинонинг ташқи шакли гишт шаклига ўхшаши шарт бўлмаганлиги каби, кристаллнинг шакли ҳам кристаллик ячейканинг шаклини белгилаб бера олмайди. Аммо ячейканинг шакли тўғрисида кристаллографик ўқлар характериға қараб фикр юритиш мумкин.

Элементар ячейкалари куб шаклида бўлган мунтазам системадаги кристаллларнинг панжаралари энг содда тузилган бўлади.

42- расмда натрий хлорид куб панжарасининг бир қисми, яъни элементар ячейкаси кўрсатилган, бу қисм бутун кристаллдан ажратиб олинган бўлиб, кристаллнинг ичи ионлар билан қандай тўлганлигини кўрсатиш учун берилган. Панжара учларида хлор ионлари билан натрий ионлари туради, бунда ҳар қайси натрий ионини олтига хлор иони ва ҳар қайси хлор ионини олтига натрий иони қуршаб олган. Агар панжаранинг ҳар томонга узайганлиги кўз олдига келтирилса, бунга ишонини қийин эмас. Шуниси характерлики, хлор ионлари билан натрий ионлари ўзаро жуфт-жуфт бўлиб боғланган эмас: кристаллда NaCl молекуласига мувофиқ келадиган ҳеч нарса йўқ. Бошқа тузларнинг кристаллари ҳам



42- расм. Натрий хлорид панжараси.

худди шундай тузилишга эга. Бу ердан, газсимон моддаларнинг молекулалари тўғрисида химияда аниқ қарор топган тушунчани қаттиқ кристалл моддаларга, яъни ионли панжаралар ҳосил қиладиган моддаларга татбиқ этиб бўлмайди, деган хулоса келиб чиқади.

Ионли панжаралар ҳосил қиладиган тузлар ва бошқа бирикмаларнинг тузилишини кўриб чиқишда ўз-ўзидан мана бундай савол туғилади: модомики, кристаллар ионлардан иборат экан, бу бирикмаларнинг молекулалари умуман мавжуд бўла оладими? Бу саволга мавжуд бўла олади деб жавоб бермоқ керак, чунки ҳар хил тузлар буғларининг юқори температуралардаги зичлигини аниқлаш бу буғлар ионлардан эмас, балки молекулалардан иборат эканлигини кўрсатади.

Кристаллни характерловчи ниҳоятда муҳим бир катталиқ шу кристалл панжарасининг константаси  $d$  дир; бу константа

элементар ячейкадаги иккита қўшни заррачанинг марказлари орасидаги энг кичик масофани кўрсатади ва, одатда, рентгенометрия йўли билан аниқланади. Агар элементар куб қиррасининг узунлиги маълум бўлса, куб панжара константасини геометрия қоидалари асосида ҳисоблаб топиш мумкин. Масалан, натрий хлорид кристалларида куб қиррасининг рентгенометрик йўл билан топилган узунлиги ( $a$ ) 5,628 ангстремга тенг, натрий иони билан хлор иони орасида энг қисқа масофа юқоридаги соннинг ярмига тенг, яъни  $d = 2,814$  ангстремдир.

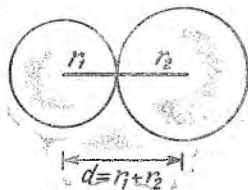
45. Атом ва ионларнинг радиусларини аниқлаш. Кристалларни текширишда рентген нурларидан фойдаланиш кристалларнинг ички тузилишинигина эмас, балки кристалларни ҳосил қилган заррачаларнинг — атом ёки ионларнинг ўлчамларини ҳам аниқлашга имкон беради.

Бундай ҳисоблашнинг қандай бажарилишини тушунмоқ учун кристаллни ҳосил қилган заррачалар сферик шаклга эга ва бир-бирига тегиб туради, деб тасаввур қиламиз. Бундай ҳолда биз иккита қўшни заррачанинг марказлари орасидаги масофа улар радиусларининг йиғиндисига тенг, деб ҳисоблай оламиз (43-расм). Агар бу заррачалар оддий модданинг атомлари бўлиб, улар орасидаги масофа ўлчанган бўлса, у ҳолда, шу билан атомнинг радиуси ҳам топилади; бу радиус, равшанки, топилган масофанинг ярмига тенг бўлади. Масалан, натрий металнининг кристаллари учун панжара константаси  $d = 3,78$  ангстрем эканлигини била туриб, натрий атомининг радиуси  $r = \frac{d}{2} = 1,89$  ангстремлигини топамиз.

Ҳар хил ионларнинг радиусларини аниқлаш масаласига келганда, иш бирмунча мураккаблашади. Бу ерда ионлар орасидаги масофани иккига бўлиш билан иш битмайди, чунки ионларнинг ўлчамлари бир хил эмас. Аммо ионлардан бирининг радиуси  $r_1$  маълум бўлса, иккинчи ионнинг радиуси  $r_2$  айириш йўли билангина топилади:

$$r_2 = d - r_1.$$

Бундан, ҳар хил ионларнинг радиусларини кристаллик панжаралар константаларига қараб ҳисоблаб топиш учун, ҳеч бўлмаганда, ионлардан бирининг радиусини билиш керак, деган хулоса келиб чиқади. Ионлардан бирининг радиуси топилгандан кейин, бошқаларининг радиусини топиш унча қийин бўлмайди.



43-расм. Кристалларда бир-бирига тегиб турувчи заррачалар.

Оптик методлардан фойдаланиб, фтор иони  $F^-$  нинг радиусини (1,33 ангстрем) ва кислород иони —  $O^{--}$  нинг радиусини (1,36 ангстрем) анча аниқ топишга муваффақ бўлинди; ана шу радиуслар бошқа ионларнинг радиусларини ҳисоблаб топишда асос бўлади. Масалан, магний оксид  $MgO$  панжарасининг константаси 2,1 ангстремга тенг эканлиги аниқланди. Бундан кислород ионининг радиусини айириб ташласак, магний ионининг радиуси топилади:

$$2,10 - 1,36 = 0,74 \text{ ангстрем.}$$

Натрий фторид панжарасининг константаси 2,31 ангстремга тенг; фтор ионининг радиуси 1,33 ангстремга тенг бўлганлигидан, натрий ионининг радиуси

$$2,31 - 1,33 = 0,98 \text{ ангстрем}$$

бўлиши керак.

Натрий ионининг радиуси ва натрий хлорид панжарасининг константасини била туриб, хлор ионининг радиусини ҳисоблаб топиш қийин эмас ва ҳоказо.

Қарийб ҳамма атом ва ионларнинг радиуслари ана шу йўл билан топилган.

Бу катталикларнинг ўлчамлари тўғрисида 5-жадвалда берилган маълумотларга қараб умумий тушунча ҳосил қилиш мумкин.

5-жадвал

Баъзи элементлар атомларининг ва ионларининг радиуслари

Элемент	Атомнинг радиуси, $A'$	Ионнинг радиуси, $A'$	Ионнинг символи
Натрий . . . . .	1,89	0,98	$Na^+$
Калий . . . . .	2,36	1,33	$K^+$
Рубидий . . . . .	2,48	1,49	$Rb^+$
Цезий . . . . .	2,68	1,65	$Cs^+$
Магний . . . . .	1,60	0,74	$Mg^{++}$
Кальций . . . . .	1,97	1,04	$Ca^{++}$
Барий . . . . .	2,21	1,38	$Ba^{++}$
Фтор . . . . .	0,64	1,33	$F^-$
Хлор . . . . .	0,99	1,81	$Cl^-$
Бром . . . . .	1,14	1,96	$Br^-$
Йод . . . . .	1,33	2,20	$I^-$
Кислород . . . . .	0,66	1,36	$O^{--}$
Олтингуғурт . . . . .	1,04	1,82	$S^{--}$

Металларда атомларнинг радиуслари ионларнинг радиусларига қараганда катта эканлиги, металлоидларда эса, аксинча, ионларнинг радиуслари атомларнинг радиусларига



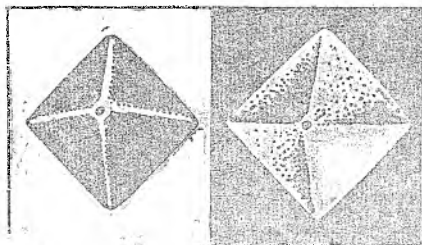
қараганда катта эканлиги жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибди.

Кристаллни ҳосил қилувчи ионларнинг нисбий ўлчамлари фазовий панжаранинг тузилишига гоят катта таъсир кўрсатади. Масалан, ўзининг химиявий табиати жиҳатидан бир-бирига жуда ўхшаш иккита модда— $\text{CsCl}$  билан  $\text{NaCl}$  ҳар хил типдаги панжаралар ҳосил қилади; булардан биринчисида ҳар қайси мусбат ионни саккизта манфий ион, иккинчисида эса фақат олтита манфий ион қуршаб олади. Бу фарқнинг сабаби шуки, цезий ионининг ўлчамлари билан натрий ионининг ўлчамлари бир хил эмас. Бир қатор мулоҳазаларга мувофиқ, кристаллда ҳар қайси кичик ион уни қуршаб олган катта ионлар орасидаги жойни имкони борича тўлатиши ва, аксинча, кичик ионлар орасидаги жойни катта ион тўлатиши лозим деб ўйлаш керак; бошқача сўз билан айтганда, мусбат ионлардан қарийб ҳамма вақт каттароқ ўлчамга эга бўлган манфий ионлар мусбат ионларни имкони борича тигизроқ қуршаб олиши керак, акс ҳолда, система беқарор бўлади.  $\text{Cs}^+$  ионининг радиуси 1,65 ангстрем,  $\text{Na}^+$  ионининг радиуси 0,98 ангстрем бўлганлигидан, равшанки, биринчи ион атрофида иккинчи ион атрофидагига қараганда кўпроқ  $\text{Cl}^-$  ионлари жойлашиши мумкин.

Кристаллда ҳар қайси мусбат ионни қуршаб турувчи манфий ионлар сони шу панжаранинг координацион сони деб аталади. Ҳар хил кристаллларнинг тузилишини ўрганиш 2, 3, 4, 6, 8 ва 12 га тенг бўлган координацион сонларнинг энг кўп учрашини кўрсатади.

46. Изоморфизм. Химиявий табиатлари жиҳатидан бир-бирига яқин бўлган баъзи моддалар, гарчи таркиб жиҳатидан ҳар хил бўлсалар ҳам, мутлақо бир хил шаклдаги кристаллар ҳосил қилади, бу кристаллар бир хил ёки деярли бир хил константалар билан характерланади. Бундай моддалар изоморф моддалар деб (яъни бир хил шаклга эга бўлган моддалар деб), таркиби жиҳатидан ҳар хил бўлган моддалардан бир хил кристаллар ҳосил бўлиш ҳодисасининг ўзи эса изоморфизм деб аталади.

Изоморф моддаларга хос бўлган хусусият шундан иборатки, улардан ҳосил қилинган эритмаларда шу моддалар биргаликда кристалланиб, аралаш кристаллар ҳосил қилади.



44-расм. Алюминийли аччиқтош билан хромли аччиқтошнинг изоморф кристаллари.

Аралаш кристалларда олинган моддаларнинг миқдорлари ўзгариб туради, бу миқдорлар ҳар қайси моддадан эритмада қанчадан борлигига боғлиқ бўлади. Бир-бирига мутлақо ўхшаш бўлмаган бошқа моддалар ҳам эритмадан бир вақтда кристаллана олади, аммо бундай ҳолларда аралаш кристаллар эмас, эритмадаги ҳар қайси модданинг тоза кристалларидан иборат механик аралашма ҳосил бўлади.

Ҳар хил аччиқтошлар—сульфат кислотанинг қўш тузлари, таркибида битта бир валентли ва битта уч валентли металл бўладиган тузлари изоморф моддаларга типик мисолдир.

Агар алюминийли рангсиз аччиқтош  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  билан тўқ гунафша тусли хромли аччиқтош  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  дан иборат аралашма сувда эритилса (44-расм), бу эритма кристаллантирилганда, таркибида иккала хил аччиқтош бор аралаш кристаллар ҳосил бўлади; бу кристаллар оч ёки тўқ қирмизи тусда бўлади, унинг бу туси эритмада қайси аччиқтошнинг кўплигига боғлиқ. Аралаш кристаллар ўзгарувчан таркибли бўлса-да, мутлақо бир жинсли бўлганлигидан, улар ҳам қаттиқ эритмалар деб аталади.

$KClO_4$  ва  $KMnO_4$  тузлари изоморф моддаларга яна бир мисол бўла олади, бу тузлар ромбик системадаги кристалларни ҳосил қилади, бу кристалларнинг мувофиқ бурчаклари қарийб бир хил бўлади. Икки валентли металлларнинг таркибида бир хил сондаги кристаллизацион сув молекулалари бўлган кўпгина сульфат тузлари ҳам, чунончи,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$  тузлари ҳам изоморф моддалардир. Минераллар орасида ҳам изоморф минераллар кўп учрайди. Масалан, қўрғошин ялтироғи  $PbS$  кумуш ялтироғи  $Ag_2S$  билан изоморфдир; қўрғошин ялтироғининг табиий кристалларида, кўпинча,  $Ag_2S$  бўлади, яъни улар, асли моҳияти билан, аралаш кристаллар ёки қаттиқ эритмалардир.

Агар никель сульфат  $NiSO_4 \cdot 7H_2O$  нинг яшил кристалларини қилга осиб, у билан изоморф бўлган магний сульфатнинг тўйинган эритмасига туширсак, бу кристалл шу эритмада ўса бошлайди ва рангсиз  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  қавати билан қопланади; бу кристалл ўзининг эритмасида қандай ўсса, бу эритмада ҳам худди ўша тариқада ўсади. Бир модда кристалларининг бошқа модда эритмасида ўсиши изоморф моддалар учун жуда хос хусусиятдир.

Изоморфизм ҳодисасини 1819 йилда немис химиги Митчерлих кашф этган эди; Митчерлих таркибларда бир хил сондаги кристаллизацион сув молекулалари бўлган фосфат ва арсенат кислоталарнинг тузлари, масалан  $Na_2HAsO_4 \cdot 12H_2O$  ва  $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$  таркибли тузлар, қарийб бир-бирига ўхшаш кристаллик шаклларга эга эканлигини пайқайди. Шундан кейин,

Митчерлих бу ҳодисани худди шу типдаги бошқа тузларда ҳам кузатиб, молекуласида бир хил сондаги атомлар бўлган ва химиявий жиҳатдан бир-бирига ўхшаган моддалар бир хил шаклдаги кристаллар ҳосил қилади, деган хулосага келди.

Изоморфизмнинг кашф этилиши, ўз вақтида, баъзи элементларнинг атом оғирлигини аниқлашда муҳим роль ўйнади. Митчерлих фикрига кўра, изоморф моддаларнинг молекулаларида бир хил сондаги атомлар бўлиши кераклигидан бир модданинг формуласини била туриб, шу формулага қараб, унга изоморф бўлган бошқа модданинг формуласини ҳам аниқлаш мумкин, бунинг учун иккинчи модданинг таркиби маълум бўлиши шарт. Масалан, калий сульфат  $K_2SO_4$  калий селенат билан изоморф эканлигидан фойдаланиб, Митчерлих калий селенатнинг формуласи  $K_2SeO_4$  бўлиши керак, деган фикрга келди. Митчерлих калий селенатнинг процент таркибини билиб олиб селеннинг атом оғирлигини аниқлади. Алюминий тузларининг формуласи  $Fe_2O_3$  бўлган темир (III)-оксид тузлари билан изоморфлигига асосланиб, алюминий оксид формуласи  $Al_2O_3$  бўлиши керак, деган хулосага келинди. Бу формуладан ва алюминий оксиднинг таркибидан фойдаланиб, алюминийнинг атом оғирлиги 27 га тенг эканлиги аниқланди.

Изоморфизмнинг ва аралаш кристаллар ҳосил бўлишининг моҳияти шундан иборатки, тахминан бир хил ўлчамдаги ва бир хил зарядли атомлар ёки ионлар кристаллик панжарада, шу панжаранинг барқарорлигини бузмай, бир-бирининг ўрнини олиши мумкин. Панжаранинг характери шу панжарани ҳосил қилувчи ионларнинг ўлчамларига кўп жиҳатдан боғлиқдир. Шунинг учун, масалан,  $KCl$  ва  $KBr$  бир-бирига деярли ўхшаш панжаралар ҳосил қилиши ажабланарли ҳол эмас, чунки хлор ионининг радиуси (1,81 ангстрем) ва бром ионининг радиуси (1,96 ангстрем) бир-бирига анча яқиндир.  $KCl$  ва  $KBr$  сувда эритилганда уларнинг кристаллари айрим ионларга ажралади (XII бобга қаралсин). Демак, иккала туз эритмаларининг аралашмасида  $K^+$ ,  $Cl^-$  ва  $Br^-$  ионлари бўлади. Агар бундай эритмадан сув буғлатиб юборилса, маълум пайтда кристалланиш бошланади: ионлар яна бир-бири билан боғланиб, кристаллар ҳосил қилади, бунда манфий ионларнинг иккаласи —  $Cl^-$  ва  $Br^-$  бир вақтнинг ўзида ҳар қайси кристаллнинг тузилишида иштирок этади. Натижада, таркибида  $Cl^-$  ва  $Br^-$  ионлари, бошқача айтганда,  $KCl$  ва  $KBr$  бўлган аралаш кристаллар ҳосил бўлади. Шундай қилиб, эритмада  $KCl$  ва  $KBr$  нинг нисбий миқдорларини ўзгартириб, фақат калий хлориддан иборат кристалларни фақат калий бромиддан иборат кристалларга узлуксиз суратда айлантириш мумкин.

Агар ионларнинг радиуслари катта-кичиклиги жиҳатидан бир-биридан анча фарқ қилса, бундай ионлар кристалларда бир-бирининг ўрнини ола олмайди. Масалан, натрий хлорид билан калий хлорид, гарчи бир хил типдаги панжарага эга бўлса ва химиявий жиҳатдан бир-бирига жуда ўхшаса ҳам, аммо аралаш кристаллар ҳосил қилмайди, чунки калий иони-

нинг радиуси (1,33 ангстрем) натрий ионининг радиуси (0,93 ангстрем) дан анча катта бўлиб, уларнинг панжара константалари мутлақо ҳар хилдир. Шунинг учун, натрий хлорид билан калий хлорид изоморф моддалар эмас.

Шундай қилиб, изоморфизмнинг моҳияти шундан иборатки, химиявий жиҳатдан бир-бирига ўхшаш баъзи моддалар мутлақо бир хил шаклдаги кристаллар ҳосил қилади. Бунга тескари ҳодиса, яъни бир хил модданинг ўзи, шароитга қараб, ҳар хил шаклда кристалланиш ҳодисаси полиморфизм деб, бундай ҳоссаларга эга бўлган моддалар эса полиморф моддалар деб аталади. Полиморф модданинг ҳар қайси кристаллик шакли муайян температура ва муайян босим chegarаларидагина барқарор бўлади.

Олтингурут полиморф моддаларга яхши мисол бўла олади. Суоқлантирилган олтингурут секин-аста қотганда моноклиник системадаги игнасимон узун ёки призматик кристаллар ҳосил бўлади. Аммо бу кристаллар  $96^{\circ}$  дан юқори температурадагина узоқ вақт мавжуд бўла олади; ундан паст температураларда бу кристаллар ромбик системадаги кристалларга секин-аста айланади, табиий олтингурут худди ана шу ромбик системадаги кристаллардан иборат. Ромбик кристаллар секин-аста қиздирилганда  $96^{\circ}$  дан юқори температурада моноклиник системадаги кристалларга айланади (113-параграфга қаралсин).

Кўпгина тузлар ҳам ҳар хил системаларда кристалланиши мумкин. Масалан, аммоний нитрат одатдаги температурада ромбик системадаги кристаллар ҳосил қилади; бу кристаллар  $85^{\circ}$  дан юқори температурада гексагонал система синфларидан бирига мансуб бўлган кристалларга айланади ва бунда иссиқлик ютилади,  $125^{\circ}$  дан юқори температурада эса мунтазам системадаги кристалларга айланади.

Полиморфизм ҳодисаси табиатда кенг тарқалган ҳодисадир, Масалан, титан (IV)-оксид  $TiO_2$  рутил, брукит ва анатаз минераллари ҳолида бўлади, бу минераллар ўз кристаллик тuzилишлари жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади; кальций карбонат кальцийни — гексагонал системадаги минерални ва арагонитни — ромбик системадаги минерални ҳосил қилади ва ҳоказо.

## VII БОБ

### ДАВРИЙ ҚОНУННИНГ РИВОЖЛАНИШИ. АТОМ ЯДРОСИ

Атомларнинг тузилиши ва химиявий боғланишларга оид барча назариялар Резерфорд ва Бор назарияларидан бошлаб Менделеевнинг элементлар даврий системасига бевосита ёки билвосита асосланади. Аммо бунинг тескарисини ҳам тўғри деб топиш керак. Атомлар тузилишига оид масалаларни экспериментал ва назарий жиҳатдан текшириш процессида кашф этилган фактлар ҳамда қонуниятлар даврий қонуinning ва элементлар даврий системасининг моҳиятини чуқурроқ тушунишга имкон берди.

Менделеев жадвалида химиявий элементларнинг улар атомларидаги электрон қобиклар тузилишига асосланган, яъни ҳозирги замон тасавурларига мувофиқ келадиган табиий классификацияси берилган. Шу сабабли, даврий системанинг химия учун нақадар катта аҳамиятга эга эканлигини билиш учун, барча атомларнинг электрон структураларини ва бу структураларнинг элементлар химиявий хоссаларига катта таъсир этишини батафсилроқ кўриб чиқиш, элементларнинг даврий системадаги ўрни билан шу элементлар атомларининг тузилиши орасидаги боғланишни аниқлаш, жуфт ва тоқ қаторлардаги элементлар атомларининг структура хусусиятларини аниқлаш, изотопия ҳодисаси ва «химиявий элемент» тушунчасининг ҳозирги замон таърифи билан танишиб чиқиш ниҳоятда зарур.

47. Элементларнинг тартиб номерлари. Атомларнинг тузилиш назариясини баён этишда биз элементларнинг рентген спектрлари билан уларнинг тартиб номерлари, бошқача айтганда, атом номерлари орасида боғланиш борлиги тўғрисида сўзлаб ўтган эдик. Бу боғланишни ўрганиш элементнинг Менделеев системасидаги ўрни билан белгиланадиган тартиб номери шу элементнинг атоми ядроси мусбат зарядлари сонини ифодалайдиган энг муҳим константасидир, деган хулосага олиб келди. Барча элементларнинг атомларидаги ядро заряд-

ларининг миқдори рентген спектрлари ёрдами билан аниқланган эди. Бу аниқлашларнинг натижалари *даврий системада элементлар атомлари ядроларининг зарядлари ортиб бориш тартибида аниқ кетма-кет бўлиб, жойлашганлигини кўрсатди.*

Бу кашфиёт даврий системада элементларнинг тўғри жойлашганлигига янги бир асос бўлди. Шу билан бирга, бу кашфиёт Менделеев системасида зиддият бўлиб кўринадиган бир ҳолни — атом оғирликлари катта бўлган баъзи элементларнинг атом оғирликлари кичик бўлган элементлардан олдин жойлашганлигини ҳам бартараф қилди (бу элементлар теллур ва йод, аргон ва калий, кобальт ва никелдир). Бу ерда ҳеч қандай зиддият йўқлиги аниқланди, чунки элементнинг системадаги ўрни унинг атом оғирлигига эмас, балки атом ядросининг зарядига боғлиқдир. Теллур ядросининг заряди билан йод ядросининг заряди аниқланганда, теллур ядросининг заряди 52 га, йод ядросининг заряди эса 53 га тенг бўлиб чиқди, шунинг учун ҳам теллур, атом оғирлигининг катта бўлишига қарамай, йоддан олдин туриши керак. Худди шунингдек, аргон ядросининг заряди билан калий ядросининг заряди, никель ядросининг заряди билан кобальт ядросининг заряди бу элементларнинг системада жойланиш тартибига мутлақо тўғри келади.

Шундай қилиб, атом ядросининг заряди шундай асосий катталики, элементнинг барча хоссалари ва унинг даврий системадаги ўрни ана шу катталикка боғлиқ бўлади. Шунинг учун, Менделеевнинг даврий қонуни ҳозирги вақтда қуйидагича таърифланади:

*Элементларнинг хоссалари улар атомлари ядроларининг зарядларига даврий равишда боғлиқдир.*

Элементларнинг даврий системадаги тартиб номерининг шу элементлар рентген спектрларига қараб аниқланиши бошқа яна бир жуда муҳим аҳамиятга эга бўлди. У, даврий системада биринчи ва охириги аъзолар орасидаги ўринларнинг умумий сонини, яъни тартиб номери 1 бўлган водород ва тартиб номери 92 бўлган уран орасидаги ўринларнинг умумий сонини аниқлашга ймкон берди. Атом тузилиш назарияси яратилаётган вақтда бу ўринлардан қуйидагилар: 43, 61, 72, 75, 85 ва 87 банд эмас эди, бу эса яна баъзи элементлар мавжуд эканлигидан дарак берар эди. Дарҳақиқат, 1922 йилда янги элемент гафний кашф этилди, бу элемент 72-ўринга жойлаштирилди; шундан кейин, 1925 йилда рений элементи кашф этилиб, 75-ўринга қўйилди. Жадвалдаги қолган тўртта бўш ўринни эгаллаш керак бўлган элементларга келсак, гарчи

адабиётда уларнинг кашф этилганлиги эълон қилинган бўлса ҳам, аммо бу элементларнинг (номери 43 бўлган элементдан бошқасининг) борлигини исбот этиб берадиган ишончли далил йўқ эди. Аммо кейинги вақтларда бу тўрттала элементни сунъий йўл билан ҳосил қилишга, ҳосил қилинган элементларнинг миқдори  $10^{-10}$ — $10^{-14}$  г дан ошмаслигига қарамай, уларнинг хоссаларини ўрганишга муваффақ бўлинди. Янги элементлардан бири технеций (№ 43), бири прометий (№ 61), бири аstat (№ 85) ва бири франций (№ 87) деб аталди. Шундай қилиб, ҳозирги вақтда даврий система жадвалининг водород билан уран орасидаги ҳамма катаклар тўлдирилди, деб айтиш мумкин.

Аммо даврий системанинг ўзи ҳали тугалланган эмас, транс-уран (урандан кейинги) элементларнинг, яъни атомлари ядроларининг зарядлари миқдори жиҳатидан урандан кейин келувчи элементларнинг кашф этилиши бундан далолат беради. Бу элементлар хусусида 57-параграфда батафсилроқ сўзланади.

**48. Атомларнинг электрон структураси ва даврий қонун.** Даврий системада бир элементдан иккинчи элементга ўтишда элементлар хоссаларининг ўзгаришида кузатиладиган қонуниятлар, шунингдек, биринчи қарашда нотўғридек бўлиб кўринадиган ҳоллар (масалан, даврлардаги элементлар сонининг ҳар хил бўлиши, сийрак-ер элементлар деб аталадиган элементлардан ўн тўрттасининг бир-бирига жуда ўхшашлиги ва бошқалар) атомларнинг электрон қобиклари тузилишида (бир элементдан иккинчи элементга ўтганда) бўладиган ўзгаришларнинг оқибатидир. Шу сабабли, бундан кейинги материални тушунишда барча химиявий элементлар атомларида электронларнинг қандай жойлашганлиги билан танишиб чиқиш ва 6-жадвалдан фойдаланиб, элементлар тартиб номерларининг ортиб бориши билан шу элементлар атомларининг электрон қаватлари ортиб боришини ва уларнинг электронлар билан тўлиб боришини кўздан кечириш зарур.

IV бобда даврий системадаги биринчи ўн саккиз элемент атомларида, яъни учта кичик давр элементлари атомларида электронларнинг қандай жойлашганлиги тўғрисида сўзлаб ўтган эдик. Уша ернинг ўзида шу элементлар атомларининг тузилиш схемаси ҳам берилган эди (24-расмга қаралсин). Шунини эслатиб ўтиш керакки, бу элементлар атомларида электрон қаватларнинг тўлиб бориши тартиб номерларининг ортиб бориши билан мутлақо бир текисда бўлади: жадвалда бир элементдан иккинчи элементга ўтганда атомнинг сиртқи қаватига битта электрон қўшилади, ёки агар бу қават электрон-

## Химиявий элементлар атомларида электронларнинг тақсими

Давр	Элементнинг тартиб номери ва номи	Химиявий симболи	Қаватдаги электронлар сони						
			K	L	M	N	O	P	Q
1	1. Водород . . .	H	1						
	2. Гелий . . .	He	2						
2	3. Литий . . .	Li	2	1					
	4. Бериллий . . .	Be	2	2					
	5. Бор . . .	B	2	3					
	6. Углерод . . .	C	2	4					
	7. Азот . . .	N	2	5					
	8. Кислород . . .	O	2	6					
	9. Фтор . . .	F	2	7					
	10. Неон . . .	Ne	2	8					
3	11. Натрий . . .	Na	2	8	1				
	12. Магний . . .	Mg	2	8	2				
	13. Алюминий . . .	Al	2	8	3				
	14. Кремний . . .	Si	2	8	4				
	15. Фосфор . . .	P	2	8	5				
	16. Олтингу- гурт . . .	S	2	8	6				
	17. Хлор . . .	Cl	2	8	7				
	18. Аргон . . .	Ar	2	8	8				
4	19. Калий . . .	K	2	8	8	1			
	20. Кальций . . .	Ca	2	8	8	2			
	21. Скандий . . .	Sc	2	8	8+1	2			
	22. Титан . . .	Ti	2	8	8+2	2			
	23. Ванадий . . .	V	2	8	8+3	2			
	24. Хром . . .	Cr	2	8	8+5	1			
	25. Марганец . . .	Mn	2	8	8+5	2			
	26. Темир . . .	Fe	2	8	8+6	2			
	27. Кобальт . . .	Co	2	8	8+7	2			
	28. Никель . . .	Ni	2	8	8+8	2			
	29. Мис . . .	Cu	2	8	18	1			
	30. Рух . . .	Zn	2	8	18	2			
	31. Галлий . . .	Ga	2	8	18	3			
	32. Германий . . .	Ge	2	8	18	4			
33. Мышьяк . . .	As	2	8	18	5				
34. Селен . . .	Se	2	8	18	6				
35. Бром . . .	Br	2	8	18	7				
36. Криpton . . .	Kr	2	8	18	8				
37. Рубидий . . .	Rb	2	8	18	3	1			
38. Стронций . . .	Sr	2	8	18	8	2			
39. Иттрий . . .	Yr	2	8	18	8+1	2			
40. Цирконий . . .	Zr	2	8	18	8+2	2			
41. Ниобий . . .	Nb	2	8	18	8+4	1			



45.	Палладий.	Pd	2	8	18	18	18	18	18	0	1	8	1
47.	Купрум	Ag	2	8	18	18	18	18	18	1	2	8	2
48.	Кадмий	Cd	2	8	18	18	18	18	18	2	3	8	
49.	Индий	In	2	8	18	18	18	18	18	3	4	8	
50.	Кадмий	Sn	2	8	18	18	18	18	18	4	5	8	
51.	Сурьма	Sb	2	8	18	18	18	18	18	5	6	8	
52.	Теллур	Te	2	8	18	18	18	18	18	6	7	8	
53.	Йод	J	2	8	18	18	18	18	18	7			
54.	Ксенон	Xe	2	8	18	18	18	18	18	8			
55.	Цезий	Cs	2	8	18	18	18	18	18	8		1	
56.	Барий	Ba	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
57.	Лантан	La	2	8	18	18	18	18	18	8+1		2	
58.	Церий	Ce	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
59.	Прозодим	Pr	2	8	18	18	18	18	18	8+1		2	
60.	Неолим	Nd	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
61.	Прометий	Pm	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
62.	Самарий	Sm	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
63.	Европий	Eu	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
64.	Гадолиний	Gd	2	8	18	18	18	18	18	8+1		2	
65.	Тербий	Tb	2	8	18	18	18	18	18	8+1		2	
66.	Диспрозий	Dy	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
67.	Гольмий	Ho	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
68.	Эрбий	Er	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
69.	Тулий	Tm	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
70.	Иттербий	Yb	2	8	18	18	18	18	18	8		2	
71.	Лютеций	Lu	2	8	18	18	18	18	18	8+1		2	
72.	Гафний	Hf	2	8	18	18	18	18	18	8+1		2	
73.	Тантал	Ta	2	8	18	18	18	18	18	8+3		2	
74.	Вольфрам	W	2	8	18	18	18	18	18	8+4		2	
75.	Рений	Re	2	8	18	18	18	18	18	8+5		2	
76.	Осмий	Os	2	8	18	18	18	18	18	8+6		2	
77.	Иридий	Ir	2	8	18	18	18	18	18	8+7		2	
78.	Платина	Pt	2	8	18	18	18	18	18	8+9		1	
79.	Олтин	Au	2	8	18	18	18	18	18	8		1	
80.	Самоб	Hg	2	8	18	18	18	18	18	18		2	
81.	Таллий	Tl	2	8	18	18	18	18	18	18		3	
82.	Курьштин	Pb	2	8	18	18	18	18	18	18		3	
83.	Висмут	Bi	2	8	18	18	18	18	18	18		4	
84.	Полоний	Po	2	8	18	18	18	18	18	18		5	
85.	Астатин	At	2	8	18	18	18	18	18	18		6	
86.	Радон	Rn	2	8	18	18	18	18	18	18		7	
87.	Франций	Fr	2	8	18	18	18	18	18	18		8	
88.	Радий	Ra	2	8	18	18	18	18	18	18		8	

Давр	Элементнинг тартиб номери ва номи	Химиявий симболи	Қаватдаги электронлар сони						
			K	L	M	N	O	P	Q
7	89. Актиний	Ac	2	8	18	32	18	8+1	2
	90. Торий	Th	2	8	18	32	18	8+2	2
	91. Протактиний	Pa	2	8	18	32	18+2	8+1	2
	92. Уран	U	2	8	18	32	18+3	8+1	2
	93. Нептуний	Np	2	8	18	32	18+5	8	2
	94. Плутоний	Pu	2	8	18	32	18+6	8	2
	95. Америций	Am	2	8	18	32	18+7	8	2
	96. Кюрий	Cm	2	8	18	32	18+7	8+1	2
	97. Берклий	Bk	2	8	18	32	18+9	8	2
	98. Калифорний	Cf	2	8	18	32	18+10	8	2
	99. Эйнштейний	Es	2	8	18	32	18+11	8	2
	100. Фермий	Fm	2	8	18	32	18+12	8	2
	101. Менделевий	Mv	2	8	18	32	18+13	8	2
102. Нобелий	No	2	8	18	32	18+14	8+1	2	
103. Лоуренсий	Lr	2	8	18	32	18+14	8+1	2	

лар билан тўлиб қолган бўлса, қўшиладиган электрон янги қаватни бошлайди. Шундай қилиб, ўн саккизинчи элемент—аргонда — биринчи *K* қаватида иккита электрон, иккинчи *L* қаватида саккизта электрон ва учинчи *M* қаватида ҳам саккизта электрон бўлади.

Қатта давр элементлари атомларида электрон қаватларнинг тўлиб бориши, спектроскопик маълумотларнинг кўрсатишига қараганда, бирмунча мураккаброқ бўлади.

Сиртқи қаватда энг кўпи билан саккизта электрон бўла олганлиги учун, гарчи *M* қаватда ўн саккизта электрон бўлса ҳам, тўртинчи даврнинг биринчи элементи — калийда (№ 19) бир электронли янги *N* қават пайдо бўлади.

Кальцийда (№ 20) *N* қаватга яна бир электрон қўшилади. Бу билан *N* қаватнинг электронларга тўлиши вақтинча тўхтаб туради.

Скандийдан (№ 21) бошлаб, то тўртинчи даврнинг иккинчи ярми бошида турган мисгача (№ 29) *M* қават электронлар билан секин-аста тўлиб боради, ҳолбуки, сиртқи *N* қаватда электронлар сони иккига тенглигича қолади, хром ва мис атомларида эса бу қаватдаги электронлар сони ҳатто бирга тушиб қолади.

*M* қават электронлар билан тўлгандан кейин (чунки ундаги

электронлар сони охириги чегарагача етди),  $N$  қават электронлар билан кетма-кет тўлиб бориб, инерт газ криптонда (№ 36) электронлар сони саккизга етади.

Бешинчи давр элементларининг рубидийдан (№ 37) бошлаб, то инерт газ ксенонгача (№ 54) бўлган элементлар атомларида электрон қаватларнинг тўлиши тўртинчи даврдаги каби бўлади (6- жадвалга қаралсин).

Олтинчи даврда 32 элемент бор. Демак, ксенондан (№ 54) навбатдаги инерт газ радонга (№ 86) ўтишда 32 та электрон қўшилиши керак. Бу электронларнинг қаватларга тақсимланиши қуйидаги тартибда бўлади. Цезийда (№ 55) олтинчи электрон қават  $P$  нинг тузилиши бошланади, цезийдан кейинги элемент барийнинг (№ 56)  $P$  қаватида иккита электрон бўлади. Бу даврда, худди бундан олдинги иккита даврдаги каби, сиртқи электрон қаватнинг тўлиб бориши вақтинча тўхтайти ва қўшиладиган электрон лантан элементида (№ 57)  $O$  қаватга жойланади.

Лантандан кейин сийрак-ер элементлари (лантанидлар) келади, бу элементларда атомларининг сиртқи  $P$  қаватидаги электронлар сони худди барий атомидаги каби бўлади-ю, аммо  $N$  қават 32 электронгача тўлиб боради, бу қават 70 номерли элемент — иттербийда тамомланади. Шундан кейин лютецийдан (№ 71) бошлаб, олтинчи даврнинг охиригача қаватларнинг электронлар билан тўлиши, умуман олганда, бундан олдинги иккита катта даврдаги каби бўлади, яъни аввал  $O$  қават 18 та электронгача тўлади (79- номерли элементда), сўнгра электронлар  $P$  қаватга жойлашиб, инерт газ — радонда (№ 86) саккизга етади.

Еттинчи даврда янги электрон қават ( $Q$  қават) электронлар билан тўла бошлайди, бу қаватнинг электронлар билан тўлиши шу даврнинг иккинчи аъзоси бўлган радийда (№ 88) тўхтайти. Ундан кейинги элемент — актинийда янги электрон  $P$  қаватга жойлашади. Торийдан кейин, ядрога яқинроқ бўлган  $O$  қават электронлар билан тўла бошлайди, бу, олтинчи даврдаги лантанидлар атомларидаги каби бўлади.

Шундай қилиб ҳар қайси даврда янги электрон қаватлар тузилиб боради, катта қаватларда эса, бундан ташқари, ички қаватлар тўла боради. Шунинг учун, *атомдаги электрон қаватлар сони шу элемент турган даврнинг номерига тенг бўлади*.\*

Атомларнинг электрон қобиқлари тузилишининг аниқла-

---

\* Палладий атоми бундан мустасно, палладий атомида ҳаммаси бўлиб, тўртта электрон қават бор, чунки унинг  $O$  қаватида битта ҳам электрон бўлмайди.

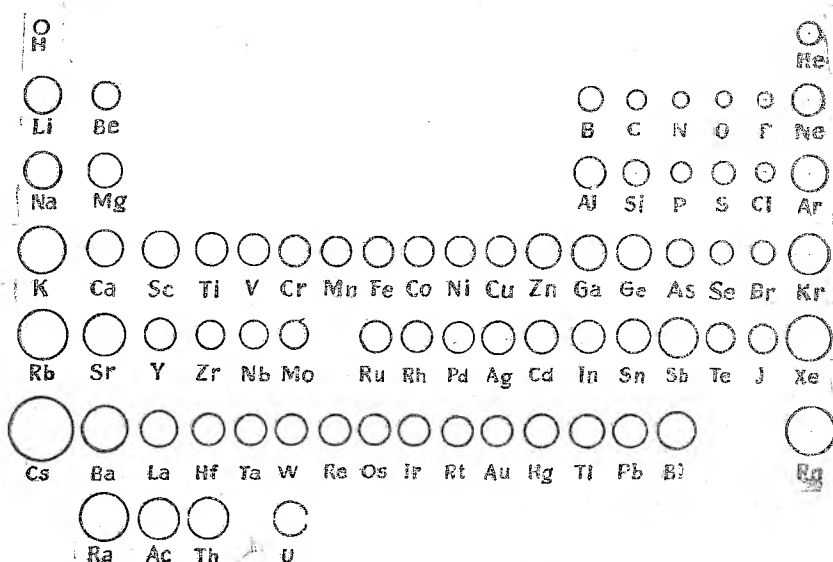
ниши даврий системанинг структурасига ҳам таъсир этиб, элементларнинг ўша вақтгача даврларга бўлинишини бир қадар ўзгартирди. Илгариги жадвалларда нолинчи группа биринчи группа олдига қўйилар ва ҳар қайси давр инерт газдан бошланар, шу билан бирга, водород даврлардан ташқарида қолар эди. Лекин эндиликда, ҳар қандай янги даврнинг, атомида янги электрон қават пайдо бўладиган элементдан бошланиши ва атомида саккиз электрондан иборат (инерт газларга хос) ниҳоятда барқарор электрон группировка ҳосил бўладиган элемент билан тамомланиши кераклиги равшан бўлди; давр бошланадиган элемент атомида (водород ва ишқорий металл атомида) бита валент электрон бўлиши керак. Элементларнинг даврларга ана шундай табиий бўлиниши 178—180-бетларда берилган жадвалнинг тузилишига олиб келди, бу жадвалда нолинчи группа жадвалнинг ўнг томонида еттинчи группадан кейин туради\*.

Атомларнинг тузилиш назарияси даврий системада сийрак-ер элементларнинг (№ 58—71) жойланиши тўғрисидаги масалани ҳам ҳал қилиб берди, бу элементлар учун жой йўқ эди, чунки улар бир-бирига ниҳоятда ўхшаш бўлганлигидан, уларни ҳар хил группаларга тақсимлаш мумкин бўлмаган эди. 6-жадвалда келтирилган маълумотлар бу элементлар атомлари ичкарароқ қисмидаги электрон қаватларидан бирининг тузилиши билан бир-биридан фарқ қилишини кўрсатади: лекин элементнинг химиявий хоссалари асосан боғлиқ бўлган сиртқи қават сийрак-ер элементларининг ҳаммасида ҳам бир хил сондаги электронлардан тузилган бўлади. Шу сабабдан, сийрак-ер элементларнинг ҳаммаси (лантанидлар) ҳозир умумий жадвалдан ташқарига жойлаштирилади, номери 57 бўлган элемент (лантан) учун ажратилган катакка фақат уларнинг Менделеев системасидаги мавқеигина белгилаб қўйилади.

Аммо атомлар тузилиш назариясининг асосий аҳамияти даврий қонуннинг физик маъносини ечиб беришдан иборат бўлди, даврий қонуннинг физик маъноси Менделеев даврларида ҳали аниқ эмас эди. Атом ядролари зарядларининг ортиб бориши билан атомнинг сиртқи қаватидаги электронлар комбинацияси тақрорланишига ишонч ҳосил қилиш учун, химиявий элементлар атомларида электронларнинг жойлашганлигини кўрсатувчи жадвалга бир назар ташлашнинг ўзи кифоя. Шундай қилиб, химиявий элементлар хоссаларининг даврий равишда ўзгариши бир электрон группировканинг ўзига даврий суратда қайтиш натижасида вужудга келади.

\* Баъзан ҳозирги вақтдаги жадвалларда нолинчи группа саккизинчи группа билан бирга қўшиб кўрилади ва нолинчи группа саккизинчи группанинг асосий группачаси деб қаралади, саккизинчи группа элементлари эса қўшимча группача деб ҳисобланади.

49. Элементлар хоссаларининг шу элементлар атомларининг тузилишига боғлиқлиги. Энди, атомларнинг химиявий хоссалари электрон қобиқларнинг тузилишига қандай боғлиқлигини аниқроқ билиб оламиз. Бу масалани ҳал қилишда атомлардаги электронлар сонинигина ва қаватларда уларнинг қандай тақсимланганлигинигина ҳисобга олмай, балки атомларнинг нисбий ўлчамларини ҳам ҳисобга олиш зарур, атомларнинг нисбий ўлчамлари тўғрисида 45-расмга қараб таъсаввур ҳосил қилиш мумкин.



45-расм. Атомларнинг нисбий ўлчамлари.

Даставвал, даврларда элементлар хоссаларининг қандай ўзгаришини кўриб чиқайлик. 29-параграфда таъкидлаб ўтилганидек, ҳар қайси даврда (биринчи даврдан бошқаларида) элементларнинг металллик хоссалари даврнинг биринчи аъзосида энг кучли ифодаланган бўлиб, шундан кейинги аъзоларига ўтилган сари бу хоссалар секин-аста заифлашади, металлоидлик хоссалари эса кучайиб боради; даврнинг энг бошида типик металл, энг охирида эса типик металлоид ва ундан кейин инерт газ туради.

Даврларда элементлар хоссаларининг маълум қонуният асосида ўзгаришини қуйидагича изоҳлаш мумкин. Юқорида айтиб ўтилганидек, металлларнинг химиявий нуқтан назардан олганда энг характерли хоссаси шу металллар атомларининг

сиртқи электронларини осон бериб, мусбат зарядланган ионларга айланиш хусусиятидир, ҳолбуки, металлоидлар, аксинча, электронлар бириктириб олиб, манфий ионлар ҳосил қилиш хусусиятига эга.

Атомдан электроннинг узилиб чиқиши ва бу атомнинг мусбат ионга айланиши учун маълум бир энергия сарф қилиниши керак, ана шу энергия ионланиш энергияси деб аталади, ва одатда, элементнинг грамм-атомига тўғри келадиган килограмм калория билан ифодаланади.

Ионланиш энергияси электр майдонидаги атомларни тез учувчи электронлар билан бомбардимон қилиш орқали аниқланади. Майдоннинг электронларга айна элемент атомларини ионлантириш учун етарли тезлик берадиган энг кичик кучланиши айна элемент атомларининг ионланиш потенциали деб аталади ва вольт билан ифодаланади\*.

Даврнинг бошида жойлашган элементлар, яъни водород ва ишқорий металлларда ионланиш потенциали энг кичик, даврнинг охиридаги, яъни инерт газларда энг катта қийматга эга. Ионланиш потенциалининг қиймати элементнинг «металлик хоссалари»нинг ўлчови бўлиб хизмат қила олади: ионланиш потенциали қанчалик кичик бўлса, атомдан электрон шунчалик осон ажратиб чиқарилади, элементнинг металллик хоссалари шунчалик равшан ифодаланган бўлади.

Ионланиш потенциалининг қиймати учта сабабга: ядро зарядининг миқдорига, атомнинг радиусига ва ядро электр майдонида электронларнинг алоҳида тарзда ўзаро таъсир этишига боғлиқ бўлади; ядронинг электр майдонида электронларнинг алоҳида тарзда ўзаро таъсир этиши уларнинг тўлқин хоссаларидан келиб чиқади. Равшанки, ядро заряди қанча катта ва атом радиуси қанча кичик бўлса, электрон ядрога шунча кучли тортилади ва ионланиш потенциали шунча катта бўлади.

Ҳар қайси давр элементларида ишқорий металлдан инерт газга томон ўтилганда ядро заряди секин-аста ортиб атомнинг радиуси эса камайиб, ионланиш потенциалининг секин-аста ортиб боришига ва металллик хоссаларнинг заифлашиб боришига сабаб ҳам ана шу. Инерт газ атомларининг радиуслари худди ўша даврда турган галоген атомларининг радиусларидан катта бўлишига қарамай, инерт газларнинг ионла-

\* Электроннинг энергиясини шу электрон зарядининг  $(4,8 \cdot 10^{-10}$  эл. ст. бирлигининг) майдон кучланишига (вольтга) кўпайтмаси билан ифодалаш мумкин. Ана шундай ифодаланган энергия бирлиги электрон вольт (эв) деб аталади:  $1 \text{ эв} \approx 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг}$ .

Равшанки, электрон вольт билан ифодаланган ионланиш энергияси ионланиш потенциалига (вольт билан ифодаланган) сон жиҳатдан тенгдир.

ниш потенциаллари галогенларникидан катта бўлади. Бу ерда, юқорида баён этилган факторлардан учинчиси — электронлар орасидаги ўзаро таъсир кучли даражада намоён бўлади, бунинг натижасида, инерт газ атомининг сиртқи электрон қобиғи айрим энергетик барқарорликка эга бўлади ва ундан электронни чиқариб юбориш учун кўпроқ энергия сарф қилишга тўғри келади.

Металлоид атомига электрон бирикиб, бу металлоиднинг электрон қобиғини инерт газ атомидагидек барқарор қобиққа айлантиришида энергия чиқади. Бу энергиянинг 1 грамм-атом элементга ҳисоб қилинган катталиқ атомнинг электронга яқиндошлиги деб аталадиган катталиқнинг ўлчови бўлиб хизмат қилади. Атомнинг электронга яқиндошлиги қанчалик катта бўлса, бу атом электронни шунчалик осон бириктириб олади. Металларнинг атомларида электронга бўлган яқиндошлиқ нолга тенг, уларнинг атомлари электронлар бириктириб олиш хусусиятига эга эмас: Металлоид атомларининг электронга яқиндошлиги металлоид даврий системада инерт газга қанчалик яқин турган бўлса, шунчалик катта бўлади. Шунинг учун, бир даврнинг ўзида элементларнинг металлоидлик хоссалари даврнинг охирига томон ўтилган сари кучайиб боради.

Кичик даврлар элементларида металл хоссалардан металлоидлик хоссаларга ўтиш билан ўша элемент атомларининг сиртқи қаватидаги электронлар сонининг ўзгариши ўртасида ҳам яқин боғланиш бор; сиртқи қаватдаги электронлар сони кетма-кет ортиб боради, даврнинг биринчи аъзосида бир электрон бўлиб, энг кейинги аъзосида саккизга етади. Шу билан бирга атомларнинг электронлар бериш (металлик хоссаларини намоён қилиш) хусусияти камайиб, электронлар бириктириб олиш хусусияти (металлоидлик хоссалари) пайдо бўла бошлайди.

Тажриба шуни кўрсатадики, литийдан бошлаб, сиртқи қаватидаги электронлар сони кўп бўлмаган (тўртдан кам бўлган) атомлар фақат электронлар бера олади, аммо ҳеч қачон электронлар бириктира олмайди. Биз металлар деб атайдиган элементларнинг атомлари ана шундай атомлардир. Аксинча, сиртқи қаватида электронлар сони кўп бўлган атомлар, гарчи электронлар бера олса ҳам, аммо электронларни анча осон бириктира олади, шу билан бирга, сиртқи қаватидаги электронлар сони қанча кўп бўлса, электронларни шунча осон бириктириб олади. Металлоидларнинг атомлари ана шундай хоссага эга.

Катта даврларда элементлар хоссаларининг ўзгариши, умуман олганда, худди кичик даврлардаги каби бўлади,

фақат металл хоссалари анча секин сусайиб боради. Бунинг сабаби шуки, катта давр элементларининг атомларида сиртқи электрон қаватлари сонининг ўсиши бир текисда бўлмайди, чунки катта даврнинг учинчи аъзосидан бошлаб, даврнинг биринчи ярми тамом бўлгунча, атомнинг сиртқи қаватдан олдинги, батамом тўлиб бўлмаган қавати электронлар билан тўлиб боради, олтинчи даврда турадиган сийрак-ер элементларида эса сиртқи қаватдан олдинги қават эмас, балки сиртқидан ҳисоблаганда учинчи қават электронлар билан тўлиб боради. Шунинг учун, даврнинг биринчи ярмидаги барча элементлар атомларининг сиртқи қаватида кўпи билан иккита электрон бўлади ва бу элементлар металл хоссаларининг устун эканлиги билан характерланади (электронга бўлган яқиндошлиги нолга тенг бўлади). Катта даврнинг ана шу ерида бир элементдан иккинчи элементга ўтганда атомларнинг радиуслари кам ўзгаради, ионланиш потенциаллари ҳам ўсмайди деса бўлади, бунинг натижасида, металл хоссаларнинг заифланиши сустр боради. Даврнинг фақат иккинчи ярмидагина сиртқи электронлар сони кичик даврлардаги каби тартибда ортиб боради, металл хоссалар секин-аста металлоидлик хоссаларга алмашинади. Давр инерт газ билан тамолланади.

Атомларнинг тузилиши билан уларнинг химиявий хоссалари ўртасидаги юқорида баён этилган муносабатлар ниҳоятда диққатга сазовордир. Кўрамизки, атомнинг химиявий хоссасига асосан, сиртқи қават электронларигина таъсир кўрсатади. Сиртқидан олдинги қаватнинг тузилиши элементларнинг химиявий хоссаларига анча кам таъсир этади. Масалан, атомларнинг сиртқидан олдинги қавати электронларга тўлиб борадиган катта давр элементларининг (масалан, хром, марганец, темир, кобальт, никел) химиявий хоссалари бир-биридан анча кам фарқ қилади. Албатта, сиртқидан олдинги қаватнинг электронларга тўлиб бориши билан элементларнинг хоссалари маълум йўналишда ўзгаради. Ниҳоят, сийрак-ер элементлари хоссаларининг тамомила деярли бир-бирига ўхшашлиги шуни кўрсатадики, атомнинг сиртқи қаватдан ҳисоблаганда учинчи қаватидаги электронлар сонининг ўзгариши элементнинг химиявий хоссаларига оз таъсир этади. Аммо, бу ерда ҳам, электронлар сонининг ортиб бориши хоссаларнинг, гарчи оз бўлса ҳам, ҳар ҳолда, бирин-кетин ўзгаришига сабаб бўлади, бу ўзгариш, масалан, 58-номерли элемент (церий)дан 71-номерли элемент (лютеций)гача асослик кучининг пасайишида намоён бўлади.

Группанинг номери элементнинг энг катта мусбат валентлигига (ёки кислородга нисбатан валентлиги) тўғри келади,



бу группадаги элементлар ана шундай юқори валентликни намоён қила олади. Бу валентлик қийматини атомларда электронларнинг жойлашуви билан таққослаб кўриб, кичик даврда турган барча элементларда (кислород ва фтордан бошқаларида) энг юқори валентлик атомнинг ташқи қаватидаги электронлар сонига тенг эканлигини кўриш қийин эмас.

Катта даврларда аҳвол бир оз бошқачароқдир. Кичик давр элементлари атомларининг сиртқидан олдинги қаватида иккита ёки саккизта электрон бўлади. Бу атомлар сиртқи электронларни бериб, инерт газлар учун хос бўлган барқарор структурали ионларга айланади ва, табиийки, электронларини бошқа йўқота олмайди. Катта давр элементларида эса фақат олдинги иккита аъзонинггина сиртқи қаватидан олдинги қаватида саккизтадан электрон бўлади. Улардан кейинги элементларда эса сиртқи қаватдан олдинги қаватдаги электронлар сони секин-аста ортиб бориб, 18 га етади (даврнинг иккинчи ярмидаги биринчи элемент атомининг сиртқи қаватидан олдинги қаватида 18 та электрон бўлади). Аммо 18 электрондан иборат қават худди саккиз электрондан иборат қават каби барқарор бўлади. Шунинг учун, сиртқи қаватидан олдинги қаватида ўн саккизта электронга эга бўлган атомлар (масалан, мис, рух, галлий ва бошқалар) сиртқи электронларини йўқотиб, барқарор қобиқли ионга айланади. Шундай қилиб, ҳар қайси катта даврнинг иккинчи ярмидаги, сиртқи қаватидан олдинги қаватида 18 электрони бўлган атомларнинг юқори валентлиги (сиртқи қаватидан олдинги қаватида иккита ёки саккизта электрони бўлган атомларнинг валентлиги каби) сиртқи электронлар сонига тенг бўлади\*.

Катта даврларнинг атомлари сиртқи қаватдан олдинги қаватида саккиздан ортиқ ва ўн саккиздан кам электрони бўлган бошқа элементларга келганда, бу элементлар сиртқи қаватидаги электронларини беришдан ташқари, сиртқи қаватдан олдинги қаватидаги электронларининг ҳам бир қисмини бера олади, натижада, бу қаватда қолган электронлар сони саккизга тенг бўлади (яъни барқарор қобиқ ҳосил бўлади). Масалан, скандий элементи (№ 21) ҳаммаси бўлиб учта электрон, титан тўртта электрон, ванадий бешта электрон бера олади ва ҳоказо. Элемент атомлари берадиган электронларнинг умумий сони шу элементнинг группа номерига тенг бўлган валентлигини кўрсатади\*\*.

\* Мис, кумуш ва олтин бундан мустасно, уларнинг максимал валентлиги икки ва учга тенг, ҳолбуки, мис, кумуш ва олтин элементлари атомларининг сиртқи қаватида фақат битта электрон бўлади.

\*\* Бу ҳол саккизинчи группа элементларига тааллуқли эмас.

Элементнинг кислородга нисбатан максимал валентлиги билан водородга нисбатан валентлиги орасида маълум бир боғланиш борлиги, чунончи, кислородга нисбатан валентлик билан водородга нисбатан валентликнинг йиғиндиси ҳамма вақт саккизга тенг бўлиши атом тузилиши тўғрисидаги таълимот вужудга келишидан анча илгари аниқланган эди.

Бу боғланиш электронларга алоқадор валентлик тўғрисидаги тасаввур нуқтаи назаридан жуда оддий бир тарзда изоҳлаб берилади. Барча элементларнинг кислород билан бириккан атомлари (фтордан ташқари) ҳамма вақт мусбат зарядланган бўлади. Водород билан бириккан атомлари эса манфий зарядланган бўлади. Кислородга нисбатан валентлик валент электронларнинг йўқотилиши ёки силжишидан келиб чиқадиган мусбат валентликнинг ўзидир, аксинча, водородга нисбатан валентлик манфий валентлик бўлиб, атом бу валентликни сиртқи қаватида саккизга етмаган электронларнинг ўрнини тўлдириш билан намоён қилади. Ўз-ўзидан тушунарлики, бу иккала валентликнинг йиғиндиси саккизга тенг бўлиши керак.

Аммо, шуни таъкидлаб ўтиш лозимки, бу қоида водород билан бирикиб газсимон бирикмалар ҳосил қиладиган металллоидларгагина тааллуқлидир.

Баъзи металллар ҳам водород билан бирикади, аммо бу бирикмалар газсимон эмас, балки қаттиқ моддалардир. Металлнинг водород билан ҳосил қилган қаттиқ бирикмаларида металл мусбат зарядланган бўлиб, водород манфий зарядлангандир. Бу ҳолда металлнинг водородга нисбатан валентлиги мусбат валентлик бўлиб, албатта худди ўша металлнинг кислородга нисбатан валентлиги билан бир хилдир.

29-параграфда кўрсатиб ўтилганидек, даврий системанинг ҳар қайси группасидаги элементлар, тўртинчи горизонтал қатордан бошлаб, иккита группачага бўлинади: бу группачалардан бири жуфт группача бўлиб, катта даврларнинг жуфт қатор элементларини ўз ичига олади, бу элементларда металл хоссалар устун туради, иккинчиси эса металл хоссалари кучсиз бўлган ёки металлоидлик хоссалари устун турадиган элементларни ўз ичига оловчи тоқ группачадир.

Жуфт ва тоқ группачалардаги элементларнинг хоссалари орасидаги фарқ шу элементлар атомларининг тузилишидан келиб чиқади. Жуфт группачадаги элементлар атомларининг сиртқи қаватида ҳеч қачон иккитадан ортиқ электрон бўлмагани ҳолда, тоқ группачалардаги элементлар атомларининг сиртқи қаватидаги электронлар сони еттига етиши мумкин. *Шу сабабдан, жуфт группача элементларининг атомлари электронлар бириктириб олмайди, бу эса уларнинг металллар эканлигини кўрсатади.*

Тоқ группачаларда ҳам металллар бўлади, аммо бу группачалар, асосан, электронни осон бириктириб оладиган элементлардан, яъни металлоидлардан иборат.

Асосий группача элементларида тартиб номерининг ортиб бориши билан металл хоссаларининг кучайиб бориш сабаби ҳам уларнинг атомлари тузилиши билан осон изоҳлаб берилади. Тартиб номерининг ортиб бориши билан ядро заряди ортиб боради, аммо, шу билан бирга, атомдаги электрон қаватларнинг сони ва уларнинг сиртқи электронларни итариш кучи ҳам ортиб боради. Атомларнинг радиуси ҳам бирмунча ортади, бунинг натижасида, ионизация потенциаллари ва, демак, элементларнинг металлоидлик хоссалари камайиб боради.

**50. Радиоактив элементлар ва уларнинг емирилиши.** Элементлар даврий системасини кўриб чиқишда биз шу вақтга қадар радиоактив элементларни ва уларнинг системада жойланишини бир четда қолдириб келдик. Бу масалани ойдинлаштириб бериш учун, радиоактивлик ҳодисасига IV бобда баён этилгандагига қараганда мукамалроқ тўхталиб ўтиш керак бўлади.

1896 йилда уран тузларида радиоактивлик ҳодисаси борлиги ва 1898 йилда радий топилгандан кейин, торий, полоний, актиний ва бир қатор бошқа элементларнинг бирикмалари ҳам радиоактив эканлиги аниқланди. Радиоактив элементларда одатдаги химиявий элементларнинг барча хоссалари бўлади: улар мутлақо муайян атом оғирликка эга бўлиб, ўзларининг даврий системадаги ўрнига мувофиқ суратда химиявий бирикмалар ҳосил қилади ва ўзига хос спектрлар беради. Аммо ҳамма элементлар учун умумий бўлган бу хоссалардан ташқари, радиоактив элементлар ўзига хос хусусиятга, яъни узоқ вақт энергия тарқатиш хусусиятига ҳам эга\*.

Радиоактив элементларнинг атомлари беқарор бўлади ва секин-аста емирилиб, янги атомлар, янги химиявий элементлар ҳосил қилади; бу элементлар ўз хоссалари жиҳатидан бошланғич элементдан фарқ қилади (масалан, радий метали атомларининг емирилишида инерт газлар—радон ва гелий ҳосил бўлади). Атомлар емирилганда  $\alpha$ -ёки  $\beta$ -заррачалар отилиб чиқади (тегишли равишда,  $\alpha$ -емирилиш ёки  $\beta$ -емирилиш содир бўлади); отилиб чиққан заррачалар сони емирилувчи

\* Радиоактив элементлардан чиқадиган нурлар: учта группага:  $\alpha$ -нурлар,  $\beta$ -нурлар ва  $\gamma$ -нурлар группаларига бўлинишини эслатиб ўтамиз.  $\alpha$ -нурлар гелийнинг иккитадан мусбат зарядга эга бўлган ионлари оқимидан иборат,  $\beta$ -нурлар электронлар оқими,  $\gamma$ -нурлар эса ҳеч қандай зарядга эга бўлмай, аммо, худди рентген нурлари каби ёруғлик тезлиги билан тарқалувчи электромагнит тўлқинларидир.

атомлар сонига тўғри келади. Баъзан,  $\alpha$ -емирилиш вақтида (одатда, ҳамма вақт  $\beta$ -емирилиш вақтида)  $\gamma$ -нурлар ҳам чиқади. Бунинг сабаби шуки, янги ҳосил бўлган элементларнинг ядролари кўзгалган ҳолатдан нормал ҳолатга ўтади.

Радиоактив моддаларнинг узоқ вақт давомида энергия чиқариб туриши, биринчи қарашда, энергиянинг сақланиш қонунига зиддек бўлиб кўринади. Ҳақиқатда эса, ҳеч қандай зиддият йўқ, чунки тарқаладиган энергиянинг манбаи атомларнинг ички энергиясидир, атомларнинг бу ички энергияси улар янги атомларга айланиши билан камайиб боради.

Радиоактив элементлар атомларининг емирилишида бўладиган энергия ўзгариши одатдаги химиявий реакцияларда бўладиган энергия ўзгаришига қараганда анча каттадир. Масалан, 1 г радий батамом емирилганда  $3,7 \cdot 10^6$  ккал энергия, яъни 1 г кўмир ёнганда чиқадиган энергиядан тахминан 500 минг марта ортиқ энергия чиқиши ҳисоблаб топилган. Радиоактив емирилиш амалда температурага боғлиқ бўлмайди ва энг паст температураларда ҳам, энг юқори температураларда ҳам бир хил тезлик билан боради.

Радиоактив элементларнинг емирилиш тезликлари ниҳоятда хилма-хилдир. Бу тезлик радиоактивлик константаси деб аталадиган катталиқ билан характерланади, радиоактивлик константаси 1 *сек* ичида радиоактив элементнинг умумий атомлари сонидан қандай қисми емирилишини кўрсатади. Элементнинг радиоактивлик константаси қанчалик катта бўлса, бу элемент шунчалик тез емирилади.

Радиоактив емирилиш тезлиги емирилишнинг бошидан охиригача ўзгармасдан қолмайди. Радиоактив емирилиш процессини ўрганиш натижасида *радиоактив элементнинг емирилувчи атомлари сони ҳар қайси пайтда мавжуд бўлган атомлар сонига пропорционал бўлиши* аниқланди. Бошқача сўз билан айтганда, бор атомларнинг ҳамма вақт ҳам маълум қисмигина емирилади. Бундан, бирор вақт ичида радиоактив элементнинг ярми емирилган бўлса, яна шунча вақт ичида қолган радиоактив элементнинг ярми, яъни икки ҳисса кам қисми емирилади, яна шунча вақт ичида эса ундан олдингига қараганда яна икки ҳисса кам қисми емирилади ва ҳоказо деган хулоса келиб чиқади.

Масалан, радон миқдорининг ўзгаришини кузатиш натижасида 3,85 кундан кейин дастлабки миқдорининг ярми қолиши, яна 3,85 кундан кейин  $\frac{1}{4}$  қисми, ундан кейин  $\frac{1}{8}$  қисми ва ҳоказо қолиши аниқланди.

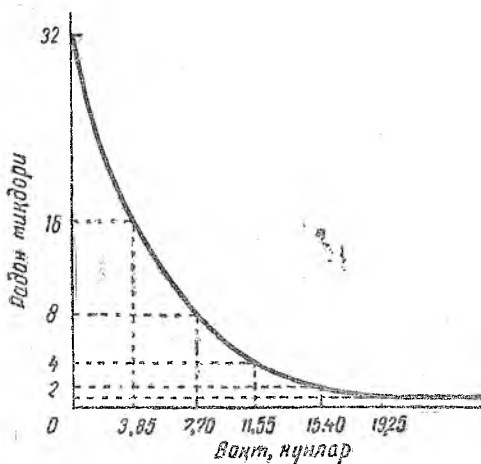
Радоннинг емирилиш тезлиги график тарзда 46-расмда кўрсатилган, бу ерда горизонтал ўққа вақт, вертикал ўққа эса радоннинг миқдори кўйилган.

Радиоактив элемент дастлабки миқдорининг ярми емирилишига кетадиган вақт ярим емирилиш даври деб аталади. Бу давр элементнинг қанча вақт мавжуд бўла оlishини характерлайди. Бу вақт ҳар хил радиоактив элементлар учун жуда ҳам хилма-хил — секунднинг улушларидан тортиб, то миллиард йилларгача бўлади. Масалан, радийнинг ярим емирилиш даври 1620 йилга тенг, яъни 1620 йил ичида радийнинг ҳар қандай миқдори ҳам икки баробар каймайди.

**51. Атом ядроларининг тузилиши.** Табиатда учрайдиган радиоактивлик хоссасига эга бўлган элементлар (жуда ози истисно қилинганда) оғир элементлар бўлиб, Менделеев жадвалида энг охирига қўйилган. Енгил элементларда, одатда, радиоактивлик хоссаси бўлмайди. Бунинг сабабини тушуниш учун, қисқача бўлса-да атом ядроларининг тузилишини кўриб чиқайлик.

Атом ядроларининг мураккаб эканлиги биринчи марта радиоактивлик ҳодисасида пайқалди. Барча радиоактив айланишлар энг оғир атомларнинг ядролари мураккаб тузилганлигини, уларнинг гелий ядролари ва электронлар чиқариш билан ўз-ўзидан емирилишини кўрсатди. Радиоактив бўлмаган элементларнинг ядролари ҳам мураккаб тузилишга эга деб тахмин қилиш табиий бир ҳол эди. Бу тахминни текшириб кўришнинг энг яхши усули ядрони сунъий равишда емиришдан ва бундан ҳосил бўладиган янги заррачаларни текширишдан иборат эди. Аммо радиоактив бўлмаган элементларнинг ядролари ниҳоятда барқарордир; одатда қўлланиладиган ҳар қандай воситалар уларга таъсир этмайди.

Ҳар қандай уринишлардан бирор натижа чиқмайдигандек бўлиб кўринди. Аммо кўп ўтмай, Резерфорднинг ўткир ақли билан айтилган ғоялари туфайли, бу соҳада ҳам катта муваффақиятларга эришилди. Резерфорд ядроларни емириш учун, тез учиб бораётган  $\alpha$ -заррачаларнинг ёки, ҳозирда айтилишича, гелионларнинг ғоят кучли кинетик энергиясидан

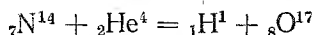


46-расм. Радоннинг емирилиш тезлиги.

фойдаланди. 1919 йилда Резерфорднинг азот билан қилинган тажрибаларининг натижалари баён этилган асари босилиб чиқди. Резерфорд азот атомларини радий С дан отилиб чиқаётган гелионлар билан бомбардимон қилиб, азот ядросини емиришга ва ундан водород ядросини чиқариб юборишга муваффақ бўлди. Атом ядролари ичида энг оддийси бўлган бу ядроларни Резерфорд протонлар деб атади. Шундай қилиб, ўша вақтларда ёзишларича атомни сунъий равишда ажратиш масаласи амалга оширилди; аниқроқ қилиб айтганда, ядроларнинг таркибига протонлар кириши тўғрисида дастлабки маълумотлар олинди.

Резерфорднинг ва бошқа тадқиқотчиларнинг кейинроқ қилинган тажрибаларида аниқланишича, барча енгил элементларнинг (ҳатто йоднинг ҳам) ядроларидан протонларни чиқариб юбориш мумкин. Протонлар билан бир қаторда янги ядролар ҳосил бўлиши ҳам аниқланди. Масалан,  $\alpha$ -заррачанинг азот ядросига тўқнаш келиш процессини ўрганиш натижасида, тўқнашишдан кейин иккита янги заррача—протон ва массаси 17 га тенг бўлган ядро (кислород изотопи) ҳосил бўлиши аниқланди.

Бу процессни схема тарзида қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин\*.



Ядроларнинг ана шундай ўзгаришини бошқа элементларда ҳам кузатишга муваффақ бўлинди.

Резерфорднинг илмий ишлари ва радиоактив элементларнинг емирилишидан ҳосил бўладиган маҳсулотларни ўрганиш атом ядролари таркибига гелионлар, яъни гелий ядролари, протонлар ва, ниҳоят, электронлар киради деб тахмин қилишга олиб келди. Аммо гелий ядросини ўз навбатида, тўртта протондан иборат деб тасаввур қилиш мумкин бўлганлигидан, атомларнинг ядролари протонлар ва электронлардан тузилган, деб хулоса чиқаришга тўғри келди.

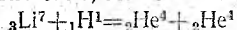
Ядролар, даставвал радиоактив моддалардан отилиб чиқадиган  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилиш орқали емирилган эди. Бу моддаларнинг тадқиқотчилар ихтиёрида бўлган миқдорлари ниҳоятда камлиги ва  $\alpha$ -заррачаларнинг жуда ҳам озчилиги ядрога бориб тегиши назарда тутилса, бундай бомбардимон қилишнинг фойдали иш коэффициенти ғоят даражада кичик эканлигини тушуниш қийин эмас. Ядро реакцияларини ўрганиш соҳасидаги ишларни ривожлантириш зарядланган заррачаларнинг кучли оқимини ҳосил қилишга имкон берувчи махсус установкалар яратишни талаб этди.

Бу мақсад учун хизмат қиладиган дастлабки установкалар XX асрнинг ўттизинчи йилларида барпо этилди. Бу установкаларда  $\alpha$ -заррачалар ўрнига

\* Қабул қилинган белгиларга биноан, элемент символнинг юқориги ўнг томонида турган сон ядро массасини, пастки чап томонида турган сон эса тартиб номерини, яъни ядро зарядини кўрсатади.

протонларнинг ғоят кучли оқимидан фойдаланилди, протонларнинг бундай оқими ичи ҳавол разряд найда, бир неча миллион вольт кучланиш таъсир эттириш йўли билан одатдаги водороддан ҳосил қилинди. Найнинг бир учига бомбардимон қилиниши керак бўлган модда жойдантирилди. Бундай шароитда протонлар ғоят катта тезликка эга бўлди ва кўпгина элементларнинг ядроларига таъсир этиб, уларни емиришга қобил бўлиб чиқди.

Бу йўл билан бомбардимон қилинган дастлабки элемент литий эди. Литий ядросининг парчаланиши натижасида, тез учувчи протон энергиясига қараганда анча кўп энергия ажралиб чиқади ва шу билан бирга, литий ядроси ўзига протонни қўшиб олиб, гелийнинг икки ядросига айланади:



Кўпчилик бошқа ҳолларда ҳам ядроларнинг гелий ядролари ажралиб чиқishi билан бўладиган емирилиши кузатилди.

Атом ядроларини жуда тез учувчи протонлар билан бомбардимон қилишнинг бу янги методи атом ядроси тузилишини ўрганиш учун кенг имкониятлар очиб берди. Бу методнинг ғоят катта афзаллиги шундан иборатки, бунда протонлар тезлигини идора этиш, уларни ингичка даста қилиб йиғиш ва исталган томонга йўналтириш мумкин.

Электростатик установкалардан фойдаланиш, радиоактив манбалардан фойдаланишга нисбатан олганда, олга ташланган катта бир қадам бўлди, аммо у, бир қатор қийинчиликлар ва ноқулайликлар билан боғлиқ эди. Шу сабабдан, ҳозирги вақтда тез учувчи заррачалар оқими ҳосил қилиш учун, одатда, циклотронлар деб аталадиган установкалардан — заррачаларни ўзгарувчан электр майдони ёрдами билан кўп марта тезлатишга асосланган установкалардан фойдаланилади.

Циклотронлар ниҳоятда катта нишоотлардир. Масалан, циклотронларнинг биридаги магнитнинг оғирлиги 4000 тоннага тенг. Шундай бўлса ҳам, циклотронлар электростатик установкалардан анча кичикдир.

Атом физикасининг янада тараққий этиши заррачаларни тезлатувчи, циклотрондан ҳам бақувват установкалар барпо этишни талаб қилди (циклотроннинг эса қуввати етмай қолди), СССР ва баъзи бошқа давлатларда «ўтатеэлатгичлар»нинг янги бир қанча типлари барпо этилди. Булар жумласига Совет Иттифоқида ишлаб турган синхрофазотрон киради, синхрофазотрон заррачаларга 10 миллиард электрон вольт (10 Гэв) энергия бера олади.

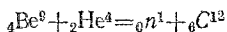
Атом ядроси протон ва электронлардан тузилган, деган таълимот гарчи бир қатор муҳим зиддиятларга эга бўлса ҳам, 10 йилдан ортиқроқ ҳукм сурди. Аммо, шундан кейин бу тасавурларни тубдан ўзгартириб юборган янги кашфиётлар қилинди. 1930 йилда Бот ва Беккер бериллий атомлари  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилинганда бу атомларнинг жисмлардан ўтиш қобилияти ғоят зўр бўлган янги нурлар тарқатишини пайқадилар: қалинлиги 3 см бўлган қўрғошин қавати шу нурларнинг ярминигина ютиб қола олади. Бундай нурларнинг пайдо бўлишини Ирен Кюри ва унинг эри Фредерик Жолио-Кюри\* ҳам кузатган эдилар; улар, бундан

\* Фредерик Жолио-Кюри (1900—1958) энг-йирик француз физиги Поль Ланжевеннинг шогирди ва Мария Кюри-Склодовскаянинг ходими. Мария Кюри-Склодовскаянинг лабораториясида Жолио-Кюри узоқ вақтга Ирен Кюри (Мария Кюри-Склодовскаянинг қизи) билан биргаликда сульбий радиоактивликни кашф этди (50-параграфга қараи). Бу кашфиёт учун унга ва Ирен Кюрига Нобель мукофоти берилди.

ташқари, Бот ҳамда Беккер кашф этган нурлар водороди бор моддалардан (сув, парафин ва бошқа моддалардан) ўтаётганда бу моддалардан ниҳоятда тез ҳаракат қилувчи протонларни ажратиб чиқаришини ҳам пайқайдилар.

Бу нурларнинг табиати 1932 йилдагина аниқланди. Бу нурлар бериллий ядроларидан ғоят катта тезлик билан отилиб чиқадиган ва массаси протон массасига қарийб тенг бўлган электронейтрал янги заррачалардан иборат оқим бўлиб чиқди. Бу заррачалар нейтронлар деб аталди. Нейтрон «n» ҳарфи билан белгиланади.

Бериллий атомларининг нейтронлар тарқатишига олиб борадиган процесс шундан иборатки, бериллий (изотоп 9) ядроси  $\alpha$ -заррачаларни ютади ва шу билан бир вақтда, ядродан битта нейтрон учиб чиқади, бунинг натижасида бериллий ядроси углерод ядросига айланади.



Шундан кейинги текширишлар бор, литий, фтор, алюминий ва бошқа элементларнинг атомларни  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилинганда ҳам нейтронлар ҳосил бўлишини кўрсатди.

Нейтронлар ўтиш қобилиятининг ғоят катталиги бу заррачаларнинг зарядланмаган заррачалар эканлигидан келиб чиқади. Шунинг учун, улар атомлар ичидан ўтаётганда, шу атомлар ядроларига бевосита тўқнашмаса улар билан ўзаро таъсирлашмайди ва ўз ҳаракатини тўхтатмайди.

Нейтронлар кашф этилиши билан қарийб бир вақтда, массаси электрон массасига тенг бўлган, ammo мусбат электр билан зарядланган заррачалар — позитронлар ҳам топилди.

Позитронларнинг мавжуд эканлиги, даставвал, 1911 йилдаёқ кашф этилган ва космик нурлар деб аталган нурларни ўранишида пайқалган эди. Бу нурлар ер атмосферасига олам фазосидан келиб тушади ва ниҳоятда зўр энергияга эга бўлади, шунинг учун, уларнинг ўтиш қобилияти ғоят зўрдир. Космик нурларнинг табиати ҳозиргача аниқ маълум эмас. Афтидан, бу нурлар радиоактив моддаларнинг  $\gamma$ -нурларига ўхшаш электромагнит тўлқинларидир, уларда ҳам жуда тез учувчи заррачалар бўлади.

1920 йилда академик Д. В. Скобельцин Вильсон камераси билан ишлаётганда, бу камерага ташқаридан ҳеч қандай нур киритилмаган бўлса ҳам, бу ерда зарядланган қандайдир заррачалар қолдирган изларни пайқайди. Бу заррачаларнинг пайдо бўлишига сабаб камерага ёлғиз космик нурлар таъсир этишигина, деб изоҳлаш мумкин эди. 1932 йилда америка физиги Андерсен ҳам худди ана шундай ҳодисани кузатди. Андерсен заррачаларнинг магнит майдонида оғишини текшириб, бу заррачаларнинг каттагина қисми электронлардан иборат, ammo улар орасида мусбат зарядланган ва массаси электрон массасига тенг бўлган заррачалар ҳам бор, деган хулосага келди. Ана шу кашфиётлардан кейинроқ, позитронлар кўпгина оғир металларга  $\gamma$ -нурлар таъсир эттирилганда ҳосил бўлиши ва баъзи енгил металлар  $\alpha$ -заррачалар таъсирида шундай нурлар тарқатиши ҳам аниқланди. Позитрон «e<sup>+</sup>» симболи билан белгиланади.



Позитроннинг муҳим бир хусусияти шундаки, у нихоятда қисқа вақт мавжуд бўлади, позитрон ўрта ҳисоб билан  $10^{-7}$  секундгина тура олади. Позитрон моддий (материал) муҳитда узоқ вақт тура олмайди, чунки бирор атом қобиғида электронга тўқнашиб, шу электрон билан дарҳол бирикади ва  $\gamma$ -нурларнинг икки фотонини ҳосил қилади:

$$e^+ + e^- = 2h\nu$$

Позитрон-электрон жуфтнинг фотонга айланиш процессини «аннигиляция» деб айтилиши тўғри эмас («аннигиляция» сўзи латинча nihil — ҳеч нима сўздан келиб чиққан). Бу термин позитрон электрон билан тўқнашганда материя йўқолади, деган фикрга олиб келиши мумкин. Ҳақиқатда эса, албатта бу ерда материя йўқолмайди, чунки позитрон билан электрон ўрнинга маълум сондаги фотонлар ҳосил бўлиб, уларнинг массаси «йўқолиб кетган» позитрон ва электронлар массасига тенг бўлади. Шундай қилиб, аннигиляция материянинг бир формадан иккинчи формага ўтишидан-позитрон билан электроннинг фотонга айланишидангина иборатдир.

Бунга тескари процесс, яъни позитрон—электрон жуфтнинг «туғилиш» процесси ҳам маълум, бу процесс Вильсон камерасида унга жуда қаттиқ  $\gamma$ -нурлар киритилган вақтда кузатилади.

Нейтронларнинг мавжуд эканлиги аниқланиши биланоқ, ядронинг тузилиши тўғрисида мутлақо янги фикр майдонга ташланди, бу фикр, дастлаб, совет физиги Д. Д. Иваненко томонидан 1932 йилда баён этилган ва асослаб берилган эди. Бу фикрга биноан, ядро фақат протон ва нейтронлардан тузилган бўлиб, ядро таркибида, электронлар мутлақо бўлмайди. Ядродаги протонлар сони билан нейтронлар сони ўртасида жуда содда муносабат борлиги аниқланди. Ядро массаси протонлар массаси билан нейтронлар массасининг йиғиндисига тенг. Ядро массасини атом оғирликнинг одатдаги birlikлари билан (тақрибан) ифодалайдиган бутун сон атомнинг (ядронинг) масса сони деб аталади. Протон ва нейтрон бирга жуда яқин бўлган массага эга, шунинг учун масса сони ядродаги протон ва нейтронларнинг умумий сонини кўрсатади. Аммо протонлар сони ядронинг мусбат зарядлари сонига, яъни элементнинг тартиб номерига тенг эканлиги аниқ маълум; демак, нейтронлар сони масса сони билан элементнинг тартиб номери орасидаги айирмага баравардир.

Атомнинг масса сонини  $A$  билан, ядро зарядини  $Z$  билан ва нейтронлар сонини  $N$  билан белгилаб қуйидаги тенгликни ҳосил қиламиз:

$$A = Z + N.$$

протонлар сони  $Z$  га, нейтронлар сони эса  $A - Z$  га тенг.

Ядрони ҳосил қилувчи заррачалар орасида икки хил куч: бир томондан, мусбат зарядланган протонлар орасида бўладиган одатдаги итарилиш кучлари (кулон кучлари), иккинчи томондан, ҳамма заррачалар орасида вужудга келиб, жуда кичик оралиқлардагина таъсир этадиган ва ядро кучлари

деб аталадиган ўзига хос тортилиш кучлари таъсир этади. Ядро кучларининг мавжудлиги нейтронлар тўпламининг вадородда тарқалиб кетиш тажрибаларида тасдиқланади, бу тажрибалар ядроларда бўлганидек кичик оралиқларда протонларнинг протонларга, нейтронларнинг нейтронларга ва протонларнинг нейтронларга кучли даражада тортилиши вужудга келишини кўрсатади. Ядро кучлари бир хил зарядлар борлигидан келиб чиқадиган итарилиш кучларидан анча ортиқ бўлади ва протон ҳамда нейтронлардан иборат ядроларнинг барқарор бўлишини ҳам, уларнинг мавжуд бўла олишини ҳам таъминлайди.

Аммо ҳар қандай нисбатда олинган протонлар билан нейтронлар ҳам барқарор бўлавермайди. Анча енгил элементлар атомларининг ядролари улардаги нейтронлар сони протонлар сонига тахминан баравар бўлгандагина барқарордир. Ядро массасининг ошиб бориши билан шу ядронинг барқарорлиги учун зарур бўладиган нейтронларнинг нисбий сони ҳам ортиб боради ва даврий системанинг охири қаторларидаги элементларда нейтронларнинг сони протонлар сонидан анча ортиқ бўлади. Масалан, висмут элементида (унинг атом оғирлиги 209 га тенг) 83 та протонга 126 та нейтрон тўғри келади, ундан оғирроқ элементларнинг ядролари эса умуман беқарордир.

Ҳозирги вақтда ядронинг протон ва нейтрондан тузилганлик назарияси умум томонидан эътироф этилган назариядир, шу билан бирга, протон билан нейтрон ҳозирда бир-бирига мутлақо боғлиқ бўлмаган элементар (яъни ўзидан ҳам майда заррачалардан иборат бўлмаган) заррачалардан деб, ёки бошқача айтганда, бу заррачанинг иккита ҳолати бор, шунинг учун, улар маълум шароитда бир-бирига айлана олади ва шу билан бир вақтда позитрон ёки электронни «вужудга келтиради» деб қаралади:

протон  $\rightarrow$  нейтрон + позитрон

нейтрон  $\rightarrow$  протон + электрон

Чунончи, электроннинг бу каби «вужудга келиши» радиоактив  $\beta$ -емирилишда содир бўлади. Радиоактив элементларнинг электронлар ажратиб чиқариш сабабини қуйидагича изоҳлаш мумкин: ядро таркибига кирувчи нейтронлардан бири протонга айланади; бунда пайдо бўладиган электрон ташқарига отилиб чиқади ва ядро заряди битта ортади. Протон ва нейтронда бир-бирига айланиш қобилияти бўлганлигидан уларга кўпинча, «нуклонлар» деган умумий ном берилади («нуклон» сўзи латинча nucleus — ядро сўзидан олинган).

**52. Атом ядроларининг боғланиш энергияси. Масса дефекти.** Биз юқорида протонлар ва нейтронлар сони тўғрисида га-

пирганимизда, атом ядросининг массаси шу ядрони ҳосил қилувчи протон ва нейтронларнинг массалари йиғиндисига тенг эканлигини айтган эдик. Бунда биз, ядро массаси ҳамма вақт бутун сон билан ифодаланади, протон ва нейтрон массалари эса бирга тенг бўлади, деган фаразга асосланган эдик. Ҳақиқатда эса бу фақат тахминангина тўғридир; айрим изотопларнинг массалари кўпчилик ҳолларда бутун сонларга тенг эмас, бундан ташқари, протон массаси билан нейтрон массаси ҳам бирга тенг эмас. Агар протон ва нейтрон массаларининг аниқ миқдорлари эътиборга олиниб, ҳар хил ядролар массалари нимага тенг эканлиги ҳисоблаб топилса, бу миқдорлар билан эксперимент асосида топилган миқдорлар ўртасида бир қадар фарқ борлиги кўзга ташланади.

Масалан, гелийнинг иккита протон ва иккита нейтрондан иборат ядроси массасини ҳисоблаб топайлик. Ҳозирги замонда топилган аниқ маълумотларга кўра, нейтрон массаси 1,0089 углерод бирлигига, протон массаси эса, 1,0076 углерод бирлигига тенг. Гелий ядросини ҳосил қилувчи протонлар билан нейтронлар массаларининг йиғиндисини

$$2 \cdot 1,0076 + 2 \cdot 1,0089 = 4,033$$

га тенг, ҳолбуки, ҳақиқатда эса гелий ядросининг массаси 4,003 га барабар, яъни юқорида берилган миқдордан 0,03 углерод бирлиги қадар камдир.

Бошқа ядроларнинг массалари ҳисоблаб топилганда ҳам худди юқоридаги каби натижалар олинади. Демак, ядро массаси шу ядрони ташкил этган барча заррачалар, яъни бири-биридан ажратилган деб қаралувчи барча протон ва нейтронлар массасидан ҳамма вақт кам бўлади. Бу ҳодиса масса дефекти деб аталди.

Атом ядроларининг ҳосил бўлишида массанинг йўқолишига сабаб нима? Бу саволга ҳозирги замон физикаси қуйидагича жавоб беради. Эйнштейн\* яратган нисбийлик назариясига биноан, масса билан энергия орасида муайян бир боғланиш бор, бу боғланиш қуйидаги тенглама билан ифодаланади.

$$E = mc^2$$

Бу тенгламада  $E$  — энергия эрг ҳисобида;  $m$  —  $g$  масса,  $g$  ҳисобида,  $c$  — ёруғликнинг см/сек билан ифодаланган тезлиги ( $3 \cdot 10^{10}$ ).

\* Альберт Эйнштейн (1879—1955) замонамизнинг энг йирик олими, унинг асарлари замонамизнинг физик проблемаларига бўлган асосий қарашларда революция ясади. У нисбийлик назариясини яратди, бу назариянинг натижаларидан бири масса билан энергия эквивалентлигининг топилishi бўлди.

Юқоридаги тенгламадан массанинг ҳар қандай ўзгаришига энергиянинг ҳам маълум ўзгариши мувофиқ келиши керак, деган хулоса чиқади. Агар атом ядролари ҳосил бўлишида масса сезиларли даражада ўзгарса, бу — бир вақтда гоёт кўп миқдорда энергия ажралиб чиқади, деган сўздир.

Гелий ядроси ҳосил бўлишида масса дефекти 0,03 углерод бирлигига, 1 грамм-атом гелий ҳосил бўлишида эса 0,03 г га тенг. Юқорида келтирилган тенгламага мувофиқ, бу  $0,03 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 = 2,7 \cdot 10^{19}$  эрг га, яъни  $6,5 \cdot 10^8$  ккал энергияга тенг. Бу энергия миқдорининг қанчалик катта эканлигини тасаввур қилиш учун, унинг тахминан ДнепрогЭС қувватига тенг бўлган электростанциянинг бир соат давомида бера оладиган энергия миқдorigа тенг эканлигини айтиб ўтиш kiffoя.

Айни ядронинг протон ва электронлардан ҳосил бўлишида чиқадиган энергия миқдори я д р о н и н г б о г л а н и ш э н е р г и я с и деб аталади ва унинг барқарор бўлиш-бўлмаслигини характерлайди: ажралиб чиқадиган энергия миқдори қанча кўп бўлса, ядро шунча барқарор бўлади.

Гелий ядросининг боғланиш энергияси 28 Мэв (млн эв) га тенг.

Агар ядронинг боғланиш энергиясини ҳисоблаб чиқиб, топилган қийматини ядрони ташкил этган заррачаларининг (протон ва нейтронларнинг) умумий сонига бўлсак, ядрода битта заррачага тўғри келадиган энергияни топамиз.

Барча ядролар устида қилинган бундай ҳисоблашлар натижасида ажойиб бир факт, яъни ядрода битта заррачага тўғри келадиган боғланиш энергияси барча ядролар учун тахминан бир хилда бўлиб, 7—8 Мэв га тенг эканлиги маълум бўлди. Шундай қилиб, ҳар қайси заррача ядронинг боғланиш энергиясини бир хилдаги миқдорга оширади. Демак, протон ҳам, нейтрон ҳам ядрода бир хилда мустақкам боғланган, яъни ядро кучлари протонга нисбатан ҳам, нейтронга нисбатан ҳам бир хилда намоён бўлади.

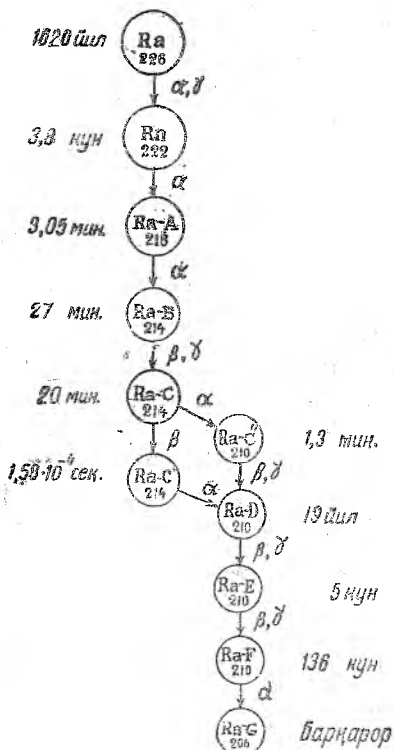
**53. Радиоактив қаторлар.** Радиоактивлик ҳодисалари моҳиятининг аниқланиши ажойиб бир хулосага, яъни бир элемент емирилиш йўли билан бошқа бир элементга айланиши мумкин, деган хулосага олиб келди. Агар бу элемент ҳам радиоактив элемент бўлса, у ҳам емирилиб учинчи бир элементга айланади ва бу ҳол емирилиш хусусияти бўлмаган элемент ҳосил бўлгунча давом этади. Шундай элементлар қатори радиоактив қатор деб аталади. Радийнинг кетма-кет бошқа элементларга айланиш қатори бунга мисол бўла олади. Маълумки, радий емирилганда радиоактив элемент— радон ҳосил бўлади, бу элемент ҳам, ўз навбатида, емирилиб, радий А ни ҳосил қилади. Радий А ҳам радиоактив элемент

бўлиб, у ҳам емирилади, натижада, бирин-кетин бир нечта янги радиоактив элементлар—радий В, радий С ва бошқа элементлар ҳосил бўлади. Бу емирилишдан ҳосил бўладиган охириги маҳсулот радий G бўлиб, бу ниҳоятда барқарор элементдир; радий G химиявий хоссалари жиҳатидан одатдаги кўргошинга ўхшайди.

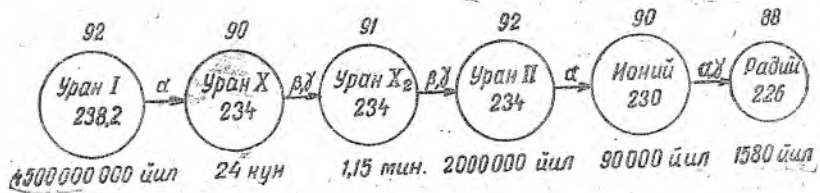
Радийнинг кетма-кет бошқа элементларга айланиш процесси 47-расмда схема тарзида берилган бўлиб, унда элементларнинг атом оғирликлари, уларнинг ярим емирилиш давлари ва ҳар қайси емирилишда чиқадиغان нурлар кўрсатилган.

Бундай кетма-кет айланишлар, радийдан ташқари, уранда, торийда ва актинийда ҳам кузатилади, бу элементлар ҳам радиоактивлик хоссаларига эга. Бу айланишларни ўрганиш радийнинг ўзи ҳам ураннынг кетма-кет айланишларидан ҳосил бўладиган маҳсулотлар занжирида оралиқ зveno эканлигини кўрсатди: радий урандан 48-расмда кўрсатилган схемага мувофиқ ҳосил бўлади.

Ҳозирги вақтда табиий радиоактив элементларнинг учта қатори маълум, бу қаторларнинг дастлабки элементлари уран атом. оғ. 238, торий атом. оғ. 232 ва актинийдир (китобнинг охиридаги қўшимчага қаралсин). Бу учта қатор уран, торий ва актинийнинг емирилиш қатори номи билан: биринчи



47-расм. Радийнинг айланишларини кўрсатадиган схема.



48-расм. Уранның радийга айланиш схемаси.

иккитаси — қаторнинг бошланғич аъзоси, учинчиси эса активий қаторида турувчи элемент номи билан аталади. Учала қаторнинг ҳам охириги маҳсулоти қўрғошиндир. Бундан ташқари, кейинги йилларда яна бир радиоактив қатор — тўртинчи радиоактив қатор кашф этилди, бу қатор сунбий йўл билан олинадиган нептуний элементидан бошланиб, висмут билан тамомланади.

Уран рудаларида қўрғошиннинг борлигига асосланиб, планетамизнинг еса йилдан бери мавжуд эканлиги тўғрисида ажойиб бир хулоса чиқаришимиз мумкин. Уран қаторидаги радиоактив элементларнинг ярим емирилиши даврини билгач, маълум процент уранининг қўрғошинга айланиши учун қанча вақт керак бўлишини ҳисоблаб топиш қийин эмас. Уран рудаларида ўрта ҳисоб билан 20% қўрғошин бўлади. Бу ердан, рудадан қўрғошин ҳосил бўлиши учун кетган вақтни ҳисоблаб чиқсак, бу вақт 1500 млн йилга тенг эканлигини топамиз. Аммо уран рудасининг ўзи ер қобиғидан илгари пайдо бўлган эмас, демак, бу сон ернинг энг кичик ёшини кўрсатади.

**54. Силжиш қонуни. Изотоплар. Радиоактив айланишларда элементларнинг хоссалари шу элементлар ажратиб чиқарадиган заррачаларга қараб қандай ўзгаришини кўриб чиқайлик.** Бу ерда ниҳоятда оддий бир қонуният — **с и л ж и ш қ о н у н и** деб аталадиган қонуният кузатилади:

*α-нурлар чиқиши вақтида бошқа элементдан ҳосил бўлган элемент ўз химиявий хоссалари жиҳатидан даврий системада ўша элементдан икки группа чапроқдаги ўринни эгаллайди, β-нурланиш вақтида ҳосил бўладиган элемент эса дастлабки элементдан бир группа ўнроққа силжийди.*

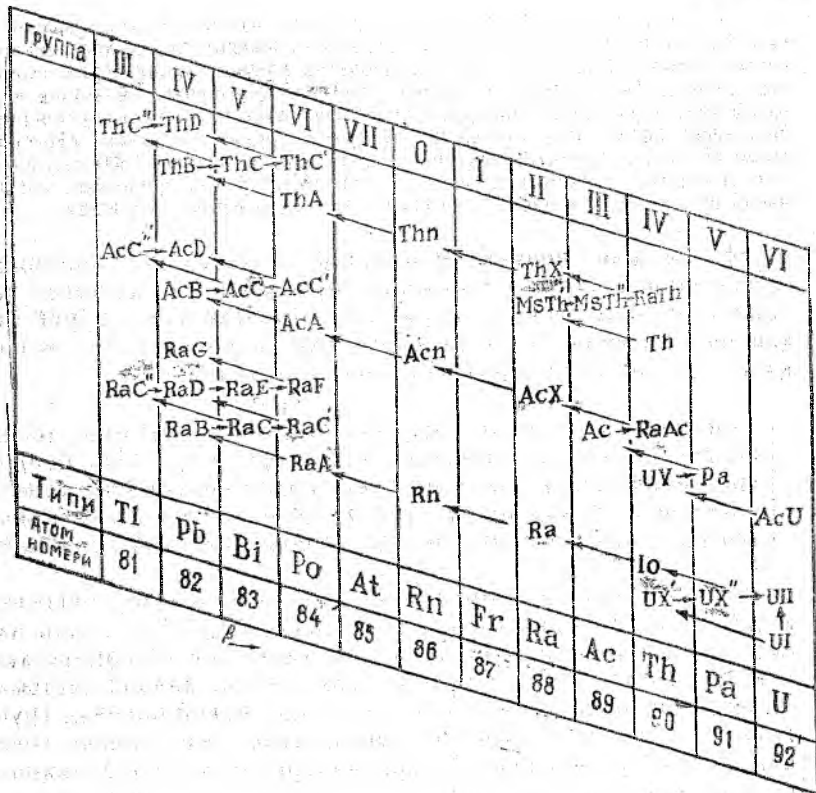
Силжиш қонуни атом емирилиши назариясидан бевосита келиб чиқади. Ядро заряди α-заррача йўқотиши билан иккита (икки бирлик) камаяди, демак, унинг тартиб номери ҳам иккита камаяди, бунинг натижасида элемент даврий системада икки катак чапга силжийди (масалан, радиий иккинчи гурпунада туради, ундан ҳосил бўладиган радон эса нолинчи гурпунада туради). Аксинча, β-заррачаларнинг ажралиб чиқиши натижасида ядро заряди битта ортади ва элемент бир катак ўннга силжийди\*.

49-расмда тасвирланган жадвал силжиш қонунини яққол кўрсата олади, бу жадвалда уран, торий ва актинийнинг еми-

\* Радиоактив айланишларда янги нейтрал атомлар (нонлар эмас) ҳосил бўлганлиги учун ўз-ўзидан тушунарлики, радиоактив элемент ядросининг α-заррача ажратиб чиқариши вақтида атомнинг сиртқи қобиғидан иккита электрон ҳам чиқиб кетиши, β-заррача ажратиб чиқарилишида эса сиртқи қобиққа битта электрон келиб қўшилиши керак.

рилишлари натижасида ҳосил бўладиган радиоактив элементларнинг даврий системада группадан-группага кетма-кет силжиши кўрсатилган.

49-расмда келтирилган радиоактив қаторларни кўздан кечириб эканмиз, ҳар хил атомларнинг (масалан, RaB, RaD ва RaC ёки Io ҳамда Th тартиб номери бир эканлигини, яъни эле-



49-расм. Даврий системада радиоактив элементларнинг силжиши.

ментлар даврий жадвалида битта катакка жойланишини кўрамиз. Масалан, қўрғошин (№ 82) турган катакда ҳар хил еттита атом бор. Аммо бизга маълумки, битта катакда фақат бир элемент бўлиши мумкин. Бундан, элементлар даврий системасининг бир катакда турган барча атомлар битта элементнинг атомлари деган хулоса келиб чиқади (масалан, RaB, RaD, RaC ва бошқалар қўрғошин атомларидир). Бундай атомларнинг химиявий хоссалари ўхшаш бўлиши керак:

бу нарса эксперимент йўли билан исботланган. Масалан, ураннынг емирилишидан ҳосил бўлган маҳсулотлардан бири—ионий химиявий жиҳатдан олганда торийдан, радий В радий D ва радий G дан фарқ қилмайди ва ҳоказо. Бу атомлар ўз массалари (атом оғирликлари) жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади.

Химиявий хоссалари ўхшаш, аммо атом оғирликлари бир-биридан фарқ қиладиган атомларга изотоплар\* деган ном берилди. Равшанки, ҳар хил изотопларнинг ядроларидаги заряд, яъни протонлар сони бир хил, аммо нейтронлар сони ҳар хил бўлади. Масалан, қўргошин изотоплари — радий В (масса сони 214) ва радий D (масса сони 210) ядроларининг ҳар бирида 82 тадан протон бор, аммо радий В нинг ядросидаги нейтронлар сони  $214 - 82 = 132$ , радий D нинг ядросидаги нейтронлар сони эса  $210 - 82 = 128$  дир. Шундай қилиб, элемент ҳар хил изотоплар мажмуидир.

Атом емирилиши назарияси емирилиш натижасида ҳосил бўлган маҳсулотларнинг даврий системадаги ўрнини белгилаб беришнинг ўзи билан чегараланмайди, балки уларнинг атом оғирликларини ҳисоблаб топишга ҳам имкон беради. Дарҳақиқат, ядродан  $\alpha$ -заррача отилиб чиққанда ядро массаси ва, демак, атом оғирлиги ҳам тўртга камаяди, ҳолбуки,  $\beta$ -заррачаларнинг отилиб чиқиши (уларнинг массаси ниҳоятда кичик бўлганлигидан) бутун атом массасини амалда ўзгартирмайди. Шундай қилиб,  $\alpha$ -нурланиш вақтида ҳосил бўлган элементнинг атом оғирлиги дастлабки элементнинг атом оғирлигидан тўрт бирлик кам бўлади;  $\beta$ -нурланиш вақтида ҳосил бўлган элементнинг атом оғирлиги эса дастлабки элементнинг атом оғирлигига тенглигича қолади.

Агар атом дастлаб битта  $\alpha$ -заррача, ундан кейин эса иккита  $\beta$ -заррача йўқотса, у ҳолда, ядро заряди, демак, элементнинг барча хоссалари ҳам ўзгармай қолади, аммо атом оғирлиги тўрт бирлик камаяди ва, шундай қилиб, биринчи элементнинг изотопи ҳосил бўлади. Масалан, RaD (№ 82) дан 47-расмда берилган схема бўйича, у билан изотоп бўлган RaG ёки қўргошин (№ 82) ҳосил бўлади.

Изотопия тушунчасининг аниқланганлиги барча радиоактив элементларни даврий системага қиритишга имкон берди. Радиоактив изотоплар ўнга плеяда ҳосил қилади, бу плеядалар Менделеев жадвалининг охириги икки қаторига жойлаштирилган. Плеядаларнинг даврий система группаларига тақсимланиши 49-расмдаги жадвалда кўрсатилган. Еттита плея-

\* Грекча «изос» — бир хил ва «топос» — ўрин деган сўزلардан тузилган.

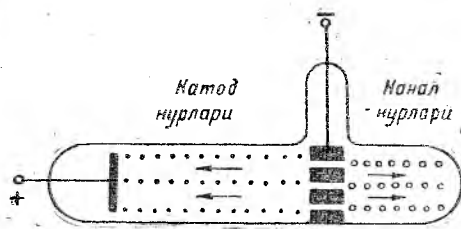


да нуқул радиоактив элементлардан иборат бўлиб, қолган учта плеядада (Тl, Рb ва Вi плеядаларида) биттадан радиоактив бўлмаган элемент бор. Плеядалардаги элементлардан қайсилари узоқроқ тура оладиган бўлса, ўша элементлар жадвалнинг пастки қисмида кўрсатилган барқарор элементлар плеядаларининг типик элементлари ҳисобланади. Плеяданинг барча аъзолари бир хил ядро зарядига ва бир хил химиявий хоссаларга эга бўлиб, бир-биридан фақат атом оғирлиги ва радиоактивлик хоссаси жиҳатидан фарқ қилади. Энг кўп элемент (энг кўп изотоп) кўрғошин ва полоний плеядаларидадир.

**55. Радиоактив бўлмаган элементларнинг изотоплари.** Биз юқорида айтиб ўтгандек, уран ва торийнинг емирилиши натижасида ҳосил бўладиган энг охири маҳсулот кўрғошиндир. Аммо урандан ҳосил бўладиган кўрғошиннинг атом оғирлиги 206 га, торийдан ҳосил бўладиган кўрғошиннинг атом оғирлиги эса 208 га тенг бўлиши керак. Ҳолбуки, одатдаги кўрғошиннинг атом оғирлиги 207,19 га тенгдир. Бу ҳол уран ҳамда торий рудаларида ҳамма вақт бўладиган кўрғошинни текшириш керак деган фикрга олиб келди. Уран рудаси таркибидаги кўрғошиннинг атом оғирлиги кўп марта ва яхшилаб аниқлангандан кейин, ниҳоят, унинг атом оғирлиги 206,1 эканлиги топилди; торий рудаси таркибидаги кўрғошиннинг атом оғирлиги эса 207,97 га тенг бўлиб чиқди. Шундай қилиб, табиатда кўрғошиннинг нисбати изотопи ҳам топилди. Бу изотоплар атом оғирлигидан бошқа ҳамма химиявий хоссалари жиҳатидан одатдаги кўрғошинга ва бир-бирига мутлақо ўхшайди. Одатдаги кўрғошин эса, асосан, юқорида кўрсатиб ўтилган икки изотопнинг аралашмасидир.

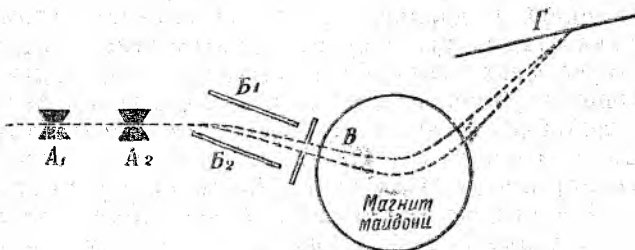
Кўрғошиннинг изотоплари кашф этилгандан кейин, бошқа элементлар ҳам изотоплар плеядаси эмасмикан, деган фикр туғилди. Бу масала 1922 йилда узил-кесил ҳал қилинди; ўша йили инглиз физиги Астон атом оғирликларни аниқлашда канал нурларини анализ қилишга асосланган махсус бир методни ишлаб чиқди.

Катод найининг катода ўртага жойлаштирилиб, унга тешиклар («каналлар») қилинса, ана шу катодда канал нурлари ҳосил бўлади. Ток ўтказилганда бу тешиклардан кўзга кўринмайдиган нурлар дастаси чиқиб, катод нурларига қа-



50-расм. Канал нурлари ҳосил қилиниши найн.

рама-қарши томонга қараб йўналади, улар мусбат зарядланган заррачалардан иборат бўлади (50-расм). Канал нурларининг заррачалари найдаги газни ташкил этган моддаларнинг битта ёки бир неча электрон йўқотган атомлари ёки молекулаларидан бошқа нарса эмас



51-расм. Масс-спектрографининг схемаси.

Астон канал нурларининг магнит ва электр майдонларида олиш хоссасидан фойдаланиб, ҳар хил оддий моддаларда изотоплар бор-йўқлигини аниқлашга имкон берадиган асбоб конструкциясини тузди. Бу асбоб масс-спектрограф деб аталди.



52-расм. Аргон ва криптоннинг масса спектрлари.

Масс-спектрографининг схемаси 51-расмда кўрсатилган. Канал нурлари бир-бирга параллел бўлган тор  $A_1$  ва  $A_2$  тешиклардан ўтиб, ингичка даста ҳолида конденсаторнинг  $B_1$  ва  $B_2$  пластинкалари орасида электр майдонига тушади. Бу ерда нурлар тарқалади, чунки мусбат зарядланган заррачалар масса-сига, зарядига ва тезлигига қараб конденсаторнинг зарядланган пластинкалари таъсири остида ҳар хил оғади. Ёйналган нурлар дастасининг бир қисмини  $B$  тирқиш ажратиб олади ва бу нурлар магнит майдонига келиб тушади, бу магнит майдонининг йўналиши шундай бўладики, у майдон нурлар дастасини бир нуқтага йиғади. Агар заррачаларнинг массаси ва заряди бир хил бўлиб, фақат тезликлари ҳар хил бўлса, у ҳолда, тўпланувчи нурлар фотография пластинкаси ( $\Gamma$ ) да равшан кўриниб турадиган қора чизик ҳосил қилади, агар нурлар дастасида массалари ҳар хил заррачалар бўлса, у ҳолда, пластинкада бир неча чизиклар ҳосил бўлади, бу чизикларнинг ҳар бири маълум массали заррачаларга мувофиқ келади (52-расм).

Астон бу чизиклар системасини масса спектри деб атади. Бирор модда учун чизиклар вазияти маълум бўлса, шу чизикларга солиштириб кўриб, бошқа чизикларга мувофиқ келадиган массаларини топиш мумкин.

Астон ўзи яратган асбобидан фойдаланиб, турли элементларни текшира бошлади. Бу текширишлар кўпгина оддий моддаларнинг изотоплар аралашмасидан иборат эканлигини кўрсатди. Масалан, одатдаги хлор атом оғирлиги 35 ва 37

бўлган икки изотопдан, мис ҳам атом оғирлиги 63 ва 65 бўлган икки изотопдан, магний атом оғирликлари 24, 25 ва 26 бўлган учта изотопдан иборат ва ҳоказо.

Шундай қилиб, бир элементнинг барча атомлари мутлақо бир хил бўлади, деган илгариги тасаввурлар пучга чиқди. Кўпгина оддий моддалар ҳар хил оғирликдаги атомлардан иборат эканлиги ва биз элементнинг атом оғирлиги деб айтадиган нарса фақат ўртача бир катталик, аини оддий модда атомларининг ўртача оғирлиги эканлиги маълум бўлди. Шу нарса ажойибки, кашф этилган барча изотоплар атом оғирликларининг 0,001 гача аниқлик билан топишган қийматлари бутун сонларга яқин бўлиб чиқди. Астон ана шунга асосланиб туриб, қуйидаги хулосани чиқарди: *барча элементларнинг чин атом оғирликлари бутун сонлардир*; бу хулосани Астон бутун сонлар қонди аси деб атади. Одатдаги атом оғирликларнинг бутун сонлардан фарқ қилишига сабаб шуки, кўпгина оддий моддалар изотоплар аралашмасидир.

Бир плеяданинг ўзига кирувчи изотопларни белгилаш учун тегишли элементларнинг одатдаги символларидан фойдаланиб, бу символларнинг юқориги ўнг томонига изотопнинг атом оғирлигини кўрсатувчи индекс қўйилади. Масалан, хлорнинг изотоплари  $\text{Cl}^{35}$  ва  $\text{Cl}^{37}$ , магнийнинг изотоплари эса  $\text{Mg}^{24}$ ,  $\text{Mg}^{25}$  ва  $\text{Mg}^{26}$  орқали белгиланади ва ҳоказо.

Барча химиявий элементларда изотопларнинг бор-йўқлиги ҳозирги вақтда текшириб кўрилган. Кўпчилик элементлар изотоплар плеядалари эканлиги ва фақат озчилик элементларгина изотопларга эга эмаслиги аниқланган. Баъзи плеядалардаги изотопларнинг сони анча каттадир, масалан кадмийда ва теллурда саккизтадан, қалайда эса ўнта изотоп бор. Радиоактив эмас элементларнинг маълум бўлган изотопларининг умумий сони 280 га етади; агар бунга табиатда мавжуд бўлган радиоактив элементларнинг ҳам, сунъий йўл билан ҳосил қилинадиган радиоактив элементларнинг ҳам изотоплари қўшилса, у ҳолда, кашф этилган изотопларнинг, яъни атомларнинг бизга маълум бўлган турларининг сони 1200 дан ортиб кетади.

Изотопларнинг химиявий хоссалари, амалий жиҳатдан олганда бир-бирига ўхшаш бўлганлигидан, изотопларни бир-биридан ажратиш ниҳоятда қийин масаладир. Шундай бўлишига қарамай, атомларнинг массаси роль ўйнайдиган ҳодисалардан фойдаланиш туфайли, баъзи оддий моддаларни изотопларга ажратиш қисман мумкин бўлди. Масалан, 1921 йилда майдалаб ҳайдаш йўли билан симобнинг иккита фракцияси ҳосил қилинди; бу фракцияларнинг атом оғирликлари бир-биридан 0,189 фарқ қилар эди. 1932 йилда кўп марта так-

рор диффузия йўли билан одатдаги неондан иккита қарийб топ-тоза фракциялар —  $\text{Ne}^{20}$  ва  $\text{Ne}^{22}$  фракциялари, 1939 йилда эса хлорнинг изотоплари тамомила ажратиб олинди. Ҳозирги вақтда худди шу йўл билан ҳар хил элементларнинг кўпдан-кўп изотоплари тоза ҳолда ҳосил қилинди.

Юқорида биз изотопларнинг химиявий хоссалари, амалий жиҳатдан олганда, бир-бирига ўхшаш эканлигини айтиб ўтган эдик. Бундан изотоплар орасида химиявий хоссалари жиҳатидан баъзи бир фарқ бўлса ҳам, бу фарқ шу қадар камки, ҳозирча биз бу фарқни пайқай олмаймиз, деган маъно чиқариш мумкин. 1932 йилда кашф этилган водород изотоплари  $\text{H}^1$  ва  $\text{H}^2$  бундан мустаснодир. Бу изотоплар атом оғирликлари орасида ғоят катта фарқ борлигидан (бир изотоп иккинчисидан 2 марта оғир бўлганлигидан), бу изотопларнинг хоссалари бир хилда эмаслигини яққол кўриш мумкин. Шунинг учун, бу изотопларни бир-биридан химиявий йўл билан бутунлай ажратиш олишга муваффақ бўлинди. Водороднинг атом оғирлиги 2 га тенг бўлган изотопи дейтерий деб аталиб, унга махсус  $\text{D}$  симболи берилди. Одатдаги водородда, миқдор жиҳатидан олганда, 0,017% дейтерий бўлади. Водороднинг фақат сунъий йўл билан олинadиган яна бир радиоактив изотопи  $\text{H}^3$ — тритий (ярим емирилиш даври 12 йил чамасида) маълум. Тритий табиатда топилган эмас.

Дейтерийнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмаси  $\text{D}_2\text{O}$  «оғир сув» деб аталади (252-бетга қаранг). Оғир сув ҳосил қилиниши билан бир қаторда, таркибига одатдаги водород эмас, балки дейтерий кирадиган кўпдан-кўп бошқа бирикмалар ҳам ҳосил қилинган; масалан, оғир аммиак  $\text{ND}_3$ , оғир водород хлорид  $\text{DCl}$  ва бошқалар ана шундай бирикмалардир.

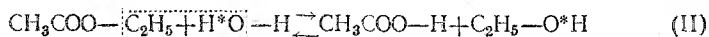
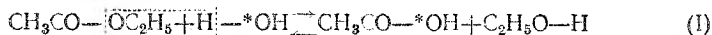
Оғир сув ҳосил қилинганлиги, шунингдек кўпгина элементларнинг изотопларга ажратилиши химиянинг янги соҳаси — изотоплар химиясининг тез суръатлар билан ривожланишига асос бўлди.

**Изотоп индикаторлар.** Кейинги ўн йилларда, химиявий ва биологик процесслар механизмини текширишда изотоп индикаторлардан ёки, бошқача айтганда, «белгиланган атомлар» дан кенг фойдаланиладиган бўлди. Уларнинг ишлатилиши шунга асосланганки, бизни қизиқтирган элементнинг химиявий ўзгаришлардаги йўлини кузатиб бориш мумкин, буни амалга оширишда реакция учун олинган моддаларнинг бирида айни элемент изотопларидан бирининг концентрациясини ўзгартириш керак бўлади. Бир элементнинг барча изотоплари химиявий реакцияларда, амалий жиҳатдан олганда, ўхшаш хоссаларга эга бўлганлиги сабабли, реакция натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлардан бирида айни элементнинг изотоп таркиби ўзгаришига қараб, бу изотопнинг қасрга ўтганлигини билиб олиш мумкин.

Органик химиядаги мунозарали масалаларнинг янги методдан фойдала-

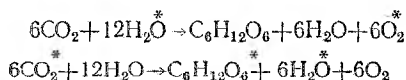
нилиб муваффақиятли суратда ҳал қилинаётганлигига иккита мисол келтирамиз.

1) Органик химияда совунланиш реакциясининг механизми узоқ вақтгача мунозарали бўлиб келди (мураккаб эфирларни спиртга ва кислотага гидролитик парчалаш), бу механизм учун иккита схема бўлиши мумкин, бу механизмлар боғларнинг узилиши ва ҳосил бўлиш жойлари билан бири-бирдан фарқ қилади. Масалан, этил ацетат номли эфирнинг совунланиши учун қуйидаги икки механизм таклиф қилинган:



Бу схемаларнинг қайси бири реакциянинг боришини тўғри акс эттириши тўғрисидаги масала таркибида кислороднинг оғир изотопи  $\text{O}^{18}$  бўлган сувни реакцияда ишлатиш йўли билан оддий бир тарзда ва бир томонлама ҳал қилинди. Кислороднинг оғир изотопи (юқоридаги схемаларда ялдузчалар билан кўрсатилган изотопи) I схемада кислотага, II схемада эса спиртга ўтишини кўриш қийин эмас. II схема тўғри бўлмай чиқди, чунки ҳосил қилинган спирт ёндирилганда нормал эңчликка эга бўлган сув ҳосил бўлди, яъни спирт таркибида кислороднинг оғир изотопи йўқ экан.

2) Усимликларнинг карбонат ангидридни ўзлаштириш процессини ўрганишда кислороднинг оғир изотопи  $\text{O}^{18}$  ни ишлатиш (тажриба учун таркибида  $\text{O}^{18}$  кўп бўлган карбонат ангидрид ва сувдан фойдаланилди) процесснинг қуйидаги схемалар бўйича боришини кўрсатди.



Шундай қилиб, ўсимликлар атмосферага чиқариб юборадиган кислород карбонат ангидриддан эмас, балки бутунлай сувдан олинishi маълум бўлди.

Текширишнинг янги методи радиоактив элементларнинг бир қатор изотоплари кашф этилгандан ва ҳосил қилингандан кейин айниқса кенг қўлланила бошлади.

Элементларни Астон методи билан текшириш вақтида изотопларнинг бир плеядасини ҳосил қилувчи ва оғирликлари ҳар хил бўлган атомлар билан бир қаторда, оғирликлари бир хил бўлган, аммо ҳар хил плеядаларга кирадиган ва, демак ядросининг заряди ҳар хил бўлган атомларнинг ҳам учраши аниқланган. Мисол тариқасида қуйидагиларни кўрсатиб ўтиш мумкин:  $\text{Ar}^{40}$ ,  $\text{K}^{40}$  ва  $\text{Ca}^{40}$ ,  $\text{Sr}^{54}$  ва  $\text{Fe}^{54}$ ,  $\text{Cd}^{42}$ ,  $\text{Sn}^{112}$  бошқалар. Бир хил оғирликка, аммо ҳар хил химиявий хоссаларга эга бўлган атомлар изобаралар деб аталади.

Изобараларнинг мавжудлиги атом массаси унинг химиявий хоссасини белгиламаслигини, атомнинг хоссаларини белгилайдиган асосий фактор шу атом ядросининг заряди эканлигини айниқса яққол кўрсатади.

Изотопия ҳодисасининг кашф этилиши натижасида «химиявий элемент» деган тушунчани ҳам қайта кўриб чиқиш

зарурати туғилди. Биз юқориди айгиб ўтгандек, химиявий элемент тушунчаси кейинги вақтларда атом тушунчасининг айнан ўзи деб қараладиган бўлди. Атомларнинг тури қанча бўлса, химиявий элементлар ҳам шунча, деб ҳисобланар эди. Аммо ҳозирда изотопларнинг кашф этилиши билан ҳар хил турдаги атомлар сони ҳам тахминан 250 га етди (радиоактив элементларнинг изотоплари бунга кирмайди) ва бу сон яна ортиши мумкин. Бир плеяданинг ўзидаги изотопларни айрим элементлар деб қараш керакми ёки, илгаригидек, уларни бир элемент деб ҳисоблаш керакми, деган савол туғилиши табиий эди. Кўпгина мулоҳазалар (изотоплар химиявий хос-саларининг бир-бирига ўхшашлиги, уларни бир-биридан ажратишнинг қийинлиги ва бошқалар) бир плеядадаги изотопларни бир элемент деб ҳисоблаш кераклигига даъват этади. Шунинг учун, атом оғирликлар халқаро комиссияси 1923 йилдаёқ химиявий элемент — атомининг тартиб номери билан белгиланади ва оғирлиги жиҳатидан бир хил бўлган атомлардан ҳам, оғирлиги жиҳатидан ҳар хил бўлган атомлардан ҳам иборат бўла олади, деб ҳисоблаш керак, деган қарор чиқарди.

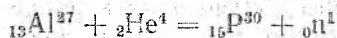
Шундай қилиб, *химиявий элемент — ядроси мусбат зарядининг катталиги билан характерланадиган атомлар туридир.*

Бир хил атомлардан иборат элементлар одатда «тоза» элементлар деб, оғирлиги жиҳатидан ҳар хил атомлардан иборат элементлар эса «аралаш» элементлар деб аталади.

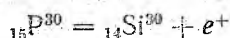
**56. Сунъий радиоактивлик.** 1933 йилда Ирен Кюри ва Фредерик Жолио-Кюри баъзи енгил элементларни — бор, магний, алюминийни  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилганда бу элементларнинг позитронлар тарқатишини пайқадилар. Шундан кейинги йили ўша тадқиқотчиларнинг ўзлари агар  $\alpha$ -заррачалар манбаи олиб қўйилса ҳам, позитронларнинг тарқатилиши дарҳол тўхтамасдан, балки маълум вақт давом этишини аниқладилар. Бу ҳодиса элементлар  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилинганда умри маълум вақт билан ўлчанадиган қандайдир радиоактив атомлар ҳосил бўлишини ва бу атомлар,  $\alpha$ -заррачалар ва электронлар тарқатмай, балки позитронлар тарқатишини кўрсатади. Шундай қилиб, с у н ъ и й р а д и о а к т и в л и к, лекин мутлақо бошқа хил радиоактивлик—ядро емирилганда позитронлар тарқаладиган радиоактивлик кашф қилинди.

Кузатилган ҳодисаларни Ирен Кюри ва Фредерик Жолио-Кюри ядролар  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилиниши таъсири остида, даставвал, ниҳоятда беқарор ядролар ҳосил бўлади, бу ядролар шундан кейин емирилиб, позитронлар тарқатади, деб изоҳладилар. Масалан, алюминий  $\alpha$ -зар-

рачалар билан бомбардимон қилинганда бўладиган процесс икки босқичда боради:



бу ерда  ${}_{15}\text{P}^{30}$  — фосфорнинг сунъий йўл билан ҳосил қилинган изотопи — „радиофосфор“. Одатдаги фосфорда бундай изотоп бўлмаганлигидан, рав анки, радиофосфор беқарордир: у емирилиб барқарор ядро ҳосил қилади:



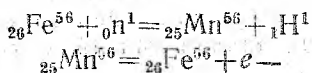
Радиофосфорнинг ярим емирилиши даври 3 минуту 15 секундга тенг.

Бор ва магний ядролари гелионлар билан бомбардимон қилинганда ҳам худди юқоридаги каби процесслар содир бўлади; бор бомбардимон қилинганда ярим емирилиш даври 14 минут бўлган „радиоазот“  ${}_{7}\text{N}^{13}$ , магний бомбардимон қилинганда эса ярим емирилиш даври 3 минуту 30 секунд бўлган „радиокремний“  ${}_{14}\text{Si}^{27}$  ҳосил бўлади.

Бу тажрибаларда сунъий йўл билан ҳосил қилинган радиоактив моддаларнинг сони гарчи кўп бўлмаса ҳам, уларнинг табиатини химиявий йўл билан аниқлашга муваффақ бўлинди, бу эса юқорида ёзилган тенгламаларни чиқаришга имкон берди.

Ирен Кюри ва Фредерик Жолио-Кюри олган натижалар илмий текширишлар учун янги ва кенг бир соҳа очиб берди. Кўп ўтмай, худди юқорида баён этилган ишларга ўхшаш бир қатор янги ишлар ҳам пайдо бўлди. Бу ишлар ичида ядроларни бомбардимон қилиш учун нейтронлардан фойдаланилган ишлар айниқса диққатга сазовор бўлди. Ярим емирилиш даври бир неча секунддан то бир неча кунгача бўлган ўнларча янги радиоактив изотоплар ҳосил қилинди. Уларнинг кўпларини химиявий йўл билан ажратиб олишга муваффақ бўлинди.

Бу ҳолларнинг ҳаммасида  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилишнинг аксича, нурланиш вақтида электронлар ажралиб чиқди. Ядролар нейтронлар билан бомбардимон қилинганда радиоактив элементларнинг ҳосил бўлиш механизмини кўйидагича тасаввур қилиш мумкин: ядро нейтронни қамраб олганда протон ажратиб чиқариб, беқарор янги ядрога айланади, бу ядронинг тартиб номери битта кам бўлади. Ҳосил бўлган шу янги ядро электрон тарқатади ва дастлабки ядронинг худди ўзини ҳосил қилади, масалан:

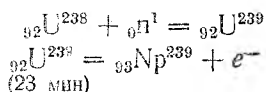


Ҳозирги вақтда электрон ёки позитрон радиоактивликка эга бўлган химиявий элементларнинг 400 дан ортиқ радиоактив изотоплари маълум, уларнинг ярим емирилиш даври секунднинг улушларидан то бир неча ойгача боради. Химиянинг радиоактив элементларни ўрганувчи бўлими радиохимия\* деб аталади.

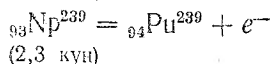
**57. Трансуран элементлар.** Атом ядроларини бомбардимон қилиш учун нейтронлардан фойдаланиш фанга маълум бўлган ҳамма элементларнинг радиоактив изотопларини ҳосил қилишга олиб келиш билан бирга, олимларни кўпдан бери қизиқтириб келган бир масалани — трансуранларнинг, яъни тартиб номерлари 92 дан ортиқ бўлган элементларнинг мавжуд бўла олиш-бўла олмаслик масаласини ҳал қилишга ҳам имкон берди.

Биринчи трансуран элемент 1940 йилда нейтронларнинг уранга таъсирини ўрганишда кашф этилган эди. 25 эв энергияга эга бўлган нейтронлар  $U^{238}$  ядролари томонидан осон ютилиши ва ураннынг ярим емирилиш даври 23 минутга тенг низоҳатда беқарор  $\beta$  — радиоактив изотопи  $U^{239}$  ҳосил бўлиши аниқланди. Изотоп  $U^{239}\beta$  — заррачалар тарқатиб, тартиб номери 93 бўлган янги элементга айланади. У Қуёш системасида Уран планетасидан кейинги Нептун планетаси номи билан нептуний (Np) деб аталди.

Нептунийнинг ҳосил бўлишини қуйидаги тенгламалар билан тасвирлаш мумкин:



Кейинчалик бориб  $Np^{239}$  нинг ҳам радиоактив элемент эканлиги аниқланди. Бу элемент  $\beta$  — емирилиб, тартиб номери 94 бўлган элементга айланади, унга плутоний (Pu) деган ном берилди:



Шундай қилиб, ураннынг нейтронлар билан бомбардимон қилиниши натижасида иккита трансуран элемент — нептуний ва плутоний ҳосил қилинди.

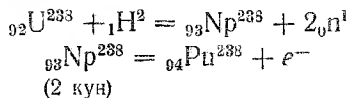
Плутоний  $Pu^{239}$  бирмунча барқарор элементдир: унинг ярим емирилиш даври 24000 йилга тенг. Плутоний  $\alpha$ -заррачалар ажратиб чиқариб, жуда секинлик билан ураннынг изотопи  $U^{235}$  га айланади.

Плутонийнинг бошқа бир изотопи —  $Pu^{239}$  уранин циклотронда (211-бетга қаралсин) дейтронлар (оғир водород ядролари) билан

\* Радиохимия билан радиацион химияни бир биридан фарқ қилиш керак, радиацион химия вонловчи нурлар таъсирида содир бўладиган химиявий процессларни ўрганади.



бомбардимон қилиш орқали  $\text{Pu}^{239}$  дан илгарийёқ ҳосил қилинган эди. Бунда оралиқ маҳсулот сифатида нептунийнинг беқарор изотопи —  $\text{Np}^{238}$  ҳосил бўлади. Содир бўладиган процессни қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:

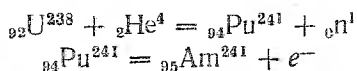


Плутоний  $\text{Pu}^{238}$   $\alpha$  — емирилади, унинг ярим емирилиш даври 50 йилга яқин.

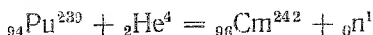
1942 йилда нептунийнинг яна бир изотопи  $\text{Np}^{237}$  ҳосил қилинди, нептунийнинг бу изотопи айниқса диққатга сазовордир, чунки у  $\alpha$ -нурлар тарқатади, унинг ярим емирилиш даври жуда катта- $2,25 \cdot 10^6$  йилга тенг.

Бу изотоп ниҳоятда барқарор бўлганлиги учун, нептунийнинг химиявий хоссаларини ана шу изотопдан фойдаланиб ўрганиш жуда қулай бўлди.

1944 йилда яна иккита янги трансуран элемент, яъни тартиб номерлари 95 ва 96 бўлган элементлар кашф этилди. Улардан бири америций ( $\text{Am}$ ) ва иккинчиси кюриий ( $\text{Cm}$ ) деб аталади. Америцийни ҳосил қилиш учун циклотронда  $\text{U}^{238}$  ни ниҳоятда тез учувчи гелий ядролари билан бомбардимон қилинади. Бу реакция икки босқичда боради:



Плутоний  $\text{Pu}^{239}$  худди ана шундай бомбардимон қилинганда кюриий элементи ҳосил бўлади:



1950 йилда америций  $\text{Am}^{241}$  ни ва кюриий  $\text{Cm}^{242}$  ни 35 Мэв энергияли  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилиб, ядро зарядлари 97 ва 98 бўлган элементлар олинди. Бу элементлар синтез қилинган шаҳар ва штат шарафига берклий ( $\text{Bk}$ ) ва калифорний ( $\text{Cf}$ ) деб аталди. Бу иккала элемент ниҳоятда оз миқдорда эди (ҳосил қилинган калифорнийнинг умумий миқдори 10000 атомдан ошмайди), аммо шунга қарамай, уларни ажратиб олишга ва уларнинг радиоактивлик ҳамда химиявий хоссаларини ўрганишга муваффақ бўлинди.

1954 йилда циклотронлар ва ядро реакторларида яна иккита янги элементнинг, яъни Менделеев жадвалида калифорнийдан кейин келадиган, ядро зарядлари 99 ва 100 бўлган икки янги элемент ҳосил қилинганлиги тўғрисида маълумотлар босилди. Бу янги элементлар буюк олимлар — А. Эйнштейн ва Э. Ферми хотирасига эйнштейний ( $\text{Es}$ ) ва фермий ( $\text{Fm}$ ) деб аталди.

Эйнштейннинг масса сони 254 га, фермийнинг масса сони эса 253 га тенг.

Ҳар қайси навбатдаги элементни синтез қилиш, одатда жуда мураккаб иш эди; 101-элементнинг кашф этилиши ирсоният ақлининг ва ҳозирги замон экспериментал техникасининг ғоят буюк ютуғи бўлди, бу элемент улуг рус химиги Менделеев шарафига менделеевий (Md) деб аталди.

Менделеевий 1955 йилда АҚШ да эйнштейний изотопларидан бири  $\text{Es}^{253}$  ни 40 млн.эв энергияли  $\alpha$ -заррачалар билан бомбардимон қилиш натижасида олинди. Ҳаммаси бўлиб 17 атом менделеевий ҳосил қилинди, аммо, бу элементни синтез қилган Сиборг\* ва унинг ходимларига менделеевийнинг ҳосил қилинган бу миқдори унинг радиоактивлик ҳамда химиявий хоссаларини аниқлаш учун етарли бўлди. Экспериментнинг мураккаблигига сабаб яна шу бўлдики, менделеевий жуда қисқа вақт мавжуд бўладиган элементдир — унинг ярим емирилиш даври атиги 30 минутга тенг. Менделеевийнинг топиллиши билан янги элементлар синтез қилиш тугалланмайди. 1958 йилда Сиборг лабораториясида ярим емирилиш даври 3 секунд бўлган 102 номерли элемент олинди. Нобелий (№) деб аталган бу элемент кюрини чизиқли тезлаткичада углевод ионлари билан бомбардимон қилиш натижасида олинди.

1961 йилда калифорнийни чизиқли тезлаткичада бор ядролари билан бомбардимон қилиш орқали актинидлар қаторидаги охириги элемент 103 номерли элемент ҳам ҳосил қилинди. Бу элемент лоуренсий (Lr) деб аталди.

Ҳозирги вақтда трансурани элементларнинг, айниқса, плутонийнинг химиявий хоссалари анча мукамал ўрганилган.

Нептуний билан плутонийнинг химиявий жиҳатдан олганда уранга ўхшаш эканлиги маълум. Бу иккала элемент, худди уран каби, 3, 4, 5 ва 6 га тенг валентликларни намойиш қилади, аммо юқори валентликка эга бўлган бирикмаларнинг барқарорлиги урандан плутонийга томон пасайиб боради; шунинг учун, нептунийни ва, айниқса плутонийни оксидлашнининг паст босқичидан юқори босқичга ўтказиш учун, урани худди шу каби оксидлашга қараганда кучлироқ оксидловчи керак. Юқори даражада оксидланган бирикмалар барқарорлигининг пасайиши плутонийдан кейинги элементлар — америций ва кюрийда ҳам кузатилади, бу элементлар учун 3 га тенг бўлган валентлик хосдир, шуни ҳам айтиб ўтиш

\* Глоин Сиборг Беркли шаҳридаги (АҚШ) Калифорния университети радиация лабораториясининг раҳбари. Нобель мукофоти лауреати Сиборг раҳбарлигида ва унинг иштирокида 10 та янги химиявий элемент кашф этилди.

керакки, кюрий ўз бирикмаларида, афтидан, фақат уч валентли бўла олади.

Трансуран элементларнинг химиявий табиатидаги хусусиятлар, бу элементлар ҳамда даврий системанинг олтинчи даврида шу элементлардан юқорида турган элементлар — рений, осмий ва бошқалар орасида илгари тахмин қилинган ўхшашликларнинг йўқлиги трансуран элементлар атомларида, худди лантанидлар атомларида бўлгани каби, сиртдан иккинчи электрон қавати эмас, балки ичкарироқдаги қавати, яъни сиртдан учинчи қавати электронлар билан тўлдирили боради, деб фараз қилишга олиб келди. Электронлар билан бундай тўлдирила бориш торий (№ 90) дан кейин бошланади. Шундай қилиб, актиний (№ 89) дан кейин, худди лантанидларга ўхшаш, актинидлар деб аталиши мумкин бўлган бир қатор элементлар келади.

Қолган трансуран элементларнинг ҳосил қилиниши ва улар химиявий хоссаларнинг текширилиши бундай тахминнинг тўғри эканлигини ва актинийдан кейин келадиган элементлар химиявий жиҳатдан олганда лантанидларга ўхшашлигини кўрсатди. Бу эса еттинчи даврдаги элементларнинг даврий система группалари бўйича то шу кунга қадар мавжуд бўлиб келган жойланишини ўзгартиришга мажбур этди. Бу даврда фақат дастлабки учта катак тўла қолдирилиб, актинийдан кейинги элементларни учинчи катакка ўтказиш лозим бўлди (178—180-бетлардаги жадвалга қаралсин).

## ХИМИЯВИЙ КИНЕТИКА ВА ХИМИЯВИЙ МУВОЗАНАТ

Химиявий процесслар тезлиги тўғрисидаги таълимот химиявий кинетика деб аталади. Бу бобнинг мазмуни химиявий кинетика асосларини қисқача баён этишдан иборат.

**58. Химиявий реакцияларнинг тезлиги.** Химиявий реакцияларни текшириш бу реакцияларнинг ниҳоятда хилма-хил тезлик билан бориши мумкинлигини кўрсатади. Баъзан реакция шундай тез борадики, амалда уни бир онда бўлади, деб ҳисоблаш мумкин; масалан, тузлар орасида, кислоталар орасида ва асослар орасида уларнинг сувдаги эритмаларида борадиган кўпгина реакциялар ёки биз портлаш деб атайдиган реакциялар ана шундай реакциялардир. Баъзи ҳолларда реакциянинг тезлиги, аксинча, шундай кам бўладики, реакция натижасида пайқаб бўладиган даражада маҳсулот ҳосил қилиш учун йиллар ва ҳатто юз йиллар талаб қилинади.

*Реакциянинг тезлиги реакцияга киришувчи моддалар концентрацияларининг вақт бирлиги ичида ўзгариши билан ўлланади.*

Модданинг ҳажм бирлигидаги миқдори концентрация деб аталади. Реакцияларнинг тезлигини ўлчашда концентрациялар, одатда бир литр ҳажмдаги модданинг моллари (грамм-молекулалари) сони билан ифодаланади.

Масалан, вақтнинг маълум бир пайтида, реакцияга киришаётган моддалардан бирортасининг концентрацияси 2 моль/л дейлик, бир минут ўтгандан кейин эса 1,8 моль/л бўлиб қолди, яъни 0,2 моль камайди, деб фараз қилайлик. Концентрациянинг камайиши бир литрда бўлган модданинг миқдоридан бир минут ичида 0,2 моли реакцияга киришганлигини кўрсатади. Демак, концентрациянинг ўзгариш қиймати вақт бирлиги ичида ўзгарган модда миқдорининг ўлчови бўлиб хизмат қила олади. Ана шунга асосланиб, реакциянинг тезли-

ги бир литрдаги молларнинг вақт бирлиги ичида ўзгарган сони билан ифодаланади. Айни ҳолда, реакциянинг тезлиги минутига 0,2 молга тенг бўлади. Моддалар эквивалент миқдорларда реакцияга киришганлигидан, реакцияга киришаётган моддалардан ҳар қайсиси концентрациясининг ўзгаришига қараб, реакция тезлиги тўғрисида фикр юритиш мумкин.

Ҳар қайси реакциянинг тезлиги реакцияга киришаётган моддаларнинг табиатига, концентрациясига ҳам, бу реакция шароитига (температурага, босимга, катализаторлар иштирок этиш-этмаслигига) ҳам боғлиқ бўлади.

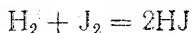
Реакция тезлиги реакцияга киришаётган моддалар концентрацияларига боғлиқ эканлигини молекуляр-кинетик тасаввурлар асосида осон тушуниш мумкин. Мисол тариқасида, маълум ҳажмда ва маълум температурада бир-бири билан аралаштирилган газсимон иккита модда орасида бўладиган реакцияни кўриб чиқамиз.

Газларнинг молекулалари, ҳар хил йўналишда анча катта тезлик билан ҳаракатланиб, албатта, бир-бирига учрашиши ва бир-бирига тўқнашиши керак. Молекулаларнинг ўзаро таъсири, равшанки, бу молекулалар бир-бири билан тўқнашгандагина содир бўлади; демак молекулалар бир-бири билан қанчалик тез тўқнашса, реакция учун олинган моддаларнинг янги моддаларга айланиши ҳам шунчалик тез боради, реакциянинг тезлиги ҳам шунчалик катта бўлади. Молекулаларнинг бир-бирига тўқнашиш тезлиги ҳам бирлигидаги шу молекулалар сонига, яъни реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрацияларига боғлиқ бўлади.

Молекулаларнинг ўзаро ҳар қандай тўқнашиши ҳам янги молекулаларнинг ҳосил бўлишига албатта олиб боради, деб ўйлаш ярамайди. Кинетик назария реакцияга киришаётган моддалар маълум концентрацияга ва маълум температурага эга бўлганда, вақт бирлиги ичида молекулалар неча марта тўқнашиши кераклигини ҳисоблаб топишга имкон беради; реакция тезлигининг экспериментал йўл билан аниқланиши эса шу вақт ичида нечта молекула дарҳақиқат бошқа молекулага айланишини кўрсатади. Бу иккинчи сон ҳамма вақт биринчи сондан кам чиқади. Афтидан, молекулалар орасида маълум процент анча «актив»лари, яъни тўқнашиш вақтида анча катта энергияга эга бўлганлари бор; фақат ана шундай актив молекулалар бир-бири билан тўқнашгандагина улар ўзаро химиявий таъсир этади, бошқа молекулалар эса бир-бири билан тўқнашгандан кейин, ўзгармагани ҳолда бир-биридан қочади. Аммо ҳар қайси айрим ҳолда актив молекулалар процентги ҳар қанча бўлганда ҳам, уларнинг ҳамм бирлигидаги абсолют сони, демак, самарали тўқнашишлар сони ҳам

концентрация ортиши билан ўсиб боради, шунинг учун, реакциянинг тезлиги ҳам ортади.

Энди, реакция тезлиги билан реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрациялари орасида қандай миқдорий боғлавиш борлигини аниқлашга уриниб кўрайлик. Бунинг учун бирор конкрет реакцияни, масалан, йод ва водороддан водород йодид ҳосил бўлиш реакциясини кўриб чиқамиз.

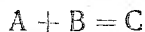


Биз бирор идишда маълум температурада, бир ҳажм водородга шунча ҳажм йод буғи аралаштирилган ва аралашма ҳар қайси газнинг концентрацияси  $0,1 \text{ мол/л}$  бўлгунча сиқилган, деб фараз қилайлик. Реакция бошланиб, айни шароитда 1 минут ичида  $0,0001$  моль  $\text{H}_2$  билан  $0,0001$  моль  $\text{J}_2$  ўзаро бирикиб  $\text{HJ}$  га айлансин, яъни реакциянинг тезлиги 1 минутида  $0,0001$  моль бўлсин, дейлик. Агар газлардан бирининг, масалан, водороднинг концентрациясини, шу идишга тегишли миқдорда водород қўшиш билан, 2, 3 ёки 4 марта оширсак, у ҳолда  $\text{H}_2$  молекулалари билан  $\text{J}_2$  молекулалари орасидаги тўқнашишлар сони вақт бирлиги ичида худди ўшанча марта ошади, демак, улар орасидаги реакциянинг тезлиги ҳам ортади. Иккала газнинг концентрациясини бир вақтнинг ўзида, масалан, бири икки марта, иккинчиси тўрт марта орттирилса, реакция тезлиги, саккиз марта ошади ва минутига  $0,0001 \cdot 2 \cdot 4 = 0,0008$  моль бўлиб қолади. Шундай қилиб, биз қуйидаги хулосага келамиз:

*Химиявий реакциянинг тезлиги реакцияга киришаётган моддаларнинг концентрациялари кўпайтмасига пропорционалдир.*

Химия учун нихоятда муҳим бўлган бу қоида 1867 йилда норвегиялик иккита олим Гульдберг ҳам Вааге томонидан таклиф этилган бўлиб, массалар таъсири қонуни деб аталди.

Массалар таъсири қонунини математик жиҳатдан ифодалашга ўтар эканмиз, энг оддий реакциялардан, яъни худди  $\text{HJ}$  ҳосил бўлиш реакциясидаги каби, бир модданинг битта молекуласи билан иккинчи модданинг битта молекуласи ўзаро таъсир этадиган реакциялардан бошлаймиз. Ҳозир бизни реакцияга киришувчи моддаларгина қизиқтиргани учун, бундай реакцияларни умумий тенглама



билан ифодалай оламиз.

А модданинг концентрациясини  $[A]$  билан, В модданинг концентрациясини  $[B]$  билан ва шундай концентрациялар олинганида реакция тезлигини  $v$  билан белгилаб,

$$v = K \cdot [A] \cdot [B]$$

тенгламани ҳосил қиламиз, бу ерда  $K$  — пропорционаллик коэффициентини бўлиб, айти реакция учун айти температурада ўзгармас катталиқдир, бу катталиқ реакциянинг тезлик константаси деб аталади ва реакцияга киришаётган моддалар табиатининг реакция тезлигига таъсир этишини характерлайди.

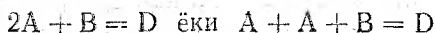
Агар юқорида ёзилган тенглама  $[A] = 1$  ва  $[B] = 1$  деб қабул қилинса, у вақтда,

$$v = K$$

бўлади.

Бундан кўринадики, реакциянинг тезлик константаси  $K$  сон жиҳатидан олганда, реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациялари (ёки уларнинг кўпайтмаси) бирга тенг бўлганда, реакция тезлигига баравардир.

Реакцияга битта молекула эмас, балки бирор модданинг бир неча молекуласи киришадиган бўлса, реакция тезлигининг ифодаси бошқачароқ кўринишда бўлади, масалан:



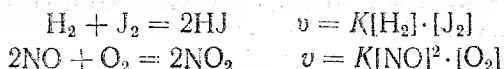
Бу реакция амалга ошиши учун, бир вақтнинг ўзида А нинг икки молекуласи В нинг бир молекуласи билан тўқнашиши керак. Математик анализнинг кўрсатишича, бундай ҳолда А модданинг концентрацияси реакция тезлигининг тенгламасида икки марта гавдаланиши керак:

$$v = K \cdot [A] \cdot [A] \cdot [B] = K \cdot [A]^2 \cdot [B]$$

Умумий ҳолда, яъни А модданинг  $m$  молекулалари В модданинг  $n$  молекулалари билан бир вақтнинг ўзида реакцияга киришганда, реакция тезлигининг тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади:

$$v = K \cdot [A]^m \cdot [B]^n$$

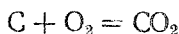
Юқорида баён этилганларни қуйидаги конкрет мисоллар яққол кўрсатиб туради:



Ҳар қандай реакциянинг тезлиги вақт ўтиши билан узлуксиз суратда камайиб боради, чунки ўзаро таъсир этаётган

моддалар секин-аста сарф бўлиб, уларнинг концентрациялари тобора камаяди. Шунинг учун, реакция тезлиги тўғрисида сўзланар экан, ҳамма вақт айни пайтдаги тезлик кўзда тутилади, яъни агар модданинг айни пайтдаги концентрацияси вақт оралигида сунъий йўл билан ўзгартирилмай турса, бошқа моддага айланиши мумкин бўлган модда миқдори кўзда тутилади.

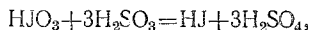
Реакция тезлигининг реакцияга киришувчи моддалар концентрацияларига боғлиқ эканлиги тўғрисида чиқарилган барча хулосалар реакцияда иштирок этадиган қаттиқ моддаларга тааллуқли эмас. Қаттиқ моддалар фақат сиртқи томонлари билангина реакцияга киришганлигидан, айни ҳолда, реакция тезлиги қаттиқ модданинг ҳажмий концентрациясига эмас, балки унинг сирти катталигига боғлиқ бўлади; шунинг учун агар реакцияда газлар ва эритилган моддалар билан бир қаторда, қаттиқ моддалар ҳам иштирок этса, реакция тезлиги (қаттиқ модданинг майдаланиш даражаси ўзгартирилмаганда) фақат газсимон ёки эриган моддаларнинг концентрацияларига боғлиқ ҳолдагина ўзгаради. Масалан, кўмининг ёниш реакцияси



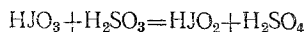
тезлиги кислороднинг концентрациясигагина пропорционал бўлади:

$$v = K[O_2]$$

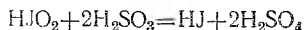
Амалда, реакциялар тезликларини ўлчашда, кўпинча, массалар таъсири қонунидан четга чиқилгандек бўлиб кўринади. Бунинг сабаби кўпгина реакцияларнинг бир неча босқич билан бориши, яъни кетма-кет бўладиган соддароқ бир неча процесслардан иборат бўлишидир. Массалар таъсири қонуни бу ҳолда ҳар қайси алоҳида элементар процесс учун ҳам тўғри бўлади, аммо реакциянинг ҳаммаси учун тўғри бўлмайди. Масалан, йодат кислота  $HJO_3$  ва сульфит кислота  $H_2SO_3$  орасида бўладиган реакция қуйидаги якуний тенглама билан ифодаланади:



бу реакциянинг тезлиги эса, ўлчашларга мувофиқ,  $H_2SO_3$  нинг концентрацияси кубига пропорционал эмас, балки унинг биринчи даражасига қарийб аниқ пропорционал суратда ортади, бу эса массалар таъсири қонунига гўё зид келади. Бу реакция икки босқич билан боради, аввал  $HJO_3$  секин-аста (ҳозирча номаълум бўлган) йодит кислота  $HJO_2$  га қуйидаги тенглама бўйича айланади:



шундан кейин  $HJO$  эса сульфит кислота  $H_2SO_3$  билан жуда тез ўзаро таъсир этиб,  $HJ$  ва  $H_2SO_4$  ни ҳосил қилади, деб фараз этайлик:



Бундай ҳолда реакциянинг кузатиладиган тезлиги, равшанки, биринчи, секин борадиган процесс тезлиги билан белгиланади; демак масса-



лар таъсири қонунига биноан, бу реакция тезлиги  $H_2SO_3$  концентрациясининг учинчи даражасига эмас, балки биринчи даражасига пропорционал суратда ортиши керак. (Ҳақиқатда эса бу реакция янада мураккаброқ боради.)

Газлар орасида бўладиган кўпчилик реакцияларнинг жуда мураккаб бориши ва массалар таъсири қонунига оддий шаклда бўйсунмаслиги текширишлар ёрдами билан аниқланган. Шунинг учун, реакциянинг механизми чинакам ўрганмай туриб, фақат реакция тенгламаси асосида реакция тезлигининг концентрацияга қараб қандай ўзгариши тўғрисида дадил бир фикрга келиб бўлмайди.

Реакция тезлиги фақат концентрациягагина эмас, балки яна бир муҳим фактор — температурага ҳам боғлиқдир. Температура ҳар  $10^\circ$  кўтарилганда реакция тезлигининг икки-уч марта ортиши тажриба йўли билан аниқланган. Температура пасайганда реакция тезлиги худди ўшанча марта камайди. Температура  $10^\circ$  кўтарилганда шу реакция тезлигининг неча марта ортишини кўрсатадиган сон  $n$  реакциянинг  $n$  температуралар коэффициентини деб аталади.

Реакциянинг температура коэффициентини иккига тенг деб қабул қилинганда, масалан,  $0^\circ C$  да реакция 10 минутда тамом бўлса,  $100^\circ C$  да 0,6 секундда тамом бўлишини ҳисоблаб топиш қийин эмас. Аксинча,  $100^\circ C$  да 10 минутда тамом бўладиган реакция,  $0^\circ C$  да 7 кунга яқин вақт ичида тамом бўлади. Бундан, юқори температураларда тез борадиган кўпгина реакцияларнинг одатдаги температурада жуда секин бориши ҳатто улар (масалан, водород билан кислороддан сув ҳосил бўлиш реакцияси каби) бизга содир бўлмаётгандек бўлиб кўриниши тушунарлидир.

Температура кўтарилганда реакция тезлигининг кўп даража ортишига сабаб молекулалар орасидаги тўқнашиш сонининг ортишигина деб изоҳлаш ярамайди. Кинетик назарияга кўра, молекулаларнинг ҳаракат тезлиги абсолют температурадан чиқарилган квадрат илдизга пропорционал суратда ортади, ҳолбуки, реакция тезлиги бунга қараганда анча тез ортади. Температуранинг кўтарилиши молекулаларнинг тўқнашиш сонини орттирибгина қолмай, балки химиявий ўзаро таъсир содир бўлишига олиб борадиган эффектив тўқнашишлар сонини ҳам орттиради, яъни актив молекулаларнинг нисбий сонини оширади, деб ҳисоблаш керак. Бу ҳодисанинг сабаби шу бўлиши мумкинки, температуранинг кўтарилиши билан молекулалар беқарорроқ ва, демак, химиявий реакцияларга анча мойилроқ бўлиб қолади.

Ниҳоят, реакция тезлигига ғоят зўр таъсир этадиган учинчи фактор катализаторлар, яъни реакция тезлигини ўзгартириб, ўзи реакциядан кейин химиявий жиҳатдан олганда ўзгармай, реакциягача қандай миқдорда бўлса, худди ўшанча

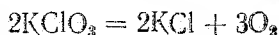
миқдорда қоладиган моддаларнинг иштирок этишидир. Одатда, катализаторларнинг таъсири реакцияларни тезлатишдан иборат бўлади. Баъзан катализатор реакция тезлигини 1000 марта ва ундан ҳам кўп оширади. Катализатор сифатида, кўпинча, кукун ҳолга келтирилган металллар ишлатилади.

Биз, ҳар хил шароитнинг реакциялар тезлигига қандай таъсир этишини кўриб чиқишда, асосан, бир жинсли, бошқача айтганда, гомоген системаларда (газлар аралашмаси ва эритмаларда) бўладиган реакциялар устидагина тўхталиб ўтдик. Реакциялар гетероген системаларда анча мураккаб боради.

*Физик ёки химиявий хоссалари жиҳатидан ўзаро фарқ қиладиган ва бир-биридан чегара сиртлар билан ажралган икки ёки бир неча қисмлардан тузилган система гетероген система деб аталади.* Гетероген системанинг бир жинсли қисмларининг фазалари деб аталади. Масалан, муз, сув ва улар устида турган сув буғи уч фазадан: қаттиқ (муз), суюқ (сув) ва газсимон фаза (сув буғи) дан иборат гетероген системани ташкил қилади; кислота ва унга туширилган бир бўлак металл икки фазадан иборат системани ташкил қилади ва ҳоказо.

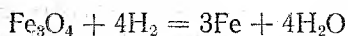
Гетероген системада реакция ҳамма вақт икки фаза ўртасидаги чегара сиртда содир бўлади, чунки иккала фазанинг молекулалари ҳам бир-бири билан ана шу ерда тўқнашади. Шунинг учун гетероген реакциянинг тезлиги биз юқорида кўриб ўтган учта факторгагина эмас, балки реакцияга киришувчи фазаларнинг бир-бирига тегиб турган сиртининг (юзанинг) катта-кичиклигига ҳам боғлиқдир. Юзанинг кўпайтирилиши реакция тезлигининг ортишига олиб боради. Масалан, кукун ҳолгача майдаланган кўмир сирти катта бўлганлигидан, йирик бўлаклардан иборат кўмирга қараганда анча тез ёнади; металллар кукун ҳолда олинса, уларнинг кислоталарда эриши анча ортади ва ҳоказо. Гетероген реакциянинг тезлигини оширувчи муҳим фактордан бири диффузиядир, диффузия туфайли, реакцияга киришувчи моддаларнинг янгидан-янги порциялари чегара сиртга келиб туради. Диффузия процесси силкитиш ёки қориштириш йўли билан сунъий равишда тезлатилса, реакциянинг тезлиги ҳам анча ортиши мумкин.

**59. Химиявий мувозанат.** Кўпгина химиявий реакциялар шундай содир бўладикки, реакция учун олинган моддалар реакция натижасида тамомила бошқа моддаларга айланади ёки, бошқача айтганда, реакция охиригача боради. Масалан, бертоле тузи қиздирилганда каллий хлоридга ва кислотадга қолдиқсиз айланади:



Бизга маълум бўлган шароитда бу реакциянинг тескариси, яъни калий хлорид ва кислороддан бертоле тузининг ҳосил бўлиши мумкин эмас. Бундай реакциялар амалий жиҳатдан қайтмас, бошқача айтганда, бир томонлама реакциялар деб аталади.

Водород билан темир куюндиси орасида бўладиган реакция тамомила бошқа характерга эга. Агар қаттиқ қиздирилган темир куюндиси устидан водород ўтказилса, темир куюндиси темирга айланади, водород эса куюнди таркибидаги кислород билан бирикиб, сув ҳосил қилади:



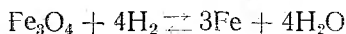
Иккинчи томондан, худди шундай температурада темир куюнига сув буғи таъсир эттириб, темир куюндиси ҳамда водород олиш мумкин. Бу реакция, агар ўнгдан чапга томон ўқилса, худди юқоридаги реакция тенгламаси каби тенглама билан ифодаланади:



Шундай қилиб, аини температурада бир-бирига қарама-қарши бўлган икки реакция боради: темир куюндиси билан водороддан темир ва сув буғи ҳосил бўлади, темир ва сув буғидан эса яна темир куюндиси билан водород ҳосил бўлади.

Бир шароитнинг ўзида икки томонга ҳам бора оладиган процесслар қайтар, бошқача айтганда, икки томонлама процесслар деб аталади.

Химиявий процесс қайтар эканлигини кўрсатиш учун, реакция тенгламасидаги тенглик белгиси ўрнига қарама-қарши томонга қараган иккита стрелка қўйилади:

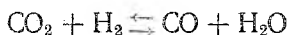


Чапдан ўнгга томон борадиган реакцияни тўғри реакция деб, унга қарама-қарши томонга борадиган реакцияни эса тескари реакция деб аташ қабул қилинган.

*Қайтар реакцияларнинг ўзига хос хусусияти шундан иборатки, агар реакция маҳсулотлари ўзаро таъсир доирасидан чиқариб юборилмаса, бу реакциялар (масалан, газлар орасида берк идишда бўладиган реакциялар) охиригача бормайди.* Реакция учун олинган моддалар, ҳатто улар эквивалент миқдорларда олинган бўлса ҳам, реакция маҳсулотлари ҳосил бўлишига ҳеч қачон тўла сарфланмайди. Реакция фақат маълум чегарагача бориб, шундан кейин, гўё тўхтаб қолади.

Бу ҳодисани конкрет мисолда кўрсатиб берамиз. Юқори температурада карбонат ангидрид билан водород ўзаро таъсир этиб, углерод (II)-оксид ва сув ҳосил қилади. Бу реакция

қайтар реакция бўлиб, қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Агар бир грамм-молекула карбонат ангидрид бир грамм-молекула сув билан аралаштирилиб, аралашма 1200° гача қиздирилса, 0,6 грамм-молекула углерод (II)-оксид ва шунча сув буги ҳосил бўлди дегунча реакция чегарага етади; бу ҳодиса тажриба йўли билан аниқланган. Демак, реакция учун олинган моддалардан 0,4 грамм-молекула карбонат ангидрид ва 0,4 грамм-молекула водород реакцияга киришмай қолади:



Реакцияга киришувчи моддаларнинг дастлабки миқдори (2-моль ҳисобида) . . . . .	1	0	0
Моддаларнинг реакция чегарага етгандаги миқдорлари (2-моль ҳисобида) . . . . .	0,4	0,4	0,6

Биз кўриб чиқаётган реакциянинг «тўхтаб қолишига» сабаб тескари реакция борлиги эканлигини тушуниш қийин эмас. Дарҳақиқат, карбонат ангидрид водород билан аралаштирилгандан кейин, улар орасида реакция бошланади, бунинг натижасида углерод (II)-оксид молекулалари билан сув молекулалари ҳосил бўлади. Бу реакция давом этган сари, реакция учун олинган моддаларнинг концентрациялари камайиб, реакциянинг тезлиги тобора сусаяди. Шу билан бир вақтда, тескари реакция учун имконият туғилади. Углерод (II)-оксид молекулалари билан сув молекулалари ўзаро тўқнашиб, яна карбонат ангидрид молекулалари ва водород молекулаларига айлана олади. Бошлангич пайтда углерод (II)-оксид ва сув молекулалари кам бўлган пайтда, бу молекулалар бир-бири билан камдан-кам тўқнашади. Аммо бу моддалар молекулаларининг сони кўпая борган сари улар тез-тез тўқнашадиган бўлиб қолади, бунинг натижасида тескари реакция секин-асста тезлаша боради. Ниҳоят, шундай пайт келадикки, тўғри реакция билан тескари реакция тезликлари бараварлашиб қолади, яъни ҳар қайси вақт бирлигида тескари реакция натижасида қанча карбонат ангидрид молекуласи ва қанча водород молекуласи ҳосил бўлса уларнинг шунча молекуласи йўқолади. Шу пайтдан бошлаб, реакция учун олинган карбонат ангидрид билан водороднинг ҳаммаси реакцияга киришмаган бўлса ҳам, тўртала газнинг концентрациялари ўзгармай қўяди.

Агар бу реакция учун карбонат ангидрид билан водород эмас, балки углерод (II)-оксид билан сув олганимизда эди, бари бир, ўша натижанинг ўзига келган бўлар эдик.

*Реакцияга киришувчи моддалар системасининг ана шундай ҳолати, яъни бу моддаларнинг концентрациялари ўзгармай қоладиган ҳолати химиявий мувозанат деб аталади. Тўғри реакциянинг тезлиги тескари реакциянинг тезлигига барабарлашган вақтдагина химиявий мувозанат юз беради.*

Бизга реакция тўхтаб қолиб, давом этмаётгандек бўлиб кўринади. Аммо реакциянинг тўхтаб қолиши бизга фақат шундай бўлиб туюлади; аслида иккала реакция ҳам давом этади, бироқ бу реакцияларнинг бири иккинчисининг натижасини йўққа чиқаради.

Химиявий мувозанатнинг сабаби реакциянинг тўхтаб қолиши эмас, балки қарама-қарши икки процесс тезликларининг барабарлашиб қолганлиги бўлганидан, бу мувозанат ўз моҳияти жиҳатидан *динамик мувозанат* дир. Бу мувозанатни, масалан, бакка сувнинг бир вақтда қуйилиб ва сарф қилиниб туришидаги мувозанатига айнан ўхшатиш мумкин. Агар бакка қуйилаётган сувнинг миқдори бакдан туширилаётган миқдорига барабар бўлса, бакда сувнинг миқдори ўзгармайди, химиявий мувозанат юз берганда моддалардан ҳар бири миқдорининг ўзгармай қолиши ҳам худди шунга ўхшайди.

Шу моддалар орасида қарор топган химиявий мувозанат шариот ўзгармаганда хоҳлаганча узоқ вақт сақланиб туради. Аммо реакцияда иштирок этаётган моддалардан ҳеч бўлмаганда бирининг концентрацияси ўзгартирилдими, бас, худди шу онда мувозанат бузилади ва қолган бошқа моддаларнинг ҳам концентрациялари ўзгара бошлайди.

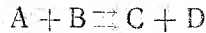
Масалан, ичидаги карбонат ангидрид, водород, углерод (II)-оксид ва сув буғи мувозанатда бўлган идишга яна озроқ карбонат ангидрид қўшайлик. Карбонат ангидрид концентрациясининг ўзгариши равшанки, ўнг томонга борадиган реакцияни тезлатиб, унинг тезлигини тескари реакция тезлигидан вақтинча юқори қилиб қўяди. Бунинг натижасида, карбонат ангидрид билан водород концентрациялари секин-аста камай бориб, углерод (II)-оксид билан сув концентрациялари тобора ортади. Бир томондан, углерод (II)-оксид билан сув молекулаларининг кўпайиши, иккинчи томондан, карбонат ангидрид билан водород молекулаларининг камайиши иккала реакция тезлигини барабарлаштиргунча, концентрацияларнинг ўзгариши давом этаверади. Иккала реакция тезлиги барабарлашгандан кейин, мувозанат қарор топади, аммо бунда тўрталла модданинг концентрациялари илгаригидан бошқача бўлади.

*Мувозанат бузилиши натижасида концентрацияларнинг ўзгариш процесси мувозанатнинг силжиши деб аталади,*

Башарти, бунда тенгламанинг ўнг томонидаги моддалар концентрациялари ортса (ва, албатта, шу билан бир вақтда, тенгламанинг чап томонидаги моддалар концентрациялари камайса), у ҳолда, мувозанат ўнг томонга, яъни тўғри реакциянинг бориш томонига силжийди дейилади; концентрациялар аксинча ўзгарса, мувозанат чап томонга силжийди деб айтилади. Масалан, юқорида кўриб ўтилган мисолда мувозанат ўнг томонга силжийди, чунки углерод (II)-оксид билан сув концентрациялари ўзгаради.

Энди, мувозанат бошланиш шартини математик шаклда ифодалайлик.

Қуйидаги умумий тенглама билан ифодаланадиган қайтар реакция содир бўлмоқда, деб фараз қилайлик:



бу ерда А ва В иккита модда бўлиб, улардан С ва D янги моддалар ҳосил бўлади. Бу моддаларнинг концентрацияларини тегишлича [A], [B], [C] ва [D] билан белгилаймиз. Юқориги стрелка йўналишида борадиган реакция тезлигини  $v_1$  билан, тескари реакция тезлигини эса  $v_2$  билан белгилаймиз. Реакция тезлиги реакцияга киришаётган моддалар концентрацияларига пропорционал бўлганлигидан, тўғри реакция тезлиги

$$v_1 = K_1 \cdot [A] \cdot [B]$$

бўлади. Худди шунингдек, тескари реакция тезлиги

$$v_2 = K_2 \cdot [C] \cdot [D]$$

бўлади. Мувозанат қарор топган вақтда иккала реакциянинг тезликлари барабар, яъни

$$K_1 \cdot [A] \cdot [B] = K_2 \cdot [C] \cdot [D]$$

бўлади. Бу тенгламанинг шаклини ўзгартириб,

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{K_1}{K_2}$$

ни ҳосил қиламиз,  $K_1$  билан  $K_2$  ўзгармас катталиклар бўлганидан уларнинг нисбати ҳам ўзгармас катталикдир. Уни  $K$  ҳарфи билан белгилаб,

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = K$$

ни ҳосил қиламиз, бу ерда [C], [D], [A] ва [B] тегишли моддаларнинг мувозанат вақтидаги концентрацияларини кўрсатади.

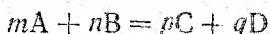
$K$  ўзгармас катталиги мувозанат константаси деб аталади. Бу катталик ҳар қайси реакция учун ҳос бўлиб, кон-

центрацияларга боғлиқ эмас, аммо температуранинг ўзгариши билан ўзгаради. Агар бу катталикнинг  $K_1 : K_2$  нисбатига тенг эканлиги ва, демак, бир хил температурада ва бир birlikка тенг концентрацияларда тўғри реакция тескари реакциядан неча марта тез боришини кўрсатиши эътиборга олинса, унинг физик маъносини тушуниш қийин бўлмайди.

Юқорида чиқарилган тенглама массалар таъсири қонунининг қайтар реакцияларга татбиқ этиладиган математик ифодасидир. Унинг маъносини қуйидагича таърифлаш мумкин:

*Қайтар реакцияларда ҳосил бўлган моддалар концентрациялари кўпайтмасининг реакция учун олинган моддалар концентрациялари кўпайтмасига нисбати маълум бир температурада шу реакция учун ўзгармас бирор катталikka тенг бўлиб қолгандагина мувозанат бошланади.*

Агар моддалар бир неча молекуладан реакцияда иштирок этса, яъни:



бўлса, у ҳолда мувозанат константаси тенгламаси қуйидагича ёзилади:

$$\frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^m \cdot [B]^n} = K$$

Агар реакцияда қаттиқ моддалар иштирок этса, уларнинг концентрациялари мувозанат константаси ифодасига кирмайди; улар нима сабабдан реакция тезлиги ифодасига кирмаса (217—218-бетларга қаралсин), бу ифодага ҳам шу сабабдан кирмайди. Масалан, карбонат ангидрид билан чўғ ҳолидаги кўмир орасида бўладиган



реакцияси учун мувозанат константаси

$$K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

нисбати билан ифодаланади.

Юқорида кўрсатилган реакциянинг мувозанати карбонат ангидрид концентрациясини ёки углерод (II)-оксид концентрациясини ўзгартириш йўли билан издан чиқарилиши мумкин; кўмир миқдорининг кўпайтирилиши ҳам, камайтирилиши ҳам мувозанат ҳолатига ҳеч қандай таъсир эта олмайди.

Мувозанат константаси тенгламасидан фойдаланиб, реак-

цияга киришадиган моддалардан бирортасининг концентрацияси ўзгарганда мувозанат қай томонга силжишини аниқлаш қийин эмас. Буни карбонат ангидрид билан водород орасида бўладиган бизга маълум реакция мисолида кўрсатиб берамиз.

Бу реакциянинг мувозанат константаси

$$K = \frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}$$

тенглама билан ифодаланлади.

Мувозанат қарор топди дегунча, газлар аралашмасидаги водород концентрациясини оширдик, деб фараз қилайлик. Айни процесс учун

$$\frac{[\text{CO}] \cdot [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}_2] \cdot [\text{H}_2]}$$

нисбати ўзгармас бўлганлигидан, каср махражининг (водород концентрациясининг) ортиши мувозанатни бузиб, махражининг камайишига ва, айни вақтда, суратнинг ортишига сабаб бўладиган реакцияни, яъни карбонат ангидрид билан водород молекулаларини углерод (II)-оксид билан сув молекулаларига айлантирадиган реакцияни тезлатиши керак. Бу реакциянинг тезлатилиши натижасида, реакцияга киришувчи моддалар орасидаги илгариги муносабат тиклангач яна мувозанат қарор топади, аммо бунда карбонат ангидрид концентрацияси водород қўшилишидан олдингига қараганда кам бўлиб қолади, сув буғининг ва углерод (II)-оксиднинг концентрацияси эса ортади. Карбонат ангидриднинг концентрацияси оширилганда ҳам (биз илгари аниқлагандек) ёки углерод (II)-оксиднинг ёхуд сув буғининг концентрацияси камайтирилганда ҳам, равшанки худди ана шундай натижа чиқади. Бу ҳолларнинг ҳаммасида мувозанат углерод (II)-оксид билан сув буғи ҳосил бўлиш томонига силжийди. Аксинча, углерод (II)-оксид ҳамда сув буғи концентрацияларининг оширилиши ёки карбонат ангидрид ҳамда водород концентрацияларининг камайрилиши бошқа (юқорида айтилганига тескари) эффектни вужудга келтиради, яъни мувозанатни янги миқдор карбонат ангидрид ва янги миқдор водород ҳосил бўлиш томонига силжитади.

Юқорида баён этилганлардан ниҳоятда муҳим иккита хулоса чиқариш мумкин.

1. Қайтар реакцияга киришган моддаларнинг бирдан имкони борича тўла фойдаланиш учун, унга ортиқчароқ олинган иккинчи модда таъсир эттириш керак.

2. Агар реакция маҳсулотларидан бири ҳосил бўла борган сари ўзаро таъсир доирасидан чиқарилса, мувозанат шу маҳ-



сулот ҳосил бўлиш томонига узлуксиз суратда силжийди ва, шундай қилиб, қайтар реакция амалда охиригича етказилиши мумкин.

Масалан, карбонат ангидрид билан водороднинг ўзаро таъсир этиш вақтида ҳосил бўладиган сув реакцион аралашмадан чиқариб юборилса, карбонат ангидрид ҳамда водородни углерод (II) -оксид ва сув бугига батамом айлантириш мумкин.

Худди шунингдек, қаттиқ қиздирилган темир куюндиси устидан водород ўтказилса (221-бетга қаралсин), темир куюндиси темир металига батамом айланади, чунки реакция вақтида ҳосил бўладиган сув буги ортиқча водород билан бирга, реакция доирасидан узлуксиз суратда чиқиб туради. Берк идишда бу реакция охиригича бормайди.

Реакцияга киришмаётган моддалар концентрацияларининг мувозанат вақтида ўзгармаслиги бир қатор жуда муҳим ҳисоблашлар қилишга имкон беради. Энг оддий реакциялар учун қилнадиган ана шундай ҳисоблашларнинг типик мисолларидан бир нечасини келтириб ўтамыз.

**1-мисол.** Қайтар реакция  $A + B \rightleftharpoons 2C$  тенгламаси билан ифодаланади. Мувозанат қарор топган вақтда учала модданинг концентрациялари:  $[A] = [B] = 3 \text{ моль/л}$ ,  $[C] = 4 \text{ моль/л}$  эди. Мувозанат константаси ҳамда А ва В моддаларининг дастлабки концентрациялари ҳисоблаб топилсин.

Бу реакция учун мувозанат константаси

$$K = \frac{[C]^2}{[A] \cdot [B]}$$

тенглама билан ифодаланади. Бу тенгламага концентрация қийматларини қўйсақ,

$$K = \frac{4^2}{3 \cdot 3} = \frac{16}{9} = 1,78$$

чиқали.

А ва В моддаларининг дастлабки концентрацияларини топиш учун реакция тенг. ламасига биноан, бир молекула А ва бир молекула В реакцияга киришса икки молекула С ҳосил бўлишни ҳисобга олиш керак. Демак, 4 моль С ҳосил бўлиши учун 2 моль А ва 2 моль В кетади. Шундай қилиб, А ва В моддаларининг дастлабки концентрацияларининг ҳар бири 5 моль/л га тенг экан.

**2-мисол.**  $A + B \rightleftharpoons C + D$  реакцияси учун мувозанат константаси иккига тенг. А ва В моддаларининг дастлабки концентрациялари:

$$[A] = 5 \text{ моль/л}; [B] = 1 \text{ моль/л};$$

тўртала модданинг мувозанат вақтидаги концентрациялари ҳисоблаб топилсин.

А ва В моддаларининг ҳар бир грамм-молекуласидан бир грамм-молекуладан С ва D ҳосил бўлади. А ва В моддаларининг реакцияга киришган мольлари сонини  $x$  билан белгилаймиз. У ҳолда, тўртала модданинг мувозанат вақтидаги концентрациялари қуйидагича ифодаланади.

$$[C] [D] = x; [A] = 5 - x; [B] = 1 - x$$

Бу қийматларни мувозанат константаси тевгламасига қўйиб, қуйдагиларни ҳосил қиламиз:

$$2 = \frac{x^2}{(5-x)(1-x)}; \quad x^2 - 12x + 10 = 0; \quad x_1 = 11,1; \quad x_2 = 0,9$$

Биринчи натижа мумкин бўлмаганлиги учун, уни ҳисобга олмай, мувозанат вақтидаги концентрацияларни топамиз:

$$[C] = [D] = 0,9 \text{ моль/л}; \quad [A] = 4,1 \text{ моль/л}; \quad [B] = 0,1 \text{ моль/л}$$

Бу шароитда

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = 2$$

бўлишига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас.

**60. Ле Шателье принципи.** Реакцияга киришаётган моддалар концентрацияларининг мувозанат ҳолатига қандай таъсир этишини кўриб ўтдик; энди, температуранинг ва босимнинг ўзгариши мувозанатга қандай таъсир этишини кўриб чиқишга ўтамиз.

Температуранинг кўтарилиши, умуман, барча химиявий реакцияларни тезлатади, аммо ҳар хил реакцияларни ҳар хил тезлатади. Кўпчилик ҳолларда тўғри реакция тезлиги билан тесқари реакция тезлигининг ўзгариши бир хилда бўлмайди ва уларнинг бири тезроқ бора бошлайди. Аммо, бир томондан устун бўлиб қолган реакция маҳсулотларининг кўпайиши ва, иккинчи томондан, унда иштирок этаётган моддаларнинг камайиши иккала процесс тезликларини аста-секин барабарлаштиради. Шундай қилиб, яна мувозанат бошланади, аммо бу мувозанатда ҳар қайси модданинг концентрацияси илгаригидан бошқача бўлади. Бундан, масалан, модданинг ҳар қайси температурада ўз эрувчанлиги бўлгани каби, бу ерда ҳам ҳар қайси температура учун ўз мувозанат ҳолати бўлади, деган хулоса келиб чиқади.

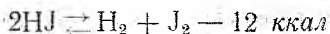
Температура ўзгарганда мувозанатнинг силжиш томони Вант-Гоффоунуни билан топилади, бу қонун ҳар қандай мувозанат системаларига ҳам оиддир:

*Агар мувозанатда турган системанинг температураси ўзгарса, температура кўтарилганда системанинг мувозанати иссиқлик ютилиши билан борадиган процесс томонига, температура пасайганда эса тесқари томонга силжийди.*

Бу қонун қайтар реакцияларга нисбатан олинганда, температуранинг кўтарилиши мувозанатни эндотермик реакция томонига, температуранинг пасайиши эса мувозанатни тесқари томонга силжитади, демакдир.

Мисоллар келтирамиз.

Водород йодид қиздирилганда йод билан водородга ажралади. Бу реакция қайтар бўлиб, юқори температураларда чапдан ўнгга томон боради ва бунда иссиқлик ютилади.

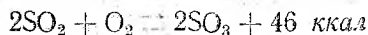


Температура кўтарилиши билан мувозанат ўнгга томон силжийди, аралашмада водород билан йод концентрациялари ортади, водород йодид концентрацияси эса камаяди.

Моддаларнинг ҳар қандай қайтар ажралиши химияда диссоциация деб аталади. Агар бу процесс қиздириш билан боғлиқ бўлса, у термик диссоциация дейилади.

Кўпгина бошқа моддалар ҳам қиздирилганда худди водород йодид каби диссоциланади. Бундай ҳолларнинг ҳаммасида температуранинг кўтарилиши, Вант-Гофф қонунига биноан, диссоциация даражасини (яъни ажралган модданинг нисбий миқдорини) оширади, мувозанатни диссоциация маҳсулотлари ҳосил бўлиш томонига силжитади.

Сульфит ангидрид ва кислороддан сульфат ангидрид ҳосил бўлиш реакцияси иссиқлик чиқиши билан борадиган реакцияга мисол бўла олади:



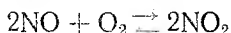
Бу реакцияда температуранинг кўтарилиши мувозанатни чапга томон силжитади, чунки тесқари реакция, равшанки, иссиқлик ютилиши билан боради. Мувозанатни ўнгга томон силжитиш, яъни реакцион аралашмада  $\text{SO}_3$  миқдорини ошириш учун температурани пасайтириш керак.

Вант-Гофф қонуни мувозанатда турган системага ҳар қил факторларнинг таъсирини аниқлаб берувчи ва **Л е Ш а т е л ь е** принципи деб аталувчи умумий қонуннинг хусусий ҳолигинадир. Бу принцип химиявий мувозанатга татбиқ этилганда қуйидагича таърифланиши мумкин:

*Система химиявий мувозанат ҳолатида турган шароитлардан бири, масалан, температура ё босим, ёки концентрация ўзгартирилса, мувозанат, қилинган ўзгаришга қаршилик кўрсатувчи реакция томонига силжийди.*

Бу принципни температуранинг ўзгартирилиши ҳолига татбиқ этсак, температуранинг кўтарилиши мувозанатни температурани пасайтирувчи ва, демак, иссиқлик ютилиши билан борадиган реакция томонига силжитиши кераклигини кўраемиз. Температуранинг пасайиши мувозанатни иссиқлик чиқиши билан борадиган реакция томонига силжитади.

Реакцияда иштирок этаётган моддалар газсимон моддалар бўлгандагина, реакцияга киришаётган моддалар аралашмасини сиқиш йўли билан босимни ўзгартириб, мувозанатни силжитиш мумкин. Бунда, Ле-Шателье принципига биноан, мувозанат қилинган ўзгаришни кучсизлантирувчи, яъни босим оширилган бўлса, уни пасайтирувчи, агар пасайтирилган бўлса, уни оширувчи реакция томонига силжиши керак. Аммо берк фазода ўзгармас температурада реакция натижасида босимнинг ўзгариши реакция вақтида газсимон моддалар молекулаларининг умумий сони ўзгаргандагина содир бўлади. Масалан, юқори температурада азот (II)-оксид билан кислороддан азот (IV)-оксид ҳосил бўлиш реакцияси қайтар реакция бўлиб, охиригача бормайди:



Икки молекула азот (II)-оксид билан бир молекула кислороддан фақат икки молекула азот (IV)-оксид ҳосил бўлганлиги учун, равшанки, берк идишда азот (II)-оксид билан кислороднинг азот (IV)-оксидга айланишида босим пасаяди. Тесқари реакция — азот (IV)-оксиднинг азот (II)-оксид билан кислородга ажралишида босим ортади. Шунинг учун, мувозанат қарор топган вақтда, газлар аралашмасини сиқсак ва, шундай қилиб, босимни оширсак, у ҳолда, Ле-Шателье принципига биноан, сиқилишдан кейин, мувозанат ўнгга томон силжийди ва босим яна пасаяди. Аксинча, агар биз аралашманинг кўпроқ ҳажми эгаллашига имконият туғдириб, босимни пасайтирсак, мувозанат чап томонга силжийди, бунинг орқасида босим яна кўтарилади. Шундай қилиб, қуйидаги хулосага келамиз:

*Босим орттирилганда мувозанат газнинг кам сонидаги молекулалари ҳосил бўлиш томонига, босим пасайтирилганда эса кўп сондаги молекулалар ҳосил бўлиш томонига силжийди.*

Маълумки, реакция вақтида газсимон моддалар молекулаларининг сони, масалан,



реакциясидаги каби ўзгармай қолса, босимнинг пасайиши ҳам унинг кўтарилиши ҳам мувозанатни бузмайди\*.

Ниҳоят, реакцияга киришувчи моддаларнинг концентрациялари ўзгартирилганда мувозанатнинг силжиши ҳам Ле

\* Массалар таъсир қонунига асосланиб ҳам ана шундай хулосага келиш мумкин, чунки босимни ўзгартириш, аслида, реакцияга киришаётган моддалар концентрацияларини ўзгартиришдан иборат бўлади.

Шателье принципига бўйсунди. Дарҳақиқат, мувозанатда иштирок этаётган моддалардан бирининг концентрациясини оширар эканмиз, мувозанат ҳамма вақт ўша модда концентрациясини камайтирувчи реакция томонига силжийди. Масалан, карбонат ангидрид билан водород орасида бўладиган реакция вақтида карбонат ангидрид концентрациясининг оширилиши мувозанатни углерод (II)-оксид ва сув буғи ҳосил бўлиш томонига силжитади, бунда карбонат ангидрид концентрацияси яна пасаяди. Аксинча, моддалардан бири концентрациясининг камайтирилиши мувозанатни шу модда ҳосил бўлиш томонига силжитади.

Мувозанатда турган системага катализатор қўшилиши мувозанат ҳолатини ўзгартирмайди, чунки катализатор тўғри реакцияни ҳам, тескари реакцияни ҳам бир хил даражада тезлатади. Аммо қайтар реакцияларда катализаторларнинг роли жуда катта. Паст температураларда реакция тезлиги кичик бўлганлигидан, ўзаро таъсир этаётган моддалар орасида мувозанат жуда суст қарор топади. Реакция маҳсулотлари анча миқдорда ҳосил бўлиши учун кўп вақт кутиш керак бўлади. Мувозанат қарор топишини температурани кўтариш йўли билан тезлатиш мумкин албатта; аммо бизни қизиқтирган маҳсулот иссиқлик чиқиши билан ҳосил бўлса, у жуда оз миқдорда йиғилади, чунки юқори температурада мувозанат тескари томонга кучли даражада силжиган бўлади. Катализатор ишлатилиши эса мувозанатнинг қарор топишини температурани оширмай туриб ҳам тезлатишга, худди ўша миқдордаги моддани қисқа вақт ичида ҳосил қилишга имкон беради.



## IX БОБ

### ВОДОРОД

Водородни (Hydrogenium; атом оғирлиги 1,00797). ўн олтинчи асрнинг биринчи ярмида Парацельс кашф этган эди. 1776 йилда Кэвендиш водороднинг хоссаларини аниқлади ва бошқа газлардан фарқини кўрсатиб берди. Лавуазье водородни сувдан биринчи бўлиб ажратиб олди ва сувнинг водород билан кислороддан иборат химиявий бирикма эканлигини исбот этди (1783 йил).

Водород атоми ядро ва битта электрондан иборат. Водород атомлари металлоидларнинг атомлари билан маълум даражада қутблашган ковалент боғланишлар ҳосил қилади. Бу бирикмаларнинг баъзиларида ( $H_2O$ ,  $HCl$  ва ҳоказоларда) водород атомининг ҳолати ионланган ҳолатга яқин бўлади.

**61. Табиатда водород. Водороднинг олиниши.** Водород эркин ҳолда табиатда жуда оз миқдорда, асосан, атмосферанинг юқори қаватларида учрайди. Баъзан, у вулкан отилганда, шунингдек, бурғ қудуқлардан нефть чиқаришда бошқа газлар билан бирга чиқади. Аммо водород бирикмалар ҳолида жуда кўп тарқалган. Буни шундан ҳам кўриш мумкинки, водород оғирлик жиҳатидан сувнинг тўққиздан бир қисmini ташкил этади. Бундан ташқари, водород барча ўсимлик ва ҳайвон моддаларида бўлади, нефть, табиий газлар ва кўпгина минераллар таркибига киради. Умуман, сув билан ҳавони ҳам қўшиб ҳисоблаганда, бутун ер қобиғи массасининг тахминан 11 процентини водород ташкил этади. Водород олинадиган асосий манба сувдир. Сувдан водород олишда, кўпчилик металлларнинг сувдан водородни сиқиб чиқариш хусусиятидан фойдаланиш мумкин; бу вақтда, водород билан бирга, ўша металлларнинг гидроксидлари ёки оксидлари ҳам ҳосил бўлади. Ишқорий металллар — натрий ва калий, шунингдек, кальций, барий ҳамда бошқалар одатдаги температурадаёқ сув билан айниқса осон реакцияга киришади.

Агар сувли косага бир бўлак натрий ташланса, шиддатли реакция бошланади; натрий сув юзида вижиллаб юриб, ундан водородни сиқиб чиқара бошлайди. Бунда шу қадар кўп ис-сиқлик чиқадики, натрий суюқланади ва тобора кичрайиб, дарров йўқолиб кетадиган шарчага айланади (53- расм). Иккинчи баъзан шу қадар кучли бўладикки, ажралиб чиқаётган водород ёниб кетади.

Натрий билан сувнинг ўзаро таъсири қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

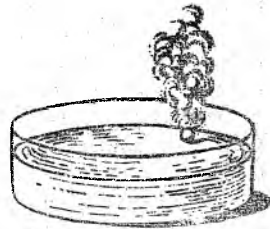


Бу реакциянинг моҳияти шундаки, унда натрий атоми сув молекуласидаги водород ионига электрон беради. Бунда натрий атомлари мусбат зарядли ионларга айланиб, шундай ионлар ҳолида NaOH таркибига кирса, водород ионлари жуфт-жуфт бўлиб боғланадиган атомларга айланиб,  $\text{H}_2$  молекула-ларини ҳосил қилади. Калий ва кальций билан бўладиган реакция ҳам худди шу тариқа боради.

Юқорида айтиб ўтилган металллардан бошқа металллар ҳам сув билан ўзаро таъсир эта олади, аммо бошқа металллар билан бўладиган реакция бирмунча юқори температурада боради. Масалан, магний сувнинг қайнаш температурасида, рух билан темир эса шу металлларни сув буғи оқимида қаттиқ қиздирганда сувдан водородни сиқиб чиқара олади. Бу ҳолларнинг ҳаммасида ҳам ионланган ҳолатга яқин бўлган водород металл атомларидан электрон олади ва нейтрал атомларга айланади.

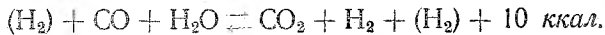
Саноатда водород олиш учун, асосан, қуйидаги методлардан фойдаланилади:

1. Конверсион метод айниқса аммиак синтез қилишда ишлатиш учун водород олишнинг ҳаммадан кўп расм бўлган методидир. Бу метод билан ишланганда чўғланган кўмир қавати орқали сув буғи ўтказилади. Айни вақтда углерод (II)-оксид билан водород аралашмаси ҳосил бўлади, бу аралашма сув гази деб аталади; у, газсимон ёқилғи сифатида ишлатилиши мумкин (156- параграфга қаралсин). Агар процесс водород ажратиб олиш мақсадида ўтказилса, ҳосил қилинган аралашмадан углерод (II)-оксидни йўқотиш учун, сув гази, сув буғи билан бирга, чўғланган темир (III)-оксид устидан ўтказилади, чўғланган темир (III)-оксид катализатор вази-



53- расм. Сув бетидagi натрий шарчаси.

фасини ўтайди. Углерод (II)-оксид сув буғи билан ўзаро таъсир этиши натижасида водород билан карбонат ангидрид ҳосил бўлади. Бу реакция углерод (II)-оксиднинг конверсияси деб аталади ва қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



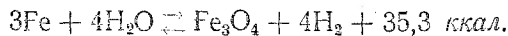
Паст температурада мувозанат ўнг томонга силжийди, температура кўтарилган сари эса мувозанат дастлабки моддалар ҳосил бўлиш томонига қараб силжийди.

Температура камида 450°C бўлгандагина реакция етарли даражада тез борганидан, углерод (II)-оксид конверсияси даражасини ошириш учун, сув газига реакция тенгламаси асосида ҳисоблаб топилган миқдордан анча кўп миқдорда сув буғи қўшилади, буving натижасида, мувозанат температуранинг юқори бўлишига қарамай, ўнг томонга қараб анча силжиганича қолаверади.

Конверсия натижасида ҳосил бўлган карбонат ангидридни водороддан ажратиш учун, газлар аралашмаси 20 атм босим остида сув билан ювилади. Водородни батамом тозалаш учун у турли қўшимчаларни ютиб қоладиган бир неча эритмалардан ўтказилади.

Конверсион метод қўлланилганида сув газни ўрнига кўпинча углерод (II)-оксидли бошқа газлар, жумладан, генератор газни ишлатилади (156- параграфга қаралсин).

2. Темир-буғ методи водород олишнинг ҳаммадан эски методларидан бўлиб, ҳозир қадимгидек аҳамияти қолган эмас. Бу метод қаттиқ қиздирилган темир қириндиси устидан сув буғи ўтказилганда темир билан сув буғининг ўзаро таъсир этишига асосланган:



Бу реакция қайтар реакция бўлиб, чапдан ўнгга томон борса, иссиқлик чиқади. Демак, Ле Шателье қондасига мувофиқ, температура қанчалик паст бўлса, мувозанат водород ҳосил бўлиш томонига қараб шунча кўп силжиши керак. Аммо паст температурада реакция тезлиги суст бўлганидан, мувозанат жуда секинлик билан қарор топади. Шунинг учун, реакция амалда камида 700° да олиб борилади. 700° да мувозанатдаги аралашманинг ҳажми жиқатидан тахминан ярми сув буғидан ва ярми водороддан иборат бўлади, яъни темир устидан ўтказиладиган буғнинг ярми фойдаланилмасдан қолади. Ҳосил бўладиган водород ортиқча сув буғи билан бирга дарҳол реакция муҳитидан чиқиб кетганидан, водород ҳосил бўлиш процесси темирнинг ҳаммаси куюндига айланиб бўлгунча да-



вом этаверади. Ҳосил бўлган куюнди кейин сув газни билан қайтарилади ва тагин реакцияга киритилади.

3. Электрохимиявий метод. Арзон электр энергияси бор жойларда сувни электр токи ёрдамида таркибий қисмларга парчалаб, ундан водород олиш иқтисодий жиҳатдан маъқул ишдир. Бу методнинг афзаллиги шундаки, олинган водород жуда тоза бўлади. Натижада уни аралашмалардан тозалаш учун жуда мураккаб асбоб-ускуналардан фойдаланишга зарурат қолмайди. Бундан ташқари, ядро реакторларига керак бўладиган огир сувни олиш ҳам ҳозирги вақтда сувни электролиз қилишга боғлиқ.

Бутун дунёда ишлатиладиган водороднинг тахминан 18 проценти электрохимиявий усулда олинади.

4. Кокс газини қаттиқ совитиш методи. Ташқир ҳаво кирмайдиган жойда 900—1200°C гача қиздирилганда кокс газни деб аталадиган аралашма ҳосил бўлади, бу аралашманинг таркибида 50—60 процентга яқин водород бўлади; қаттиқ ҳолатдаги қолдиқ коксдир. Кокс газидан водород ажратиш олиш учун кокс газни қаттиқ совитилади. Бунда водороддан бошқа газларнинг ҳаммаси суяқ ҳолатга ўтади ва шу тариқа водороддан ажратилади.

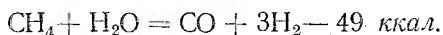
5. Метанни парчалашга асосланган методлар. Сўнгги вақтларда водород олинган манба ўрнида метан кўп ишлатиладиган бўлиб қолди. Метан табиий газлар ва нефтни қайта ишлаш натижасида ҳосил бўладиган газлар таркибида бўлади.

Метандан водород олишнинг ҳар хил усуллари бор:

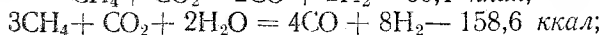
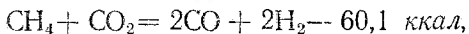
а) метанни термик йўл билан парчалаш усули:



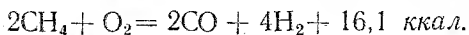
б) метан билан сув бўғини ўзаро таъсир эттириш усули:



в) метанга углерод (IV)-оксид (карбонат ангидрид) ни ёки углерод (IV)-оксид билан сув буғидан иборат аралашмани таъсир эттириш усули:



г) метанни чала оксидлаш усули:



Бу усулларнинг биринчисидан бошқаси қўлланилганида углерод (II)-оксид анчагина миқдорда аралашган газлар ҳосил бўлади. Водородни кўпроқ олиш учун бу газ аралашмалари сув буғи билан бирга конверсия қилинади.

Водород олинган жойнинг ўзида ишлатилмайдиган бўлса, у катта босим остида пўлат баллонларга солиниб, керакли жойларга юборилади.

Лабораторияларда водород, одатда, суюлтирилган сульфат кислота ёки хлорид кислотани рухга таъсир эттириш йўли билан олинади:

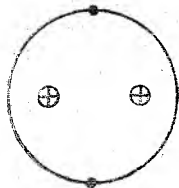


Рух ўрнига темир олса ҳам бўлади, бироқ бунда реакция анча суст боради.

Рух ва бошқа металлларга кислота таъсир эттириш йўли билан олинadиган водородда ҳамма вақт сув буғи ва баъзи газсимион қўшимчалар бўлади. Башарти, қуруқ водород керак бўлса, олинган газ концентрланган сульфат кислота орқали ўтказилиб, сув буғидан тозаланади, сульфат кислота сув буғини шиддат билан ютади. Водородни бошқа аралашмалардан тозалаш учун, ҳар хил тузларнинг эритмаларидан фойдаланилади.

**62. Водороднинг хоссалари ва ишлатилиши.** Водород одатдаги температурада рангсиз ва ҳидсиз газдир. Водород минус 240°C дан паст температурада босим остида рангсиз суюқликка айлантирилиши мумкин. Бу суюқлик минус 252,8°C да қайнайди, тез буғлатилса, минус 259,2°C да суюқланадиган тиниқ кристаллар ҳолидаги қаттиқ водород ҳосил бўлади.

Водород барча газлар ичида энг енгилдир, у ҳаводан қанчалик 14,5 баравар енгил. Бир литр водород нормал шароитда атиги 0,09 г келади. Водород сувда жуда кам эрийди, аммо баъзи металлларда, палладий, платина ва бошқаларда кўп миқдорда эрийди. Бир ҳажм палладий 900 ҳажмча водородни эрита олади.



54-расм. Водород молекуласининг тузилиш схемаси.

Водород молекуласи иккита атомдан иборат бўлиб, бу атомлар иккала атом ядроси атрофида айланиб турадиган бир жуфт электрон ҳисобига бир-бири билан боғланган. Водород молекуласининг тузилиши (54-расм) гелий атомининг тузилишига ўхшайди, шунга кўра, водород одатдаги температурада инерт газдир. Бирмунча юқори температурада атомлар ўртасидаги боғланиш бўшашади-да, водород актив бўлиб қолади.

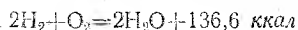
Водороднинг физик хоссаларидан унинг иссиқлик сифими алоҳида диққатга сазовордир; водороднинг иссиқлик сифими паст температураларда газларнинг кинетик назариясига кўра, қутилган миқдордан анча кам бўлади. Бу ҳодисанинг сабаби шуки, водороднинг ортоводород ва пара-

водород деган икки хил модификацияси бор. Водороднинг иккала модификацияси ҳам бир хил  $H_2$  молекулалардан иборат ва бир хил химиявий хоссаларга эга, бироқ уларнинг физик хоссалари, масалан, солиштирма иссиқлик сизими, суоқланиш ва қайнаш нуқтаси ва бошқа хоссалари бир-биридан бир оз фарқ қилади. Бундай фарқнинг бўлишига сабаб шуки,  $H_2$  молекулалари таркибига кирадиган водород ядролари (протонлари) ўз ўқи атрофида айланади, аммо ортоводороднинг иккала ядроси бир хил йўналишда, параводороднинг ядролари эса, ўзаро қарама-қарши йўналишда айланади.

Водород одатдаги температурада бир-бири билан мувозанатда турган уч қисм ортоводород ва бир қисм параводороддан иборат бўлади. Температуранинг пасайиши мувозанатни параводород ҳосил бўлиш томониغا қараб силжитади.

Водороднинг химиявий хоссалари водород атоми ўзидаги бирдан-бир электронни бериб, мусбат зарядланган ионга айлана олиш хусусияти билан боғлиқдир. Бироқ водород энг актив металлоидлар билан ўзаро таъсир этганда ҳам ионли боғланишлар ҳосил қилмай, қутбли ковалент боғланишлар ҳосил қилганидан, водород атоми мусбат зарядли ион ҳолатига батамом ўта олмайди. Баъзан водород атомлари ўзига электрон бириктириб олиб манфий зарядли  $H^-$  ионларга айланади. Манфий зарядли водород иони электрон қаватининг тузилиши худди инерт газ — гелий атоми электрон қаватининг тузилишига ўхшайди. Водород энг актив баъзи металллар (калий, натрий, кальций ва бошқалар) билан бирикканда, ана шундай ионлар ҳолида бўлади. Бундай бирикмалар металл гидридлари деб аталади; улар водороднинг металлоидлар билан ҳосил қилган газсимон бирикмаларига қарама-қарши ўлароқ қаттиқ кристалл моддалардир (гидридлар тўғрисида тегишли металллар баён қилинганда тўлароқ сўзлаб ўтилади).

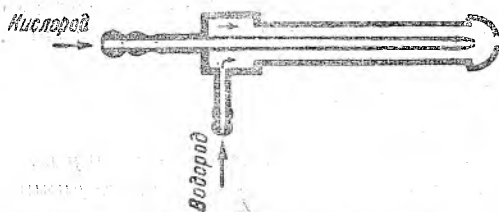
Кичкина тешикдан чиқаётган водород оқимиغا ёниб турган гугурт тутилса, водород ўт олиб кетади ва нурсиз аланга билан ёна бошлайди. Унинг ёнишидан ҳосил бўладиган маҳсулот сувдир:



Икки ҳажм водород билан бир ҳажм кислород аралашмаси ёндирилганда, аралашманинг бутун массасида водород билан кислород қарийб бир онда бирикади ва кучли портлаш бўлади. Шу сабабли, бундай аралашма қалдироқ газ деб аталади.

Водород ёнганда, кўп иссиқлик чиқади, шу сабабдан, водород алангасининг температураси жуда юқори ( $1000^\circ C$  атрофида) бўлади. Лекин водород алангасига кислород ортиқча миқдорда берилса,  $2500-3000^\circ C$  га яқин температура ҳосил бўлади. Водород алангаси ҳосил қилиш учун махсус горелкадан (55-расм) фойдаланилади; бу горелка бирининг ичига махсус киритилган ва диаметрлари ҳар хил бўлган иккита найдан иборат. Найдворлари ўргасидаги бўшлиққа водород юборилади, водород найнинг

учида ёндирилади. Шундан сўнг, водород алангасига ячки най орқали кислород оқими оқисталик билан юборилади. Водород билан кислород горелкасининг тешиги оғзида аралашади ва қарийб ҳамма металлларни, ҳатто энг қийин суёқланадиган



55- расм. Қалдириқ газ горелкаси.

ёруғ беради. Водород-кислород алангаси юқори температура бергани учун, қийин суёқланадиган металлларни суёқлантиришда, автоген пайванда шда, яъни металлларни кавшар ишлатмай улашда, металлларни аланга ёрдамида кесниш ва тешишда ана шу алангадан фойдаланилади.

Агар водород билан кислород ишиша идишда аралаштирилиб, одатдаги температурада қолдирилса, бу газлар амалда сира ҳам ўзаро таъсир этмайди: бундай аралашмада ҳатто бир неча йил ўтгандан кейин ҳам сув ҳосил бўлаётганини кўрсатувчи бирор белги бўлмайди. Мабодо, шу аралашма бирор идишга солиниб, идишнинг оғзи кавшарлаб беркитилса ва идишда  $300^{\circ}\text{C}$  да сақланса, бир неча кундан кейин бир оз сув ҳосил бўлади.  $500^{\circ}\text{C}$  да водород бир неча соатдан кейин кислород билан батамом бирикади; агар аралашма  $700^{\circ}\text{C}$  гача қиздирилса, температура тез кўтарилиб, реакция бир лаҳзада тамом бўлади. Шу сабабли, аралашмани портлатиш учун уни, ҳеч бўлмаганда, бир жойини  $700^{\circ}\text{C}$  гача қиздириш керак.

Одатдаги температурада водород билан кислород орасида сезиларли реакция бўлмаслигига сабаб шуки, бундай шароитда реакция ниҳоятда суст боради. Температура ҳар  $10^{\circ}\text{C}$  пасайганда реакция тезлиги икки марта секинлашишини назарда тутсак ( $219$ - бетга қаралсин), агар  $300^{\circ}\text{C}$  да  $3$  кундан кейингина маълум миқдор сув ҳосил бўлса, одатдаги шароитда ( $20^{\circ}\text{C}$  да) сув ҳосил бўлиши учун икки миллион йилдан кўпроқ вақт керак бўлишини ҳисоблаб чиқиш қийин эмас.

Катализатор ишлатиб, водороднинг кислород билан ўзаро таъсир этишини жуда тезлаштириш мумкин. Водород билан кислород аралашмасига, масалан, платина юритилган бир бўлак асбест (яъни платина толқонни билан қопланган асбест) киритайлик. Бунда газларнинг ўзаро таъсир этиши шу қадар тезлашадикки, бир оз вақтдан кейин аралашма портлаб кетади.

Водород юқори температурада кўпгина бирикмалардан, жумладан, кўпчилик металл оксидларидан кислородни тортиб олиб, металлни эркин ҳолатга ўтказиши олади. Масалан, қаттиқ қиздирилган мис (II)-оксид устидан водород ўтказилса, қуйидаги реакция бўлади:



Металлга кислороднинг бирикиш процесси оксидланиш деб, бунга тескари процесс, яъни оксиддан кислороднинг тортиб олиниши ва, шу тариқа, қайтадан эркин металл ҳосил қилиниш процесси эса қайтарилиш деб аталади.

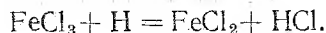
Водороднинг бирор модда билан бирикиши ҳам қайтарилиш ёки гидрогенланиш деб аталади.

Фақат водородгина эмас, балки баъзи бошқа моддалар, масалан, кўмир ҳам турли бирикмалардан кислородни тортиб олиши мумкин. Ана шундай моддаларнинг ҳаммаси қайтарувчилар деб аталади. Энг кучли қайтарувчилардан бири водороддир.

Водород бир қанча муҳим химиявий маҳсулотларни синтез қилиш учун ишлатилади. Аммиакни синтез қилиш учун (аммиак ўз навбатида нитрат кислота ва азотли ўғитлар ишлаб чиқаришда керак бўлади), моторларга ишлатиладиган синтетик ёнилғи олиш учун, ёғларни гидрогенизация қилиш, яъни суюқ ўсимлик мойларини қаттиқ ёғларга айлантириш учун, спиртларни (метил спирт ва бошқаларни) синтез қилиш учун ва бошқа бир қанча ишлар учун кўплаб водород ишлатилади.

Баъзи рангдор металлларни уларнинг оксидларидан қайтариб олиш ва аэростатларни тўлдириш учун ҳам водород ишлатилади. Паст температураларни ҳосил қилиш учун баъзан суюқ водороддан фойдаланилади.

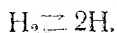
**63. Атомар водород.** Агар темир (III)-хлорид  $\text{FeCl}_3$  эритмасига хлорид кислота қўшиб, эритмага бир бўлак рух ташласак, ажралиб чиқаётган водород темир (II)-хлоридни тез орада темир (II)-хлорид  $\text{FeCl}_2$  га айлантиради; бунини, эритманинг сариқ ранги ўзгариб, темир (II)-хлоридга хос бўлган яшил рангга ўтишидан билса бўлади:



Газ ҳолатидаги водород (масалан, газометрдаги водород),  $\text{FeCl}_3$  эритмаси орқали ўтказилса, юқоридагидек реакция бўлмайди. Водороднинг бу ерда намоён бўладиган ўзига хос активлигининг сабаби шуки, водород химиявий бирикмадан «ажралиб чиқиш пайтидагина», яъни ҳали водород атомлари

молекула бўлиб бириктишга улгурмаган пайтдагина  $\text{FeCl}_3$  га таъсир эта олади, деб фараз қилиш мумкин. Утган асрдаёқ баён этилган бу фикрнинг тўғрилиги атомар водород деб аталувчи ва  $\text{H}_2$  молекулаларидан эмас, балки водороднинг алоҳида-алоҳида атомларидан иборат водородни эркин ҳолда ҳосил қилиб, унинг реакцияга кириша олиши ўрганилгандан кейин билвосита йўл билан исбот этилди.

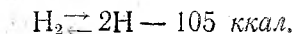
Юқори температурада водород молекулалари атомларга диссоциланади:



Масалан, вольфрам симни жуда сийраклаштирилган водород атмосферасида ток ёрдами билан чуғлантириб, бу реакцияни вужудга келтириш мумкин. Реакция қайтар реакциядир, температура қанча юқори бўлса, мувозанат ўнг томонга шунча кўп силжийди.  $2000^\circ\text{C}$  да диссоциланган молекулалар сони атиги 0,1 процентни,  $3000^\circ\text{C}$  да 9 процентни,  $4000^\circ\text{C}$  да 62,5 процентни,  $5000^\circ\text{C}$  да эса 94,7 процентни ташкил этади, яъни  $5000^\circ\text{C}$  да водород молекулалари тўла диссоцияланади деса бўлади.

Тахминан 0,5 мм симоб уст. босим остида бўлган одатдаги водородга тинч электр рязряди таъсир этирилганда ҳам атомар водород ҳосил бўлади. Бундай шароитда ҳосил бўладиган водород атомлари ўзаро бирданига бирикиб молекулалар ҳосил қила олмайди, бу эса атомар водороднинг химиявий хоссаларини ўрганишга имкон беради. Атомар водород одатдаги температурадаёқ олтингурт, азот ва фосфор билан бевосита бирикиб, кўпгина металл оксидларини қайтаради; кислород билан бирикиб, водород пероксид ҳосил қилади.

Водород атомларга парчаланганда жуда кўп иссиқлик ютилади; 1 грамм-молекула водород атомларга парчаланганда 105 ккал иссиқлик ютилади:

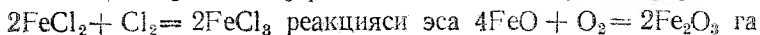
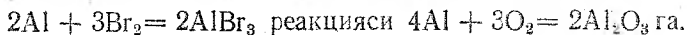


Бундан, водород атомлари водород молекулаларига қараганда анча актив бўлиши кераклиги тушунарлидир. Одатдаги водород реакцияга киришганда, унинг молекулалари аввал атомларга парчालаниши керак, бунинг учун кўп миқдор энергия сарф қилиш зарур. Атомар водород билан бўладиган реакцияларда эса бундай энергия сарф қилиш талаб этилмайди.

Водород молекулалари атомларга парчаланганда сарф бўлган иссиқлик шу атомлар молекула бўлиб бирикканда қайтадан ажралиб чиқади. Атомар водород билан ишлайдиган горелкаларнинг тузилиши ана шу принципга асосланган. Баллондан чиқаётган водород оқими иккита вольфрам электрод

ўртасида ҳосил бўлган электр ёни орқали ўтади. Бунда, водород молекулалари атомларга ажралади, бу атомлар ёйдан сал нарироқда ўзаро яна бирикади ва молекулаларга айланиб, иссиқ аланга ҳосил қилади. Бу ҳолда аланга температурасининг жуда юқори бўлишига сабаб водороднинг ёниши бўлмай, балки водород атомларидан водород молекулаларининг ҳосил бўлишидир.

**64. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари.** 62- параграфда водород хоссалари кўриб чиқиладиганда, унинг кўпгина оксидлардан кислородни тортиб олиб, уларни қайтара олиши айтиб ўтилган ва бу процесс оксидланишга, яъни кислородни бириктириб олиш процессига қарши қўйилган эди. Авваллари бу икки тушунча — оксидланиш ва қайтарилиш тушунчалари кислород бириктириб олиш ва тортиб олишдан бошқа ҳеч нарсани ифода қилмас эди. Бироқ, бу тушунчаларнинг мазмуни тез орада анча кенгайди. Водородни тортиб олишга, кислород таъсир этгани учун (масалан,  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ), кислород бириктириб олиш процессигина эмас, балки моддадан водород тортиб олиш процесси ҳам кейинчалик оксидланиш деб атала бошлади. Худди шунингдек, фақат кислород тортиб олиш процессигина эмас, балки водород бириктириб олиш процесси ҳам қайтарилиш деб аталадиган бўлди. Кейинчалик, бу тушунчалар яна бирмунча кенгайди ва на кислород, на водород иштирок этадиган, лекин моҳият жиҳатидан типик оксидланиш ва қайтарилиш реакцияларига ўхшайдиган кўпгина реакциялар ҳам оксидланиш ва қайтарилиш процесслари қаторига киритилди. Масалан, металлларнинг хлорда, бромда, олтингугурт бугида ёниши, шунингдек, металлоидларнинг умуман ҳар қандай бириктириб олиниши оксидланиш деб атала бошланди:

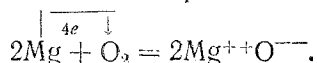


ўхшашдир.  $\text{AlBr}_3$ нинг яна алюминийга ёки  $\text{FeCl}_3$ нинг яна  $\text{FeCl}_2$  га айланиши қайтарилиш деб юритиладиган бўлди. Шундай қилиб, «оксидланиш» ва «қайтарилиш» деган тушунчалар бирмунча ноаниқ бўлиб қолди, фақат модда тузилишининг электрон назариясигина пировардида бу тушунчаларга жуда аниқ ва равшан мазмун берди.

Типик оксидланиш ва қайтарилиш процесслари электрон нуқтага назаридан кўриб чиқилса, бу процесслар ҳамма вақт электронларнинг бир атом ёки иондан бошқа атом ёки ионга кўчиши билан бирга боришига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас, реакция вақтида оксидланувчи модда электронларини

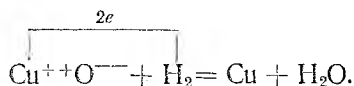
йўқотади, қайтарилувчи модда эса ўзига электронларни бириктириб олади. Мисоллар келтирамиз.

1. Магнийнинг кислородда ёниши:



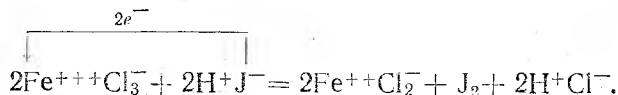
Магний атомининг сиртқи қаватида иккита электрон бўлади. Кислород билан ўзаро таъсир этганда, магнийнинг икки атоми кислород молекуласига (икки атомга) тўртта электрон беради ва ўзи икки зарядли мусбат  $\text{Mg}^{++}$  ионларига айланади. Бу ионлар ҳосил бўлган кислород ионлари билан бирикиб, магний оксид  $\text{MgO}$  кристалларини ҳосил қилади. Шундай қилиб, магнийнинг ёнишида (оксидланишида) электронлар магнийдан кислородга ўтади.

2. Мис (II)-оксиднинг водород билан қайтарилиши:



Мис (II)-оксидда мис иони икки мусбат зарядга эга. Реакция бўлганда электронлар водород атомларидан (молекуласидан) мис ионларига ўтади; мис нейтрал бўлиб қолади, ҳосил бўлган водород ионлари эса кислород ионлари билан боғланиб, сув молекуласини ҳосил қилади. Мис (II)-оксиднинг қайтарилиши унга (аниқроғи  $\text{Cu}^{++}$  ионларига) электронларнинг бирикиши билан бориши бу реакцияда яққол кўриниб турибди.

3. Эритмадаги темир (III)-хлорид билан водород йодиднинг ўзаро таъсир этиши. Темир (III)-хлорид билан водород йодид эритмалари аралаштирилганда, эркин йод ажралиб чиқади, темир (III)-хлорид эса темир (II)-хлоридга айланади:



Одатда, бу реакцияда темир (III)-хлорид темир (II)-хлоридгача қайтарилади, водород йодид эса эркин йодга қадар оксидланади, дейдилар. Лекин келтирилган теңгламадан кўриниб турибдики, электронлар  $\text{Fe}^{+++}$  ионларига фақат  $\text{J}^-$  ионларидан ўтади, аъни вақтда  $\text{Fe}^{+++}$  ионлари  $\text{Fe}^{++}$  ионларига,  $\text{J}^-$  ионлари эса йоднинг нейтрал атомларига айланади, йоднинг нейтрал атомлари ўзаро бирикиб,  $\text{J}_2$  молекулаларини ҳосил қилади; хлор ва водород ионлари эса реакция натижасида ўзгармай қолади. Шун-



дай қилиб, аслида темир (III)-хлорид темир (II)-хлоридга қайтарилмасдан,  $Fe^{+++}$  ионлари  $Fe^{+}$  ионларига қайтарилади, оксидланадиган модда эса водород йодид бўлмасдан, балки  $J^{-}$  ионларидир; улар йод атомларигача оксидланади.

Кўриб ўтилган мисоллардан қуйидаги хулосаларни чиқариш мумкин:

1. Оксидланишнинг моҳияти оксидланадиган модда атомлари ёки ионларининг электронлар йўқотишидан, қайтарилишнинг моҳияти эса қайтариладиган модда атомлари ёки ионларининг электронлар бириктириб олишидан иборат. Шунинг учун, модданинг электрон йўқотиши билан бўладиган ҳар қандай процесс ҳозирги замонда оксидланиш деб аталади; аксинча, электронларни бириктириб олиш процесси қайтарилиш деб қаралади.

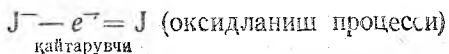
2. Бирор модданинг оксидланиши, айни вақтда иккинчи модданинг қайтарилишисиз бўла олмайди, чунки атом ёки ионларнинг электронлар йўқотиши бошқа атом ёки ионларнинг электронлар бириктириб олиши билан боғлиқдир. Масалан, магний кислородда ёки ҳавода ёнганда оксидланади ва, шу билан бир вақтда, кислород қайтарилади; водородга мис (II)-оксид таъсир этганда мис (II)-оксид (аникхроми  $Cu^{++}$  ионлари) қайтарилади, водород эса оксидланади ва ҳоказо.

Шундай қилиб, электронларнинг кўчиб ўтиши билан бўладиган ҳар бир реакция бир-бирига қарама-қарши икки процессни — оксидланиш ва қайтарилиш процессларини ўз ичига олади. Шунинг учун, ҳозирги вақтда бундай реакцияларнинг ҳаммаси оксидланиш-қайтарилиш реакциялари деб аталадиган бўлди.

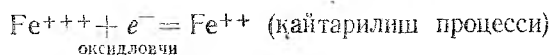
Атом ёки ионлари реакция процессида электрон бириктириб оладиган моддалар оксидловчилар деб, электрон берадиган моддалар эса қайтарувчилар деб аталади.

Оксидловчи реакция вақтида оксидланадиган моддадан электрон тортиб олади ва ўзи қайтарилади. Аксинча, қайтарувчи электронлар йўқотиб, ўзи оксидланади. Масалан, темир (III)-хлорид билан водород йодид (юқорига қаралсин) орасида бўладиган реакцияда  $Fe^{+++}$  иони оксидловчидир; бу ион ўзига битта электрон бириктириб олиб,  $Fe^{++}$  ионигача қайтарилади; қайтарувчи эса  $J^{-}$  иони бўлиб, у, битта электрон беради ва йод атомигача оксидланади.

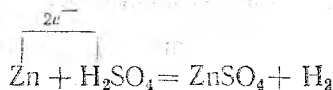
Агар оксидланиш процесси билан қайтарилиш процесси алоҳида-алоҳида «электрон» теңграмалар билан ифодаланса (146-бетга қаралсин), к қоридаги ҳолни яққол тасаввур қилиш мумкин



қайтарувчи



Сувга ва кислоталарга баъзи металлларни таъсир эттириш йўли билан водород ажратиб олишнинг 61- параграфда баён этилган реакциялари ҳам оксидланиш-қайтарилиш реакциялари жумласига киради. Бу реакцияларнинг ҳаммасида ҳам металл атомлари электронлар бериб, қайтарувчи ролни ўйнайди, водород ионлари эса, электронлар бириктириб олиб, оксидловчи ролни ўйнайди. Масалан:



реакциясида Zn — қайтарувчи, H<sup>+</sup> ионлари — оксидловчидир.

Демак, биз илгари қайтарувчи деб ҳисоблаган (62- параграфга қаралсин) водород мусбат зарядланган бўлса, оксидловчи сифатида таъсир қила олади\*.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида электронлар, бир атом ёки иондан иккинчи атом ёки ионга ўтар экан, табиийки, реакцияда иштирок этадиган элементлар валентлиги ўзгаради. Валентликнинг ўзгариши оксидланиш қайтарилиш реакциясининг характерли белгисидир, бу белгига қараб, мазкур реакция оксидланиш-қайтарилиш реакциясими, ё йўқми, деган сўроққа дарров жавоб бериш мумкин. Оксидланиш атом ёки ионларнинг электронлар йўқотишидан, қайтарилиш эса электронлар бириктириб олишдан иборат бўлгани учун, *оксидланишда валентликнинг алгебраик қиймати ошади* (яъни мусбат валентлик кўпаяди ёки манфий валентлик камаяди), *қайтарилишда эса камаяди*. Юқорида келтирилган мисоллардаги, оксидланадиган ва қайтариладиган атом ёки ионларда валентликнинг ўзгаришини кўриб чиқиб, бунга ишонч ҳосил қилиш мумкин. Масалан, темир (III)-хлорид ва водород йодид ўзаро таъсир этганда, темирнинг валентлиги (Fe<sup>+++</sup> ионларнинг заряди) +3 дан +2 га тушиб қолади, йоднинг валентлиги (J — ионларининг заряди) эса —1 дан эркин йодда 0 га етади ва ҳоказо.

\* Актив металллар билан ўзаро таъсир этганда водород атомлари ҳам электрон тортиб олади ва манфий H ионларга айланиб оксидловчи вазифасини ўтайди (237-бетга қаралсин).

## Х БОБ

### СУВ. ЭРИТМАЛАР

#### СУВ

**65. Табиатда сув.** Сув ерда энг кўп тарқалган моддадир. Ер шари юзасининг қарийб  $\frac{3}{4}$  қисмини сув қоплаб туради; сув табиий ҳавзаларнинг ҳаммасини тўлдиради ва океан, денгиз, дарё ва кўллар ҳосил қилади. Сувнинг кўпгина миқдори атмосферада газсимон ҳолатда, буғ тарзида бўлади; сув баланд тоғ чўққиларида ва қутб мамлакатларида катта-катта қор ва муз массалари тарзида йил бўйи ётади. Сув фақат ер юзасидагина эмас, балки ер қобиғида ҳам бўлади, бундай сув тупроқ ва хилма-хил тоғ жинсларига сингийди ҳамда ер остидан булоқ ва чашма бўлиб чиқади.

Табиий сув ҳеч қачон мутлақо тоза ҳолда бўлмайди. Энг тоза сув ёмғир сувидир, аммо бундай сувда ҳам ҳаводан қамраб олинadиган турли қўшимчалар, масалан, эриган газлар, чанг, микроорганизмлар бўлади.

Ёмғир суви ерга тушгандан кейин, унинг бир қисми анҳор ва дарёларга оқиб борса, бир қисми тупроқ ва ҳар хил жинсларга шимилиб, сизот сувни ҳосил қилади. Сув ернинг устки қаватларидан сизиб ўтиб, ўз йўлидаги турли моддаларни эрилтади. Шу сабабли, қудуқ, булоқ, дарё ва кўл сувида ҳамма вақт эриган моддалар бўлади. Турли сувларда бу моддаларнинг миқдори турличадир, аммо, умуман айтганда, уларнинг миқдори 0,01% дан 0,05% гача бўлади.

Денгиз сувида 4% гача ҳар хил эриган моддалар бўлади, буларнинг асосий қисмини ош тузи ташкил қилади. Океан сувида 3,5%, денгиз сувида эса, денгизга қуйиладиган дарёларнинг кам сув ёки серсув бўлишига қараб, турли миқдорда — 0,5% дан 3,9% гача (Ўрта денгизда — 3,9%, Қора денгизда — 1,8%, Болтиқ денгизида — 0,5%) туз бўлади.

Таркибида кўп миқдорда кальций ва магний тузлари бўлган сув, юмш оқ сувнинг, яъни эриган моддалари кам бўлган сувнинг, масалан, ёмғир сувининг аксича, қаттиқ сув деб аталади. Қаттиқ сувда совун кам кўпиради, гўшт ва сабзавот

яхши пишмайди, бундай сув буғ қозон деворларида кўп қуйқа ҳосил қилади.

Табиий сувда, эриган аралашмалардан ташқари, ҳамиша кум, гилнинг муаллақ ҳолатдаги қаттиқ заррачалари, ўсимлик ва ҳайвон қолдиқлари, шунингдек, турли хил микроорганизмлар ҳам бўлади. Бу микроорганизмлар орасида касаллик тарқатувчи микроблар ҳам бўлиши мумкин, бундай микроблар одам ёки ҳайвон организмга кириб олиб, турли касалликларга сабаб бўлади.

Табиий сувни ундаги муаллақ заррачалардан тозалаш учун, сув бирор ғовак модда, масалан, кўмир, сопол қавати ва шу кабилардан ўтказиб, филтрланади. Кўп миқдор сувни филтрлашда ҳамиша кум ва шағал тошдан иборат филтр ишлатилади. Филтр бактерияларнинг кўп қисмини ҳам тутиб қолади. Бундан ташқари, ичиладиган сувни зарарсизлантириш учун, у хлорланади. Сувни тўла стерилизация қилиш учун, 1 т сувга кўпи билан 0,7 г хлор қўшиш керак бўлади.

Филтрлаш йўли билан сувни эримайдиган қўшимчалардангина тозалаш мумкин. Ичида эриган моддалар ҳам бўлмаган жуда тоза сув тайёрлаш учун сувни ҳайдаш (дистиллаш) керак.

**66. Сувнинг физик хоссалари.** Тоза сув ҳидсиз, мазасиз, рангсиз тиниқ суюқликдир. Кўпчилик моддалар совитилган сари, уларнинг зичлиги тобора ортиб боради, буларнинг аксича, сув 4°C да энг катта зичликка эга бўлади, 4°C дан юқори температурада ҳам, паст температурада ҳам сувнинг зичлиги камаяди. Сувнинг ана шу аномалияси катта аҳамиятга эга. Шу аномалия туфайли, чуқур сув ҳавзалари қишда тубигача музламайди ва унда ҳаёт сақланиб қолади.

Сувнинг бошқа бир аномалияси ҳам табиат ҳаётида катта аҳамиятга эга: сув барча қаттиқ ва суюқ моддалар ичида энг катта иссиқлик сиғимига эга бўлган моддадир. Шу сабабли, сув қишда секинлик билан совийди, ёзда эса секинлик билан исийди ва, шу тариқа, ер шарида температурани тартибга солиб туради.

Сувнинг оғирлик таркиби қуйидаги сонлар билан ифодаланadi: 11,11% водород ва 88,89% кислород. Бундан, сувнинг энг оддий формуласи  $H_2O$  бўлади. Сувнинг молекуляр оғирлиги сув буғининг юқори температурадаги зичлигига қараб аниқланганда, 18 га тенг бўлиб чиқади, бу қиймат сувнинг энг оддий формуласига тўғри келади. Бироқ сувнинг қайнаш нуқтасига яқинлашган сари буғининг зичлиги бир оз ошади ва унинг молекуляр оғирлиги 18 дан сал ошиқроқ бўлиб қолади. Суюқ сувнинг 76- параграфда баён этилган метод бўйича тегишли эритувчиларда эритиш йўли билан аниқланган

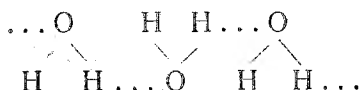
молекуляр оғирлиги ҳам энг оддий формулага қараб ҳисобланган қийматдан бирмунча ошиқ бўлиб чиқади. Ана шу фактларнинг ҳаммаси суюқ ҳолдаги сувда, оддий  $H_2O$  молекулалари билан бир қаторда, улар билан мувозанатда турган бирмунча мураккаб молекулалар ҳам бўлади, деган хулосага элиб келди: бундай молекулаларнинг таркиби  $(H_2O)_x$  шаклидаги умумий формула билан ифодаланади. Оддий молекулаларнинг шу тариқа ўзаро бирикиб, модданинг химиявий табиатини ўзгартирмай, бирмунча мураккаброқ заррачалар ҳосил қилиш ҳодисаси молекулаларнинг ассоциацияси деб аталади.

Умуман айтганда, ассоциацияга молекулаларнинг қутбли эканлиги сабаб бўлади; молекулалар ана шундай қутбли бўлганликлари туфайли, ўзларининг қарама-қарши қутблари билан бир-бирига тортилади ва шунинг натижасида, икки, уч ва ундан ортиқ молекулалар ўзаро бирикиб, йирикроқ заррачалар ҳосил қилади (56-расм). Аммо сувда бўладиган ассоциациянинг асосий сабаби сув молекулалари ўртасида «водород» боғланишлар деган боғланишларнинг ҳосил бўлишидир.

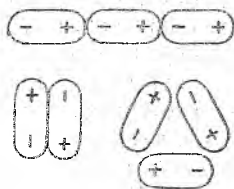
Текширишлар натижасида шу нарса аниқландики, кучли электроманфий элемент (айниқса фтор ёки кислород) атоми билан ковалент боғланган водород атоми худди шу элементнинг яна бошқа бир атоми билан ҳам боғлана олади. Ана шу иккинчи боғланиш — водород боғланиш деб аталади.

Водород атомида бундай хусусият бўлишига сабаб шуки, водород атоми кучли электроманфий элемент билан боғланиши учун ўзининг ягона электронини беради ва ўзи электрон қобигини деярли йўқотган жуда кичкина ядрога айланиб қолади. Шунинг учун, у, бошқа атомнинг электрон қобигидан қочмасдан, балки, аксинча, унга қараб тортилади ва шу атом билан ўзаро таъсир қила олади.

Суюқ сувда унинг бир молекуласидаги водород атоми билан иккинчи молекуласидаги кислород атоми ўртасида водород боғланиш қуйидаги схемада кўрсатилганидек ҳосил бўлади (водород боғланишлар схемада нуқталар билан белгиланган):

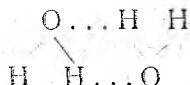


Бундан мураккаброқ молекуляр агрегатлар ҳам сувда шу тариқа ҳосил бўлади.



56-расм. Қутбли молекулалар ассоциацияси.

Икки молекуладан иборат қўшалоқ агрегат —  $(\text{H}_2\text{O})_2$  бошқаларига қараганда барқарор бўлади. Бундай молекула агрегатларнинг ҳосил бўлишида, афтидан, иккита водоро боғланиш вужудга келади:



Сув хоссаларининг юқорида айтиб ўтилган аномалиялар ҳам сув молекулаларининг ассоциацияси туфайли вужудга келади, дейиш мумкин.  $0^\circ\text{C}$  да сувнинг кўп қисми  $(\text{H}_2\text{O})_3$  молекулаларидан иборат бўлади, деб тахмин қилинади. Сув  $0^\circ\text{C}$  дан  $4^\circ\text{C}$  гача иситилганда уч қўшалоқ молекулалар диссоциланиб,  $(\text{H}_2\text{O})_2$  молекулаларни ҳосил қилади ва бу молекулалар сувнинг зичлигини анча оширади; бунинг сабаби улар да иккита водород боғланиш борлиги бўлса керак. Сув яна қиздирилса, икки қўшалоқ молекулалар оддий молекулаларга ажралади ва сувнинг зичлиги аста-секин камайиб боради. Ҳатто  $100^\circ\text{C}$  да ҳам сувда ва сув буғида бир оз миқдор қўшалоқ молекулалар бўлади, шунга қўра,  $100^\circ\text{C}$  да сув буғининг зичлиги сувнинг энг оддий формуласи  $\text{H}_2\text{O}$  дан бир оз фарқ қилади.

Сувнинг иссиқлик сизими катта бўлишига ҳам сув иситилганда мураккаб молекулаларнинг диссоциланиши сабаб бўлади дейиш мумкин. Диссоциланиш процессида иссиқлик ютилгани учун, сув қиздирилганда иссиқлик температурани ошириш учунгина эмас, балки ассоциланган молекулаларнинг ажрალიши учун ҳам сарф бўлади.

С у в б уғ и. Очиқ идишда турган ҳар қандай суюқлик сингари, сув ҳам бирмунча тез буғланади. Агар суюқлик солинган идиш бошқа бир бўш ёки бирор газ бор идиш билан туташтирилса, у, то ўзи билан ҳосил бўлаётган буғлари орасида динамик мувозанат бўлгунча, яъни вақт бирлиги ичида қанча молекула буғланса, ўшанча молекула қайтадан суюқликка ўтадиган ҳол юз бергунча буғланаверади. Бирор суюқликдан ҳосил бўлган буғ, ўша суюқлик билан мувозанатда бўлса, у, тўйинган буғ деб аталади. Тўйинган буғнинг маълум температурадаги босими турли суюқликларда турлича бўлади. Масалан, сувнинг  $20^\circ\text{C}$  да тўйинган буғи босими  $17,4$  мм симоб уст, спиртники —  $43,9$  мм симоб уст, эфирники— $442$  мм симоб уст. ва ҳоказо.

Буғланиш эндотермик процессдир. Шу сабабли, температуранинг кўтарилиши, Ле Шателье принципига мувофиқ, суюқлик билан унинг буғи орасидаги мувозанатни буғ ҳосил бўлиш томонига силжитади, натижада, буғнинг босими ортади.

Сув буғининг турли температурадаги босими қуйидаги рақамлар билан ифодаланади:

Температура, °С ҳисобида	0	20	40	60	80	100
юсим. мм симоб устуни ҳисобида	4,6	17,4	55,0	149,2	355,5	760

Ҳар қандай суyoқлик буғининг босими ташқи босим билан бараварлашган пайтда суyoқлик қайнайди. Нормал атмосфера босимида сувнинг қайнаш температураси 100°С га тенг, чунки бу температурада сув буғининг босими симоб устуни ҳисоби билан 760 мм га тенг бўлади.

Сув буғга айланганда кўп иссиқлик ютилади. Масалан, 100°С температурадаги 1 моль сувни шу температурада буғга айлантириш учун 9,7 ккал иссиқлик сарф қилиш керак. 1 моль буғ яна сувга айланганда ўшанча иссиқлик ажралиб чиқади.

Муз. 0°С температурада, одатдаги босим остида турган сув совитилса, қаттиқ ҳолатга — музга айланади. Аксинча, 0°С температурадаги муз қиздирилса, эриб, сувга айланади. 0°С да сув билан муз аралашмаси четдан иссиқлик олмаса ва ташқарига иссиқлик бермаса, ўзгармай тураверади. Шунга кўра, *музлаш температураси ёки, барибир, суyoқланиш температурасини шундай температура деб таърифлаш мумкинки, бунда суyoқлик ўша модданинг қаттиқ фазаси билан мивозанатда туради.*

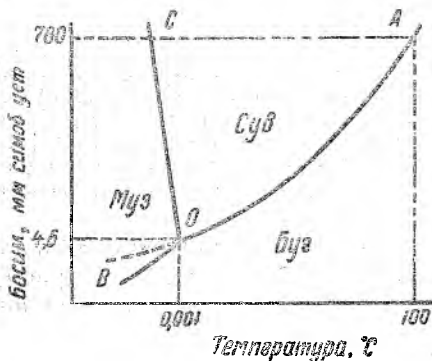
Бир моль сув музлаганда 1,42 ккал иссиқлик чиқади. Бир моль муз эриганда эса худди шунча иссиқлик ютилади.

Сув музлаганда унинг ҳажми анча кўпаяди, шу сабабли, музнинг солиштира оғирлиги 0,92 г/см<sup>3</sup> га тенг, яъни муз сувдан енгилроқ бўлади. Босим ошган сари сувнинг музлаш нуқтаси аввал пасаяди (масалан, 615 атм босим остида сув минус 5°С дагина музлайди), аммо кейин бориб (босим 2000 атмосферадан ошгандан сўнг), кўтарила бошлайди ва жуда катта босим остида сув 0°С дан юқори температурада музлайди. Текширишлар шуни кўрсатдики, босим 2000 атмосферадан юқори бўлганда, одатдаги муздан ташқари, солиштира оғирликлари 1 г/см<sup>3</sup> дан катта бўлган тўрт хил муз бўлиши мумкин.

Муз ҳам, худди сув каби буғлана олади. Ёпиқ фазода унинг буғланишидан ҳосил бўладиган буғнинг босими аynи температура учун муайян бир қийматга етгунча бу муз буғланаверади. Муз буғининг 0,01°С даги босими сув буғининг 0,01°С даги босимига, яъни симоб устуни ҳисобида 4,6 мм га тенг. Температура пасайган сари муз буғининг босими тез камайд: муз буғининг босими минус 20°С да симоб устуни ҳисобида 0,8 мм га тенг бўлса, минус 50°С да атиги 0,3 мм ни

ташкил этади. Шу сабабли, муз сувга қараганда анча секин буғланади.

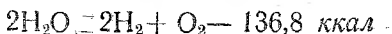
Сув буғи босими билан температура орасидаги юқорида кўрсатилган боғланиш ва, шунингдек, сув қандай шароитда бир вақтнинг ўзида турли фазаларда бўла олишини сувнинг ҳолатини ифодаловчи диаграмма (57-расм) ёрдами билан яққол кўрсатиши мумкин.



57-расм. Сувнинг ҳолатини ифодаловчи диаграмма.

фаза қандай температура ва қандай босимда мувозанатда бўла олишини кўрсатади. Шу сабабли, О нуқта учла ма нуқта деб аталади, бу нуқтага 4,6 мм симоб устунига тенг бўлган босим ва +0,01°C температура тўғри келади. ОС эгри чизиқ музнинг эриш нуқтасига босим таъсирини кўрсатади. Бу чизиқнинг ҳар бир нуқтасига муз билан сувни мувозанатда тутадиган маълум босим ва маълум температура мувофиқ келади. ОА, ОВ ва ОС эгри чизиқлар диаграмманинг бутун юзасини уч соҳага бўлади, буларнинг ҳар бири сувнинг учала агрегат ҳолатидан фақат бирининг барқарорлигига мувофиқ келади. АОС юзадаги нуқталарга тўғри келадиган температура ва босимларда сув фақат суюқ ҳолатда бўлиши мумкин. Диаграммада «муз» ва «буғ» деб кўрсатилган юзалардаги нуқталар ҳам, худди шунинг сингари, фақат қаттиқ ёки фақат газсимон фаза бўла оладиган температура билан босимларни белгилайди.

**67. Сувнинг химиявий хоссалари.** Сувнинг химиявий хоссаларидан, даставвал, унинг молекулалари қиздиришга жуда чидамли эканлигини кўрсатиб ўтиш керак. Бироқ 1000°C дан юқори температурада сув буғи водород билан кислородга сезиларли даражада диссоцилана бошлайди:



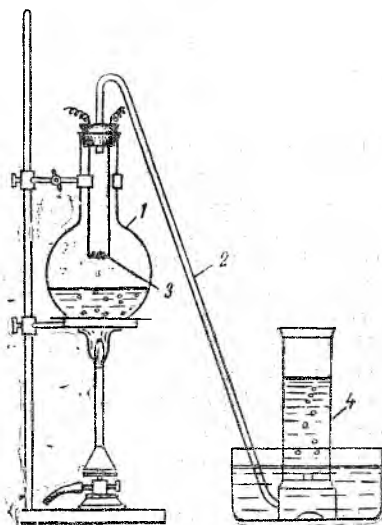


Бу процесда иссиқлик ютилгандан температуранинг кўтарилиши, Ле Шателье принципига мувофиқ, мувозанатни ўннга силжитиши керак эди. Аммо 2000°C да ҳам диссоциланиш даражаси атиги 1,8 процентни ташкил этади. Температура 1000°C дан пастроққа тушса, амалда, мувозанат сув ҳосил бўлиши томонига қараб бутунлай силжийди деса бўлади, одатдаги температурада эса водород билан кислороднинг эркин молекулалари шу қадар оз ҳосил бўладики, ҳатто биз уларни аниқлай олмаймиз.

Модданинг бирор юқори температурада диссоциланиш даражасини топиш учун турли методлар қўлланилади. Шундай методлардан бири «мувозанатни музлатиш»га асосланган. Агар юқори температурада ҳосил бўлган диссоциация маҳсулотлари тезлик билан совутилса, мувозанат бирдан силжишга улгуролмайди ва, сўнгра, ўзгармай тураверади, чунки бундай шароитда реакция тезлиги ниҳоятда суст бўлади. Шундай қилиб, юқори температурада моддалар орасида вужудга келган нисбат сақланиб қолади. Бу нисбатни анализ йўли билан аниқлаш мумкин.

Сувнинг юқори температурада диссоциланишини қуйидаги тажриба жуда яққол кўрсатади. Колба (1) га (58-рasm) озроқ сув солинади ва у резина пробка билан беркитилади;

бу пробкадан газ чиқарувчи най (2) ҳамда ингичка платина спираль (3) орқали бир-бири билан туташтирилган иккита йўғон мис сим ўтказилган. Қолбадаги сув қайнагунча иситилади ва сув буғи колбадаги ҳавони бутунлай сиқиб чиқаргандан кейин, газ чиқаришувчи найнинг учи сув тўлдирилган цилиндр (4) нинг тагига киритилади. Шундан сўнг платина спиралдан электр токи ўтказилиб, у қаттиқ қиздирилади. Газ чиқарувчи найдан дарҳол ҳаво пуфакчалари чиқиб, цилиндрни аста-секин тўлдира бошлайди. Цилиндр газ билан тўлгандан сўнг у сувдан чиқариб олинади ва алангага тугилади. Бу вақтда портлаш бўлади; бу портлаш цилиндрда қалдироқ газ борлигидан дарак беради.



58-рasm. Юқори температураларга сувнинг диссоциланишини кўрсатиш учун ишлатиладиган асбоб.

1 — колба; 2 — газ чиқарувчи най; 3 — платина спираль; 4 — сувнинг диссоциланишидан ҳосил бўладиган маҳсулотларни йиғиш учун цилиндр.

Сув, қиздиришга чидамли бўлишига қарамай, реакцияга жуда тез киришадиган моддадир. Кўпгина металл ва металлloid оксидлари сув билан бирикиб, асос ва кислоталар ҳосил қилади, кўпгина тузлар сув билан кристаллогидратлар ҳосил қилади; энг актив металллар сув билан ўзаро таъсир этиб, водород ажратиб чиқаради ва ҳоказо. Сув иштирокида бўладиган бошқа реакциялар билан кейинроқ танишамиз.

Оғир сув. Таркибида  $H_2O$  молекулалари билан бир қаторда, оғир водород изотопларидан ташкил топган бир оз миқдордаги  $D_2O$  молекулалари ҳам бўлган оддий сув электролиз қилинганида, асосан  $H_2O$  молекулалари парчаланadi. Шу муносабат билан, сув узоқ электролиз қилинадиган бўлса, қолдиқ  $D_2O$  молекулаларига аста-секин бойиб боради. Льюис билан Макдональд 1933 йилда ана шундай қолдиқни такрор-такрор электролиз қилиш ва ҳайдаш йўли билан ундan деярли 100 проценти  $D_2O$  молекулаларидан иборат бўлган ва «оғир сув» деб аталадиган бир оз тоза сув ажратиб олишга муваффақ бўлдилар.

Оғир сув ўз хоссалари билан оддий (енгил) сувдан катта фарқ қилади (7-жадвал).

7-жадвал

## Оддий ва оғир сувнинг баъзи константалари

Константа номи	Оддий сув ( $H_2O$ )	Оғир сув ( $D_2O$ )
Молекуляр оғирлиги . . . . .	18	20
Музлаш нуқтаси, °C . . . . .	0	3,82
Қайнаш нуқтаси, °C . . . . .	100	101,42
20° C даги зичлиги, $g/cm^3$ . . . . .	0,9982	1,1056
Максимал зичлик температураси, °C . . . . .	4	11,6

Оғир сув оддий сувга қараганда тузларни ёмонроқ эритади. Оғир сув билан оддий сувнинг хоссаларидаги тафовут химиявий реакцияларда айниқса яхши сезилади: оғир сув билан қилинадиган реакциялар енгил сувда олиб бориладиган реакцияларга қараганда секинроқ боради. Оғир сувнинг ҳаётгй процессларга қай тарихга таъсир этиши текширилганида баъзи организмларга кучли биологик таъсир кўрсатиши маълум бўлди.

Оғир сув амалда ядро реакцияларида юзага чиқадиган реакцияларни секинлаштирувчи ўрнида ишлатиладиган бўлди.

## ЭРИТМАЛАР

Эритмалар кишилар ҳаёти ва амалий фаолиятида ниҳоятда муҳим аҳамиятга эга. Одамнинг ва ҳайвонларнинг овқатни сингдириш процесси озиқ моддаларни эритмага айлантириш билан боғлиқдир. Энг муҳим барча физиологик суяқликлар (қон, лимфа ва бошқалар) эритмалардир. Ниҳоят, химиявий процессларга асосланган барча ишлаб чиқаришлар ҳар хил эритмалардан фойдаланиш билан маълум даражада боғлан-

гандир. Инсон кундалик ҳаётида эритмаларни учратиб тургани учун уларнинг хоссалари билан қадимдаёқ қизиққан, аммо эритмаларнинг табиатини белгилловчи асосий қонуниятлар XVIII асрдагина топилди.

**68. Эритмалар характеристикаси.** Икки ёки бир неча компонентдан (таркибий қисмдан) иборат қаттиқ ёки суёқ гомоген система эритма деб аталади. Эритма компонентларининг бир-бирига нисбатан миқдорлари жуда ҳам ҳар хил бўлиши мумкин. Эритмаларнинг энг муҳим тури суёқ эритмалардир; китобнинг бу бўлимида ана шундай эритмалар кўриб чиқилади.

Ҳар қандай эритма эриган модда ва эритувчидан, яъни ичиде эриган модданинг молекулалари ёки бундан ҳам майдароқ заррачалари — ионлари бир текисда тарқалган муҳитдан иборатдир. Аммо қайси модда эритувчи ва қайси эриган модда эканлигини аниқлаш, баъзан, қийин бўлади. Одатда, эритмага ўтганда ўзининг тоза шаклидаги агрегат ҳолатини ўзгартмайдиган компонент эритувчи деб ҳисобланади (масалан, тузнинг сувдаги эритмасида сув, албатта, эритувчидир). Агар иккала компонент ҳам эритилишдан аввал бир хил ҳолатда бўлса (масалан, спирт билан сув аралашмаси) кўп миқдордаги компонент эритувчи деб ҳисобланади.

Эритмалар бир жинсли бўлгани учун, улар химиявий бирикмаларга ўхшаб кетади. Баъзан моддалар эриганда иссиқлик чиқиши ҳам эриган модда билан эритувчи орасида маълум химиявий таъсир борлигини кўрсатади. Эритмаларнинг химиявий бирикмалардан фарқи шуки, химиявий бирикмаларнинг таркиби ўзгармас бўлади, маълум компонентлардан тайёрланган эритманинг таркиби эса, баъзан, кенг чегарада ўзгариши мумкин. Бундан ташқари, эритманинг хоссаларида унинг айрим компонентларига хос хусусиятлар бўлиши мумкин; бу ҳол химиявий бирикмаларда рўй бермайди. Эритмалар ўзгарувчан таркибли бўлиши жиҳатидан, механик аралашмаларга яқин туради, лекин улар ўзларининг бир жинсли эканлиги билан аралашмалардан катта фарқ қилади. Шундай қилиб, эритмалар механик аралашмалар билан химиявий бирикмалар ўртасидаги оралиқ вазиятни эгаллайди.

**69. Эриш процесси.** Бирор модда эритмасини тайёрлаш учун шу моддани эритувчига солиб маълум вақт қўйиш кифоя. Бу вақт ичиде кўпчилик қаттиқ моддалар ва, шунингдек, барча газлар маълум даражадагина эрийди. Масалан, уй температурасидаги 100 г сувга 36 г дан кўпроқ ош тузи солиниб, туз қўшилган сув ҳар қанча чайқатилса, ҳам тузнинг бир қисми эримай қолади. Ана шундай эритма, яъни узоқ чай-

қатилганда ҳам ичидаги модда ортиқ эримайдиган эритма айни температурада тўйинган эритма деб аталади.

Қаттиқ модданинг суюқликда эриш процесси, афтдан, қуйидагича боради. Маълумки, ҳар қандай модда молекулалари ҳар доим ҳаракатланиб туради ва бу ҳаракат қаттиқ моддаларда тебраниш ҳаракати тарзида бўлади. Қаттиқ моддани шу модда эрий оладиган суюқликка солар эканмиз, қаттиқ модда билан эритувчи молекулалари орасида ўзаро таъсир бўлиши натижасида қаттиқ модда юзасидан айрим молекулалар аста-секин ажралиб чиқа бошлайди. Бу молекулалар диффузия туфайли, эритувчининг бутун ҳажмига баб-баравар тарқалади. Қаттиқ модда юзасидан молекулаларнинг ажралиб чиқишига бир томондан, шу молекулаларнинг тебранма ҳаракати, иккинчи томондан, қаттиқ модда молекулаларининг эритувчи молекулаларига тортилиши сабаб бўлади. Эришга тескари процесс, яъни кристалланиш процесси бўлмаганда эди, бу процесс ҳар қанча миқдордаги қаттиқ модда батамом эриб кетгунча давом этар эди. Эритмага ўтган молекулалар ҳали эриб бўлмаган модда юзасига урилиб, моддага қайтадан тортилади ва унинг кристаллари таркибига киради. Равшанки, эритма концентрацияси қанча кўп бўлса, эритмадан молекулаларнинг ажралиб чиқиши ҳам шунча тез боради. Модда эриган сари эритма концентрацияси тобора ошиб боравергани учун, пировардида шундай бир пайт келадикки, бунда эриш тезлиги кристалланиш тезлигига баравар бўлиб қолади. Бу пайтда вақт бирлиги ичида қанча молекула эриса, шунча молекула эритмадан қайтадан ажралиб чиқадиган динамик мувозанат:

*эримай қолган модда  $\rightleftharpoons$  эритмадаги модда*

қарор топади. Бундай шароитда эритманинг концентрацияси ортишдан тўхтайдди, яъни эритма тўйинган эритма бўлиб қолади.

Бундан, *тўйинган эритмани эриган модданинг ортиқча миқдори билан чексиз узоқ вақт мувозанатда тура оладиган эритма деб таърифлаш мумкин.*

**70. Эритмаларнинг концентрацияси.** Тўйинган эритма тайёрлаш учун, эритувчига эритиладиган моддадан унинг бир қисми эримай қоладиган миқдорда қўшилади. Тўйинган эритмалар одатда, кам ишлатилади. Кўпинча, тўйинмаган эритмалар, яъни эриган модданинг концентрацияси тўйинган эритманикига қараганда камроқ бўлган эритмалар ишлатилади.

*Эритманинг ёки эритувчининг маълум оғирлик миқдорида ёки маълум ҳажмида эриган модда миқдори эритманинг*

концентрацияси деб аталади. Эритилган моддасининг концентрацияси катта бўлган эритмалар концентрланган эритмалар деб, концентрацияси кам бўлган эритмалар эса суюлтирилган эритмалар деб аталади.

«Концентрланган» тушунчаси билан «тўйинган» тушунчасини аралаштириб юбориш ярамайди. Концентрланган эритманинг тўйинган эритма бўлиши мутлақо шарт эмас. Масалан, 100 г сувда 20 г  $\text{KNO}_3$  бор эритма бирмунча концентрланган эритма бўлади, лекин унинг температураси  $20^\circ\text{C}$  бўлса, у тўйиниш даражасидан анча узоқда бўлади. Бундай температурада  $\text{KNO}_3$ нинг тўйинган эритмасини ҳосил қилиш учун, 100 г сувда 31,5 г селитра эритиш керак.

Агар эритиладиган модда ёмон эрийдиган бўлса, тўйинган эритма жуда суюқ бўлиши мумкин. Гипснинг тўйинган эритмаси бунга мисол бўла олади;  $20^\circ\text{C}$  да бу эритманинг 100 граммида атиги 0,21 г гипс бўлади.

Эритмаларнинг концентрациясини миқдор жиҳатидан ҳар хил усулда ифодалаш мумкин. Химия практикасида концентрацияни ифодалашнинг қуйидаги уч усули энг кўп қўлланилади:

1. *Эриган модда миқдори эритманинг умумий миқдорига нисбатан процент ҳисобида ифодаланади.* Масалан, ош тузининг 15 процентли эритмаси шундай эритмаки, бу эритманинг 100 граммида 15 г туз ва 85 г сув бўлади.

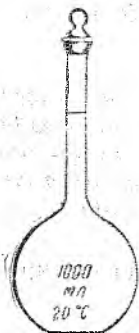
2. *Эритманинг концентрацияси эриган модданинг 1 литр эритмадаги мольлар сони билан ифодаланади.* Концентрацияси бу усулда ифодаланган эритмалар моль эритмалар деб аталади. Бундай эритмалар  $M$  ҳарфи билан белгиланади, бу ҳарфнинг олдига эритманинг «мольлигини», яъни унинг 1 литридаги эриган модданинг мольлар сонини кўрсатадиган коэффициент қўйилади. Масалан,  $2M$  эритманинг 1 литрида 2 моль эриган модда бўлса,  $0,3M$  эритманинг 1 литрида 0,3 моль эриган модда бўлади ва ҳоказо.

Муайян мольликка эга бўлган эритма, масалан, сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нинг 0,5  $M$  эритмаси қуйидагича тайёрланади.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  дан 0,5 моль, яъни 53 г ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ нинг молекуляр оғирлиги 106 га тенг) тортиб олиниб, бир литрли ўлчов колбасига солинади, бу колбанинг бўғзига 1 л ҳажми кўрсатувчи чизиқ қилинган бўлади (59-расм). Сўнгра колбага соданинг ҳаммаси эриб кетгунча сув қуйилади ва, пировардида, колбанинг бўғзидаги чизиқчага сув қўшилади.

Моль эритмалардан фойдаланиш шу жиҳатдан қулайки, мольлиги бир хил бўлган ва тенг ҳажмда олинган эритмаларда эриган модда молекулаларининг сони ҳам бир хил бўлади.

Баъзан эритманинг концентрацияси эриган модданинг 1000 г эритувчидаги мольлари сони билан ифодаланади. Бундай эритмалар моль эритмалардан фарқ қилиниб, моль эритмалар деб аталади.

3. *Эриган модданинг 1 литр эритмадаги грамм-эквивалентлари\** сони билан ифодаланади. Бундай эритмалар нормал эритмалар деган умумий ном билан юритилади.



63- расм. Улчов колбаси.

Бир литрида бир грамм-эквивалент эриган модда бўлган эритма бир нормал ёки тўғридан-тўғри, нормал эритма деб аталади ва «н» ҳарфи билан белгиланади. Агар эритманинг 1 литрида 0,5 грамм-эквивалент эриган модда бўлса, у ярим нормал (0,5 н.) эритма деб, агар 0,1 грамм-эквивалент эриган модда бўлса, децинормал (0,1 н.) эритма деб аталади ва ҳоказо.

Мураккаб моддалар — кислота, асос ва тузларнинг нормал эритмаларини тайёрлашда шуни назарда тутиш керакки, кислота эквиваленти унинг молекуляр оғирлигини кислота негизлигига, яъни кислота молекуласида ўрнини металл ола оладиган водород атомлари сонига бўлган нисбатига тенг.

Асос эквиваленти унинг молекуляр оғирлигининг шу асос молекуласидаги металл валентлигига бўлган нисбатига тенг.

Тузларнинг эквивалентини топиш учун, тузининг молекуляр оғирлигини унинг молекуласидаги металл атомларининг сонига ва шу металлнинг валентлигига бўлиш керак.

Масалан:

$\text{HNO}_3$  нинг (молекуляр оғирлиги 63) эквиваленти  $63:1=63$  бўлади;  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  нинг (молекуляр оғирлиги 98) эквиваленти  $98:2=49$  «—»;  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  нинг (молекуляр оғирлиги 74) эквиваленти  $74:2=37$  «—»;  
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  нинг (молекуляр оғирлиги 342) эквиваленти  $342:(2\cdot3)=57$  «—».

Химияда нормал эритмалар эриган моддалар орасида реакциялар қилиб кўришда кенг қўлланилади. Нормал эритмалардан фойдаланиб, эриган моддаларнинг қолдиқсиз таъсир қилиши учун нормал эритмалардан қандай ҳажмий нисбатда қўшиш лозимлигини олдиндан ҳисоблаб чиқиш қийин эмас. Бир-бирига таъсир этадиган моддаларнинг оғирлик миқдори уларнинг эквивалентига пропорционал бўлади;

\* Модданинг эквивалентига тенг бўлган ва грамм ҳисобида олинган миқдори грамм-эквивалент деб аталади.

шунга кўра реакция учун, моддаларнинг эритмаларидан доимо шундай ҳажмларда олиш керакки, бу эритмаларда моддаларнинг грамм-эквивалент миқдорлари бир-бирига тенг бўлсин. Равшанки, эритмаларнинг нормаллиги бир хил бўлса, бу ҳажмлар, бир-бирига тенг, нормаллик ҳар хил бўлса, бу ҳажмлар нормалликка тескари пропорционал бўлади.

Агар реакцияда сарф бўладиган эритмаларнинг ҳажмларини  $V_1$  ва  $V_2$  билан, уларнинг нормалликларини, яъни бир литрдаги грамм-эквивалентлар билан ифодаланган концентрацияларини  $c_1$  ва  $c_2$  билан белгиласак, бу катталиклар орасидаги боғланиш қуйидаги пропорция билан ифодаланади:

$$V_1 : V_2 = c_2 : c_1$$

ёки

$$V_1 \cdot c_1 = V_2 \cdot c_2.$$

Бу муносабатдан фойдаланиб, фақат реакция учун талаб қилинадиган эритмаларнинг ҳажмларинигина эмас, балки бунинг аксича, реакцияга сарф бўлган эритмалар ҳажмларига қараб, уларнинг концентрацияларини, демак, бир-бирига таъсир этган моддаларнинг оғирлик миқдорларини ҳам топиш мумкин.

*1-мисол.* Кумуш нитратнинг 150 мл 0,16 н. эритмасига ундаги бутун кумушни кумуш хлорид ҳолида чуқтириш учун натрий хлориднинг 0,3 н. эритмасидан неча миллилитр қўшиш керак?

Пропорция тузамиз:

$$0,3 : 0,16 = 150 : x$$

бундан:

$$x = \frac{0,16 \cdot 150}{0,3} = 80 \text{ мл}$$

*2-мисол.* 40 мл сульфат кислота эритмасини нейтраллаш учун унга ишқорнинг 24 мл 0,2 н. эритмасини қўшиш лозим бўлди. Олинган эритманинг шу ҳажмида неча грамм  $H_2SO_4$  бўлганини аниқланг.

Сульфат кислота эритмасининг номаълум нормаллигини  $x$  билан белгилаб пропорция тузамиз:

$$40 : 24 = 0,2 : x$$

бундан:

$$x = \frac{24 \cdot 0,2}{40} = 0,12.$$

Сульфат кислотанинг (молекуляр оғирлиги 98) грамм-эквиваленти  $\frac{98}{2} = 49$  бўлганидан, равшанки, 0,12 н. эритманинг 1 литрида  $49 \cdot 0,12 = 5,88$  г  $H_2SO_4$  бўлади. 40 мл эритмада қанча сульфат кислота борлигини қуйидаги пропорциядан тонамиз:

$$1000 : 40 = 5,88 : x$$

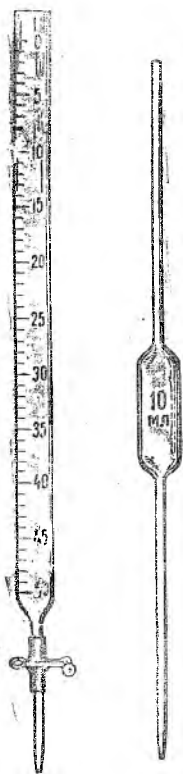
$$x = \frac{40 \cdot 5,88}{1000} = 0,2352 \text{ г}$$

Моддаларни миқдорий жиҳатдан аниқлаш методи реакцияга сарф бўлган эритмалар ҳажмини ўлчашга асосланган, бу метод ҳажмий анализ деб аталади.

Эритмаларнинг ҳажми бюреткалар ёрдами билан аниқ ўлчанади (60- расм); бюретка пастки учи ингичка шиша бўлиб, суyoқликни тушириш учун пастки учига шиша жўмрак қилинган ёки қисқичли резина най ёрдами билан учлик ўрнатилган. Най, одатда, миллилитрнинг ўндан бир бўлагини кўрсатадиган даражаларга бўлинган. Суyoқликдан бир йўла маълум ҳажмни ўлчаб олиш лозим бўлса, пипеткалардан фойдаланилади (61- расм).

Ҳажмий анализ учун, эриган моддалар орасидаги реакциянинг тугаганлиги бирор ташқи белги билан, масалан, эритма рангининг ўзгариши билан етарли даражада аниқ билиниши лозим. Бунинг учун текшириладиган эритмага, одатда, озроқ индикатор қўшилади, бу модда процесснинг боришига таъсир қилмай, эритмадаги бирор модданинг ортиқчаси тамом бўлиб, унинг ўрнига бошқа моддадан озгина тўпланиши билан ўз рангини дарҳол ўзгартиради. Масалан, кислота билан ишқор орасидаги реакцияда лакмус эритмаси индикатор ролини ўтай олади, лакмус эритмаси кислотали муҳит ишқорий муҳитга айланганда ва бунинг акси бўлганда ўз рангини ўзгартиради.

Тажриба қуйидагича бажарилади. Кичкина стаканга текшириладиган эритмадан пипетка ёрдами билан маълум ҳажм қуйиб олинади ва унга бир неча томчи индикатор қўшилади. Стаканни бюретка тагига қуйиб, унга бюреткадаги концентрацияси аниқ маълум бўлган иккинчи эритмадан оз-оздан қуйилади, То индикаторнинг ранги ўзгаргунча бюреткадан эритма қўшаверилади. Сўнгра бюреткадаги даражаларга қараб, ундан қуйиб олинган эритманинг ҳажми аниқланади. Текшириладиган эритманинг концентрацияси реакцияга сарф бўлган эритмалар ҳажми ўртасидаги нисбат асосида ҳисоблаб чиқилади (2- мисолга қаралсин).



60- расм.  
Бюретка.

61- расм.  
Пипетка.



Ҳажмий анализда эритмалар концентрацияси, аксари, 1 мл эритмадаги эриган модданинг грамм ҳисобидаги миқдори билан ифодаланади. Шу тариқа ифодаланган концентрация эритманинг титри дейилади. Шунинг учун, концентрацияни аниқлашнинг юқорида баён қилинган методи ҳам титрлаш деб аталади.

**71. Эрувчанлик.** Модданинг бирор эритувчида эрий олиш хусусияти шу модданинг эрувчанлиги деб аталади. *Модданинг эрувчанлиги унинг айни шароитдаги тўйинган эритмасининг концентрацияси билан ўлланади.* Шу сабабли, концентрация қандай усулда ифодаланса, эрувчанлик ҳам сон жиҳатдан худди ўшандай усулда, масалан, 1 л эритмада эриган модданинг процент ҳисобидаги миқдори ёки моллари сони билан ифодаланиши мумкин. Кўпинча, эрувчанлик 100 г эритувчида эриган модданинг грамм ҳисобидаги миқдори билан ифодаланади.

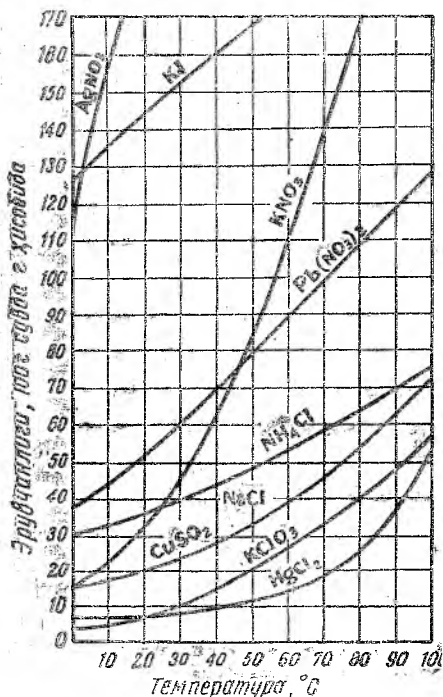
Турли моддаларнинг сувда эрувчанлиги турлича бўлади. Агар уй температурасидаги 100 грамм сувда бирор модда 10 граммдан ортиқроқ эриса, бундай моддани осон эрийдиган модда деб, мабодо, 1 граммдан камроқ эриса, қийин эрийдиган ва, ниҳоят, унинг 0,01 граммдан камроғи эриса, амалий жиҳатдан эримайдиган модда деб аташ қабул қилинган. Мушлақ эримайдиган моддалар бўлмайди.

Температура кўтарилган сари қарийб ҳамма қаттиқ моддаларнинг эрувчанлиги ошади. Масалан, 100 г сувда калийли селитра қуйидаги миқдорларда эрий олади:

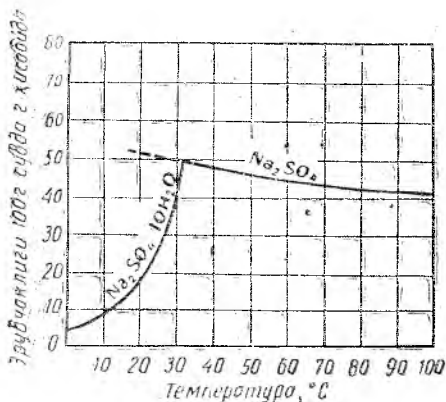
Температура, °С ҳисобида	0	20	40	60	80	100
Эрувчанлик, грамм ҳисобида	13,5	31,5	64	110	169	247

Температура кўтарилган сари эрувчанлик, одатда, ноте-кис ўзгаради ва ҳар қайси моддада турлича бўлади.

Эрувчанлик билан температура орасидаги боғланишни график усулда тасвирлаш жуда қулай. 62-расмда эрувчанликнинг характерли эгри чизиқларидан бир нечтаси келтирилган. Калийли селитра  $KNO_3$ , кўрғошин нитрат  $Pb(NO_3)_2$  ва кумуш нитрат  $AgNO_3$  эрувчанлигининг юқорига тикроқ кўтарилган эгри чизиқлари температура ортган сари шу моддаларнинг эрувчанлиги тез ошишини кўрсатади. Бунинг аксича, температура ошиши билан ош тузининг эрувчанлиги унча ўзгармайди, бу нарса ош тузининг эрувчанлик эгри чизигининг деярли горизонтал шаклда бўлишидан кўришиб турибди. Натрий сульфатнинг эрувчанлик эгри чизиги бирмунча мураккаброқ кўринишга эга (63-расм). 32°С гача бу чизиқ юқорига тик кўтарилиб, эрувчанликнинг тез ортишини кўрсатади. 32°С



62- расм. Ҳар хил тузларнинг эрувчанлик эгри чизиқлари.



63- расм. Натрий сульфатнинг эрувчанлик эгри чизиги.

да эгри чизиқ бирдан си-  
нади ва шундан кейин,  
бир оз пастга қараб бо-  
ради. Бинобарин, натрий  
сульфат  $32^{\circ}\text{C}$  да энг  
юқори эрувчанликка эга.

Суюқликлар ҳам сую-  
қликларда эрий ола-  
ди. Улардан баъзилари,  
масалан, спирт билан  
сув, бир-бирида ҳар қан-  
ча миқдорда эрий олади,  
яъни бир-бири билан ис-  
талган пропорцияларда  
аралашаверади, бошқа-  
лари эса бир-бирида маъ-  
лум даражагача эрийди,  
холос.

Масалан, эфирга сув  
қўшиб чайқатилса, икки-  
та қават ҳосил бўлади:  
устки қават сувнинг эфир-  
даги тўйинган эритмаси-  
дан, пастки қават эса  
эфирнинг сувдаги тўйин-  
ган эритмасидан иборат.  
Шунга ўхшаш кўпгина  
ҳолларда, температура  
кўтарилган сари, суюқ-  
ликларнинг бир-бирида  
эрувчанлиги ортиб бора-  
веради, бу ҳодиса тем-  
пература иккала суюқлик  
ҳар қандай пропорцияда  
аралашадиган даражага  
етгунча давом этади.

Қаттиқ модда ва суюқ-  
ликларнинг эрувчанлиги  
температура кўтарилган  
сари ортиб борса, газлар-  
нинг эрувчанлиги, аксин-  
ча, камаяди. Агар совуқ  
сувли стакан иссиқ уйга  
қўйилса, унинг ички де-  
вори газ пуфакчалари би-

лан қопланади; сувда эриган ҳаво сувнинг исиши натижасида сувдан ажралиб чиқиб, шу пуфакчаларни ҳосил қилади. Сув қайнатилганда, ундаги ҳамма эриган ҳаво чиқиб кетади (шу сабабдан, қайнаган сувнинг мазаси қайнамаган сувникидан бошқачароқ бўлади).

Газларнинг эрувчанлигига, температурадан ташқари, газ босими ҳам катта таъсир этади. Ёпиқ идишда турган суюқлик устидаги газ молекулалари суюқлик юзасини бомбардимон қилади ва суюқликда газ концентрациясига пропорционал тезлик билан эрийди. Эритмага ўтган молекулалар, ўз навбатида, суюқлик ичидан вақт-вақти билан унинг бетига келиб урилади ва ташқарига чиқиб кетади. Эриш натижасида, эриган молекулалар концентрацияси ортиб борган сари уларнинг ажралиб чиқиш тезлиги, яъни вақт бирлиги ичида эритмадан чиқиб кетадиган молекулалар сони ҳам орта боради ва, ниҳоят, эриш тезлигига барабарлашди. Шундан сўнг, мувозанат ҳолати қарор топади, яъни суюқлик газга тўйинади:

*суюқлик устидаги газ  $\rightleftharpoons$  эриган газ*

Мабодо, шу пайтда газ босими, масалан, икки барабар оширилса, унинг суюқлик устидаги молекулаларининг концентрацияси ва, демак, газнинг эриш тезлиги ҳам шунча ортади. Мувозанат бузилади. Бундай янги босимда қайтадан мувозанат қарор топиши учун, эриган молекулалар концентрацияси ҳам, равшанки, икки барабар ортиши керак.

Шундай қилиб, биз Генри қонуни номи билан маълум бўлган қуйидаги хулосага келамиз:

*Маълум ҳажм суюқликда эриган газнинг оғирлик миқдори ўша газ босимга тўғри пропорционалдир\*.*

Масалан, 0°С ва нормал босимда 100 мл сувда 0,335 г карбонат ангидрид эрийди, агар босим икки барабар оширилса, 0,670 г карбонат ангидрид эрийди. Газ зичлиги босимга пропорционал суратда ортиб борганидан, шу 0,670 г газ икки барабар оширилган босимда нормал босимдаги 0,335 г газ эгаллайдиган ҳажмни ишғол қилади. Демак: *маълум ҳажм суюқликда эрийдиган газнинг ҳажми босимга боғлиқ бўлмайди.* Шу сабабли, газларнинг эрувчанлиги одатда грамм билан эмас, балки миллилитр билан ифодаланади, бунда маълум температурада 100 мл эритувчида эрийдиган газ ҳажми кўрсатилади.

\* Генри қонунига эрувчанлиги унча кўп бўлмаган ва эритувчи билан ўзаро ҳимиявий таъсир этмайдиган газларгина тўла бўйсунди.

Баъзи газларнинг сувда 0 ва 20°C да эрувчанлиги 8-жадвалда кўрсатилган.

8-жадвал

Газларнинг сувда эрувчанлиги

Газ	Газнинг 100 мл сувда эрувчанлиги, мл ҳисобда	
	0°C да	20°C да
Водород . . . . .	2,14	1,78
Кислород . . . . .	4,96	3,17
Азо . . . . .	2,33	1,51
Қарбонат ангидрид . . . . .	180	89
Хлор . . . . .	141	230
Метан . . . . .	5,56	3,51

Башарти суюқлик устида бир қанча газдан иборат аралашма бўлса, бу газлардан ҳар бирининг эрувчанлиги аралашманинг умумий босимига эмас, балки ўша газнинг парциал босимига боғлиқ бўлади. Бошқа газлар билан аралашмада бўлган газларнинг эрувчанлигини ҳисоблашда шу ҳолни назарда тутиш керак.

Масалан, сувда эриган ҳаво таркибини ҳисоблаб топиш керак бўлсин. Агар атмосфера ҳавоси ҳажм жиҳатидан, яхлитлаб олганда,  $\frac{1}{5}$  қисм кислород ва  $\frac{4}{5}$  қисм азотдан иборат дейилса, умумий босим 1 атм бўлганда кислороднинг парциал босими 0,2 атм га, азотники эса 0,8 атм га тенг бўлади. Нормал босимда ва 20°C температурада 100 мл сувда 3,17 мл кислород ва 1,51 мл азот эрийди. Демак 1 атм да ўлчанган кислороддан 0,2 атм босимда  $3,17 \cdot 0,2 = 0,634$  мл, азотдан эса 0,8 атм босимда  $1,51 \cdot 0,8 = 1,208$  мл эриши керак. Шундай қилиб, сувда эриган ҳаво таркибида тахминан 33%, яъни атмосфера ҳавосидагига қараганда кўпроқ кислород бўлади.

Газларнинг суюқликлардаги эритмаларини герметик беркиладиган идишларда сақлаш лозим, акс ҳолда, суюқликни газга тўйинтирган босим ўзгариб кетиши мумкин: очиқ идишдаги газ ҳавога диффузияланади, унинг босими камаяди ва эриган газ молекулалари эритмадан бирин-кетин ажралиб чиқа бошлайди.

**72. Гидратлар ва кристаллогидратлар.** Қаттиқ моддаларнинг суюқликларда эриши, кўпинча, иссиқлик ютилиши билан бирга давом этади, шунга кўра, янги тайёрланган эритманинг температураси эритиш учун олинган суюқликнинг температурасига қараганда бирмунча пастроқ бўлади.

Баъзи қаттиқ моддалар эриганда иссиқлик ажралиб чиқади. Масалан, ўювчи натрий, поташ, сувсиз мис сульфат сувда эриганда температура сезиларли даражада кўтарилади. Баъзи суюқликлар ва барча газлар сувда эриганда ҳам иссиқлик чиқади.

*Бир моль модда эриганда ютиладиган (ёки ажралиб чиқадиган) иссиқлик миқдори шу модданинг эриш иссиқлиги деб аталади.*

Агар эриш вақтида иссиқлик ютилса, эриш иссиқлиги манфий қийматга, башарти иссиқлик ажралиб чиқса, мусбат қийматга эга бўлади. Масалан, аммоний нитратнинг эриш иссиқлиги —6,4 ккал, глаубер тузиники —18,76 ккал, ўювчи калийники +12,8 ккал га тенг ва ҳоказо\*.

Қаттиқ модда эриганда унинг кристаллик панжараси емирилади ва молекулалари (ионлари) эритувчининг бутун массасига тарқалади, бу ҳодиса энергия сарф қилишни талаб этади. Шу сабабли, эриш, табиийки, ўз-ўзидан иссиқлик ютилиши билан содир бўлиши лозим. Модомики, баъзи ҳолларда бунинг акси кўрилар экан, бу—эриш билан бир вақтда эритувчи ва эриган модда орасида қандайдир химиявий таъсир борлигини ва бунда кристаллик панжаранинг емирилишига сарф бўладиган иссиқликдан кўра кўпроқ иссиқлик ажралиб чиқишини кўрсатади.

Дарҳақиқат, турли текшириш методларидан фойдаланиш натижасида маълум бўладики, кўпгина моддалар эриганда уларнинг молекулалари соль ватлар (латинча solwere — эритиш сўзидан олинган) деб аталадиган алоҳида бирикмалар ҳосил қилиб, эритувчининг молекулалари билан боғланади. Агар эритувчи сифатида сув олинган бўлса, бундай бирикмалар гидратлар деб, уларнинг ҳосил бўлиш процесси эса гидратация деб аталади.

Эриган модда молекулалари қутбли бўлганлиги учун, сольватлар ҳосил бўлади, чунки бу молекулалар қутбли бўлгани туфайли эритувчининг қутбли молекулаларини ўзига тортади. Равшанки, эриган модда ва эритувчи молекулаларининг қутблилиги қанчалик кўп бўлса, сольватлар ҳам шунчалик барқарор бўлади. Одатдаги эритувчилар ичида сув молекулаларининг қутблилиги энг кучли бўлганидан, кўпинча гидратлар ҳаммадан барқарор бўлади; амалда, асосан, гидратлар билан иш олиб боришга тўғри келади.

\* Эриш иссиқлиги олинган эритувчининг миқдори ва эриш вақтидаги температурага қараб бир оз ўзгаради. Қелтирилган рақамлар уй температураси ва кўп миқдордаги сув (1 моль эрийдиган моддага 200—400 моль сув) учун тааллуқдир.

Сувдаги эритмаларда гидратлар бўлади, деган фаразни, дастлаб, ўтган асрнинг 80- йилларида Д. И. Менделеев айтди ва асослаб берди. Менделеев эриш процесси, ўша вақтда қабул қилинганидек, ёлғиз физик процесс бўлмай, балки химиявий процесс ҳамдир, сувда эрийдиган моддалар сув билан бирикиб турли бирикмалар ҳосил қила олади, деб ҳисоблади. Эриш иссиқлигини ўрганишнинг ўзбек бу фикрининг тўғрилигидан дарак беради. «Агар эриш фақат физик ҳолатнинг ўзгаришидангина иборат бўлганда эди, у вақтда, газлар эриганда шунча иссиқлик ажралиб чиқар ва қаттиқ жисмлар эриганда шунча иссиқлик ютилар эдики, бу иссиқлик модда ҳолатини ўзгартиришга кетадиган иссиқликка барабар келар эди, ҳолбуки, амалда газлар эриганда ҳамиша бирмунча кўпроқ иссиқлик чиқса, қаттиқ жисмлар эриганда бирмунча камроқ иссиқлик ютилади, бу — эриш вақтида иссиқлик чиқиши билан бирга химиявий бирикиш ҳодисаси ҳам содир бўлиши билан боғлиқдир»\*.

Эриш процессининг химизмини яна шу факт ҳам тасдиқлайдики, кўпгина моддалар сувдаги эритмалардан таркибида кристаллизация суви бўлган кристаллар ҳолида ажралиб чиқади (пастроққа қаралсин) ва уларнинг таркибида эриган модданинг ҳар бир молекуласига сувнинг маълум сондаги молекуласи тўғри келади. «Бу,—деб ёзган эди Менделеев,—эритмаларнинг ўзида ҳам эриган жисмларнинг эритувчи билан ҳосил қилган ана шулардек ёки шуларга ўхшаган бирикмалари бор, улар фақат суюқ (ва қисман ажралган) ҳоладир, деб ўйлашга сабаб бўлади»\*\*.

Дарҳақиқат, Менделеев сульфат кислота эритмалари солиштирма оғирликларининг шу кислота концентрациясига боғлиқлигини текшириб, улар орасидаги боғланишни ифода-лайдиган эгри чизиқларнинг бир неча нуқтада узилганлигини топдики, бу нуқталар эритмада сульфат кислота билан сув орасида маълум таркибли бирикмалар бор эканлигини кўрсатади. У кальций хлорид ва бошқа баъзи моддаларнинг эритмалари учун ҳам худди шу каби маълумотларни олишга муяссар бўлди.

Менделеев ўзининг эритма ва эриш процесси тўғрисидаги қарашларини «Исследование водных растворов по удельному весу» («Сувдаги эритмаларни солиштирма оғирликлари асосида текшириш») деган катта асарда ва «Основы химии» («Химия асослари») номли машҳур дарслигида гидратлар

\* Д. И. Менделеев. Основы химии, Госхимиздат, 1947 й., 1-том, 65—66-бетлар.

\*\* Д. И. Менделеев. Основы химии, Госхимиздат, 1947 й., 1-том, 75-бет.

назарияси тарзида баён қилди. Менделеевнинг фикрларига бир вақтлар, айниқса, электролитик диссоциация назарияси (XII бобга қаралсин) майдонга чиққандан кейин Фарбнинг кўпгина йирик олимлари шубҳа билан қарар эдилар. Аммо кейинчалик бу соҳада олиб борилган текширишлар Менделеевнинг эритмаларда гидратлар мавжуд бўлади, деган фаразини батамом тасдиқлади ва унинг эритмаларга оид гидратлар назарияси, бошқача айтганда, «химиявий» назарияси Вант-Гофф ҳамда Аррениуснинг «физик» назарияси билан мувофиқлаштирилган ва кенгайтирилган ҳолда эритмаларга оид умумий таълимотнинг таркибий қисми сифатида фанга кирди.

Гидратлар—аксари, эритмалар буғлатилгандаёқ ажралиб кетадиган анча беқарор бирикмалардир. Аммо, баъзан, гидрат суви эриган модда молекулалари билан шу қадар маҳкам боғланган бўладик, эритмадан эриган модда ажратиб олинганда унинг кристаллари таркибида ҳам гидрат суви бўлади. Тузилишида сув молекулалари мустақил бирлик сифатида иштираётган ана шундай бирикмалар кристаллгидратлар деб, ундаги сув эса кристаллизация суви деб аталади. Турли тузларнинг кристаллгидратлари айниқса осон ҳосил бўлади.

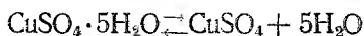
Кристаллгидратлар таркиби модданинг битта молекуласига нечта кристаллизация суви молекуласи тўғри келишини кўрсатадиган формулалар билан тасвирланади. Масалан, битта  $\text{CuSO}_4$  молекуласида сувнинг бешта молекуласи бўладиган мис сульфатнинг (мис купоросининг) кристаллгидрати  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  формуласи билан; натрий сульфат (глаубер тузи), кристаллгидрати  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  формуласи билан тасвирланади ва ҳоказо\*.

Айрим кристаллгидратларда модда билан кристаллизация суви орасидаги боғланиш маҳкамлиги жуда ҳар хил бўлади. Уларнинг кўплари уй температурасидаёқ кристаллизация сувини йўқотади. Масалан, одатдаги «кир ювиш» содаси ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) нинг тиниқ кристаллари ҳавода қолдирилса, тез «нурайди», яъни сувини йўқотиб, хиралашади ва секин-аста

\* Эски химиявий номенклатурага мувофиқ, оксидларнинг сув билан ўзаро таъсиридан ҳосил бўлган маҳсулотлар ҳам гидратлар деб аталади. Аммо оксидларнинг гидратлари ўз тузилиши жиҳатидан кристаллгидратлардан тубдан фарқ қилади. Кристаллгидратлар таркибига сув бир бутун молекула бўлиб кирса, оксидлар гидратларининг ҳосил бўлишида оксид билан сув молекулалари парчаланиб кетади ва уларнинг атомларидан янги молекулалар вужудга келади. Масалан, кальций оксиднинг гидрати (кальций гидроксид) таркибида сув молекулалари бўлмайдиган ва у, кальцийнинг гидроксил группалари билан ҳосил қилган бирикмаси деб қаралади. Шу сабабдан, унинг таркиби  $\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$  формула билан эмас, балки  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  формула билан тасвирланади.

уваланиб, кукунга айланади. Баъзи кристаллгидратларнинг сувини йўқотиш учун, уларни анча қаттиқ қиздириш керак бўлади.

Қуйидаги тажрибани қилиб кўрамиз: мис купоросининг кичикроқ бир кристаллини барометрик найнинг торичелли бўшлиғига соламиз. Кристалл шу заҳотиёқ сувини йўқота бошлайди ва барометрик найдаги симоб ҳосил бўлаётган сув буғининг босими маълум даражага етгунча пастга тушаверади. Агар температура оширилса, кристалл яна озроқ сувини йўқотади, буғ босими ошади ва симоб яна пастроққа тушади. Температура пасайганда, аксинча, сувнинг бир қисми туз билан қайтадан бирикади, буғ босими камаяди ва симоб баландга кўтарилди бошлайди. Шундай қилиб, мис купоросининг сувсиз тузга ва сувга ажралиши қайтар процессдир. Берк фазода қуйидаги мувозанат содир бўлади:



Ҳар бир температурада мувозанат ҳолатига ҳосил бўлаётган сув буғининг маълум босими мувофиқ келади, бу босим кристаллгидрат буғининг босими деб аталади. Кристаллгидратнинг ажралиш процессида иссиқлик ютилганлигидан, температура кўтарилганда, Ле-Шателье принципига мувофиқ, мувозанат сувсиз туз ҳосил бўлиш томонига силжийди: температура пасайганда эса тескари реакция устун келади.

Турли кристаллгидратлар буғининг эластиклиги ҳар хил бўлади. Масалан,  $30^\circ$  да глаубер тузи  $\text{NaSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  буғининг босими 27 мм симоб уст., мис купороси  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  буғининг босими 12,5 мм симоб уст., барий хлорид  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  буғининг босими эса атиги 4 мм симоб уст. дир.

Атмосфера ҳавоси таркибида ҳамisha сув буғи бўлади, бу буғнинг миқдори, одатда, ҳавонинг тўйиниши учун зарур бўладиган сув буғининг 60 процентчасини ташкил қилади. Ҳаводаги сув буғи босимига қараганда ортиқроқ буғ босимига эга бўлган кристаллгидратлар ўз сувини одатдаги температурадаёқ секин-аста йўқота бошлайди, яъни улар нурайди; глаубер тузи, сода ва бошқа тузлар шундай кристаллгидратлар қаторига киради. Буғининг босими камроқ бўлган кристаллгидратлар парчаланмайди, уларнинг баъзилари эса, ҳатто, ҳаводан сув буғини ютиб олади. Масалан, донадор кальций хлорид  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  буғининг босими жуда кам, у сув буғи билан бирикиб, суви бирмунча кўп бўлган гидратга— $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  га айланади, донадор кальций хлориднинг газларни қуритиш учун ишлатилишига сабаб ана шу.

Гидратлар ҳосил бўлиш процессида иссиқлик ажралиб чиқади. Гидратланадиган модда эриганда умумий иссиқлик эф-



фекти эришнинг ўзидан чиқадиган иссиқлик эффекти билан гидратация иссиқлик эффектидан ҳосил бўлади. Бу процесслардан биринчиси эндотермик, иккинчиси эса экзотермик процесс бўлганидан, эриш процессининг умумий иссиқлик эффекти айрим процесслар иссиқлик эффектларининг алгебраик йиғиндисига тенг бўлиши лозим, бу эффект мусбат ҳам, манфий ҳам бўлиши мумкин. Демак кристаллгидратнинг эриш иссиқлиги билан сувсиз тузнинг эриш иссиқлигини айрим-айрим аниқлаб\*, гидратация иссиқлигини ҳисоблаб чиқариш мумкин.

*Мисол.* 1 моль сувсиз кальций хлорид эриганда 18 ккал иссиқлик чиқади, кальций хлориднинг 1 моль кристаллгидрати  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  эриганда эса 4,56 ккал иссиқлик ютылади. Гидратация иссиқлигини  $Q$  билан белгилаб, юқорида айтилганлар асосида, куйидагини ёзиш мумкин:

$$Q - 4,56 \text{ ккал} = 18 \text{ ккал}$$

бундан:

$$Q = 22,56 \text{ ккал}$$

Шундай қилиб,  $\text{CaCl}_2$ нинг гидратация иссиқлиги 22,56 ккалга тенг экан.

**73. Ута тўйинган эритмалар.** Температуранинг пасайиши билан кўпгина моддаларнинг эрувчанлиги камайиб борганидан тўйинган иссиқ эритмалар совитилганда, эритилган модданинг ортиқчаси, одатда, кристалл ҳолида ажралиб чиқади. Аммо эритмани, унга ташқаридан эриган модданинг қаттиқ заррачаларини туширмай, оҳисталик билан секин-аста совитсак, кристаллар ажралиб чиқмаслиги ҳам мумкин; у вақтда шундай эритма ҳосил бўладиги, ундаги эриган модданинг миқдори эритманинг айни температурада тўйиниши учун керак бўлган миқдоридан анча ортиқ бўлади. Бу ҳодисани рус академиги Т. Е. Ловиц (1794 йилда) кашф этди ва батафсил ўрганди. У бундай эритмаларни *у т а т ў й и н г а н* эритмалар деб атади. Бу эритмалар тинч ҳолатда қўйилса, бир неча йил ўзгармай туриши мумкин. Бироқ эритмага унда эриган модданинг кичкина кристали ташланса борми, ўша заҳотиёқ бу кристалл атрофида бошқа кристаллар пайдо бўла бошлайди ва оз вақтдан сўнгра, эриган модданинг ортиқчаси кристалланиб қолади. Баъзан, эритманинг чайқалишидан, шунингдек, эритма турган идиш девори шиша таёқча билан ишқаланишидан ҳам кристалланиш бошланади. Кристалланиш вақтида кўп иссиқлик чиқади, бунинг натижасида, эритма солинган идиш анча исийди. Ута тўйинган эритмалар глаубер тузи, бура, гипосульфит ва бошқа тузлардан жуда осон ҳосил бўлади.

\* Равшанки, биринчи катталиқ эриш иссиқлиги бўлади, чунки эрийдиган модда гидратланиб бўлганлиги сабабли гидратация содир бўлмайди, иккинчи катталиқ эса, эришнинг умумий иссиқлик эффектидир.

Юқорида айтилганлардан, ўта тўйинган эритмалар беқарор система бўлиб, эриган модданинг қаттиқ заррачалари эритмада бўлмасагина ўзгармай тура олади, деган хулоса келиб чиқади. Бундай эритмаларнинг узоқ вақт ўзгармай тура олишига сабаб шуки, жуда майда «бошланғич» кристаллар, кристалланиш марказлари деб аталадиган кристаллар дастлаб қийинлик билан вужудга келади; кристалланиш ана шу кристаллардан эритманинг бутун массасига тарқалади.

Кристалланиш маркази ҳосил бўлиши учун, эритмада тартибсиз суратда тинмай ҳаракат қилиб турадиган заррачалар эритманинг бир нуқтасига, шу модданинг кристаллари учун характерли бўлган маълум бир тартибда тўпланиши керак, чунки ҳар қайси модданинг кристаллари шу кристалларни ҳосил қилган заррачаларнинг маълум бир тартибда жойланиши билан характерланади. Заррачалар ўз-ўзидан шу тариқа тўплангунча анча вақт ўтади.

## XI БОБ

### ЭРИТМАЛАРНИНГ ХОССАЛАРИ

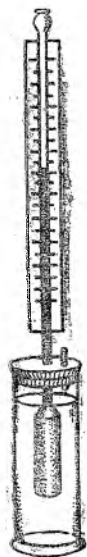
74. Осмотик босим. Суюлтирилган эритмаларнинг хоссаларини текшириш, модданинг газ ҳолати билан унинг эритмадаги ҳолати орасида катта ўхшашлик борлигини кўрсатади.

Газ молекулалари, ўз ҳаракати туфайли, газ турган идиш деворларига босим кўрсатиб, мумкин қадар катта ҳажми эгаллагани сингари, эриган модда молекулалари ҳам мумкин қадар катта ҳажми эгаллашга интилади. Газ ҳажми идиш ҳажми билан белгиланади; эриган модда молекулалари тарқала оладиган ҳажм эса эритма ҳажмига тенгдир. Бирор модданинг, масалан, шакарнинг концентранган эритмаси цилиндрга солинса ва унинг устига оҳисталик билан тоза сув қуйилса, шакар молекулалари сув қаватига ўтиб, суюқликнинг бутун ҳажмига бир текисда тарқалади. Маълумки, бу ҳодиса диффузия деб аталади; диффузия шакар молекулаларининг концентрацияси суюқликнинг ҳамма қаватларида бир хил бўлгунча давом этади.

Суюқликнинг бутун ҳажми бўйлаб шакар ва сув молекулаларининг бир текисда тарқалиши икки йўл билан бориши мумкин: ё шакар молекулалари суюқликнинг пастки қаватидан юқориги қаватига то унинг концентрацияси иккала қаватда баравар бўлгунча кўтарилади, ёки сув молекулалари юқори қаватдан пастки қаватга то шакар молекулалари билан бир текисда аралашиб кетгунча ўтади. Иккала ҳолда ҳам охириги натижа бир хил бўлади. Аслида концентрациянинг тенглашиши иккала йўл билан боради, яъни ҳам шакар молекулалари сувга томон ҳаракат қилади, ҳам сув молекулалари шакар эритмасига томон боради.

Энди, сув ва шакар эритмаси шундай ғовак тўсиқ билан бир-биридан ажратиб қўйилганки, бу тўсиқдан сув молекулалари бемалол ўта олади, аммо шакар молекулалари ўта олмайди, деб фараз қилайлик. Бундай «ярим ўтказувчи» тўсиқни масалан, сополдан қилинган ғовак цилиндрга мие купороси

эритмаси шимдириб, кейин уни калий ферроцианид эритмасига тушириш йўли билан тайёрлаш мумкин. Цилиндрга ана шундай ишлов берилиши натижасида, деворларидаги майда тешикларига мис ферроцианид чўкади ва цилиндр деворлари ярим ўтказиш хусусиятига эга бўлиб қолади.



64- расм.  
Эритма-  
нинг осмо-  
тик боси-  
мини кўр-  
сатиш  
учун иш-  
латила-  
диган ас-  
боб.

Шу тариқа тайёрланган цилиндрга шакар эритмаси қуйилиб, цилиндр тоза сувга туширилса, кон-центрациянинг тенглашиши (ёки аниқроқ айтганда, шакар эритмаси концентрациясининг камайиши) фақат сув молекулаларининг ҳаракати натижасидагина содир бўлади. Диффузия йўли билан эритмага кирадиган сув молекулалари эритмадан чиқадиган сув молекулаларига қараганда кўп бўлади; шу сабабли, эритма ҳажми аста-секин ортиб, ундаги шакар концентрацияси камайиб боради. Ярим ўтказувчи тўсиқ орқали содир бўладиган ана шундай бир ёқлама диффузия осмос деб аталади. Сув етарли миқдорда бўлар экан, сувнинг ярим ўтказувчи тўсиқ орқали эритмага ўтиши унга қарама-қарши йўналган бирор куч таъсир қилмаса, бениҳоя узок вақт давом этиши керак.

Юқори қисми ингичка ва узун вертикал найдан иборат ярим ўтказувчи деворли идиш олайлик (64- расм). Уни шакар эритмаси билан тўлдирамиз ва соф эритувчи солинган идишга туширамиз. Осмос натижасида эритма ҳажми секин-аста ошади ва эритма вертикал най орқали кўтарилга бошлайди. Найдаги эритма сатҳи кўтарилган сари ортикча гидростатик босим вужудга келади, бу босим эритма ва эритувчи сатҳларининг айирмаси билан ўлча-нади ва эритувчи молекулаларининг эритма ичига киришига қарши таъсир кўрсатади. Гидростатик босим маълум бир даражага етгандан кейин, осмос тўхтаб қолади. Осмосни вужудга келтирадиган куч эритманинг осмотик босими деб аталади. Осмотик босимнинг қиймати эритмага ташқаридан таъсир этиб, осмосни тўхтатиб қўядиган босим билан белгиланади.\*

Осмос ҳодисаси ҳайвон ва айниқса ўсимликлар ҳаётида жуда муҳим роль ўйнайди. Ҳужайраларнинг қобиқлари сувни осонлик билан ўтказиб, ҳужайра суюқлигида эриган моддаларни деярли бутунлай ўтказмайдиган пардадир. Сув ҳужайрага ўтгач, унда анча катта босим вужудга келади; бу босим

\* Баён қилинган тажрибада вертикал найдаги суюқлик устунининг босими осмотик босим ўлчови бўлади.

ҳужайраларнинг қобиғини бир оз тортиб, уни таранг тутиб туради. Ҳосимликларнинг юмшоқ органлари, масалан, ўт поялари, барглари, гулбарглари муайян эластикликка эга бўлишининг сабаби ҳам ана шу. Агар Ҳосимлик кесилса, ҳужайра қобиғи орқали сувнинг буғланиб кетиши орқасида ҳужайра суюқлигининг ҳажми камаяди, ҳужайра қобиғи бўшашади, у бужмаяди, натижада, Ҳосимлик сўлиб қолади. Лекин сўлий бошлаган Ҳосимлик сувга солиб қўйилса, дарров осмос бошланиб, ҳужайралар қобиғи таранглашади ва Ҳосимлик ўзининг аввалги ҳолига қайтади.

Осмос Ҳосимлик поясида сувнинг юқори кўтарилиши, ҳужайраларнинг Ҳосиши ва бошқа кўпгина ҳодисаларни вужудга келтирадиган сабаблардан биридир.

Осмотик босим қийматини дастлабки аниқ ўлчаш натижаларидан қуйидаги икки қоида чиқарилди:

1. Эритманинг осмотик босими эриган модда концен-трациясига тўғри пропорционалдир.

2. Осмотик босим эритманинг абсолют температурасига пропорционалдир.

Бу қоидалар билан Бойль-Мариотт ва Гей-Люссакнинг газларга оид қонуни орасида тўла ўхшашлик борлигига биринчи марта 1886 йилда голланд физик-химиги Вант-Гофф эътибор берди. У, осмотик босимни ўлчаш натижасида топилган сонлардан фойдаланиб, суюлтирилган эритмалардаги осмотик босим қийматини газ ҳолати тенгламасига ўхшайдиган қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкинлигини кўрсатди:

$$PV = RT$$

бунда:  $P$ — осмотик босим,  $V$ — таркибида 1 грамм-молекула эриган модда бўлган эритманинг ҳажми. Айни вақтда ўзгармас константа газ ҳолати тенгламасида қандай сон қийматига эга бўлса, бунда ҳам шундай сон қийматига эга бўлади ( $0,082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{град} \cdot \text{моль}}$ ). Бундан Авогадро қонунини суюлтирилган эритмаларга ҳам татбиқ этса бўлади, деган хулоса келиб чиқади. Ҳақиқатан ҳам, тажриба шуни кўрсатадики, турли моддаларнинг эквимолекуляр (яъни 1 литридаги молекулалари сони тенг бўлган) эритмалари бир хил температурада бир хил осмотик босимга эга. Масалан, 22,4 литрида 1 грамм-молекула эриган модда бўлган эритмалар  $0^\circ\text{C}$  да 1 атм га тенг осмотик босимга эга бўлади.

Осмотик босими бир хил бўлган эритмалар изотоник эритмалар деб аталади.

Шундай қилиб, осмотик босим, газ босими сингари, ўзгармас ҳажм ва ўзгармас температурада эритилган модда табиатига ҳам, эритувчи табиатига ҳам боғлиқ бўлмасдан, балки эриган молекулаларнинг сонигагина боғлиқдир.

Агар бояги тенгламадаги  $V$  ҳажмини 1 литрдаги мольлар сони билан ифодаланган  $C$  концентрацияга алмаштирсак ( $V=1/C$ ), у вақтда, осмотик босимни ҳисоблаш учун анча қулай қуйидаги ифода ҳосил бўлади:

$$P = CRT.$$

Газлар билан эритмалар орасидаги чуқур ўхшашлик Вант-Гофф қонунини деб юритиладиган қуйидаги таърифда очиқ ифодаланган:

*Эритманинг осмотик босими эриган модда айни температурада газ ҳолатида бўлиб, эритма ҳажмига тенг ҳажмини эгаллаганда кўрсата оладиган босимга барабардир.*

Вант-Гоффнинг эритмалар назарияси моҳияти ҳам ана шу қонундан иборат. Аммо шуни ҳам таъкидлаб ўтиш керакки, газ босими билан осмотик босим орасидаги боғланиш сон жиҳатидан бир-бирига жуда ўхшаш бўлса ҳам, уларнинг механизмлари мутлақо ҳар хилдир.



Яков Генрих Вант-Гофф  
(1852—1911)

Яков Генрих Вант-Гофф (Jacobus Henricus Van't Hoff) 1852 йилинги 30 августда Роттердам шаҳрида (Голландия) туғилди. Вант-Гофф Дельфтдаги техника билим юртини тавом қилгач, Бони, Париж ва Утрехт университетларида химияни ўрганди. 1874 йилда Утрехт университетида математика ва философия доктори деган илмий даража олди.

1877 йилдан то 1896 йилгача Амстердам университетинда химия профессори бўлиб ишлади, бу университетда, химия билан бир қаторда, геология ва минералогиядан ҳам дарс берди. У, 1896 йилда Берлинга кўчиб келди ва шу вақтдан бошлаб, батамом илмий иш билан шуғулланди.

Вант-Гофф ўз илмий фаолиятининг бошланғич давридаёқ углерод атомлари валентларининг йўналганлиги тўғрисидаги идеяни майдонга ташлади ва уни ривожлантирди; стереохимия, яъни

атомларнинг молекулада фазовий жойланиши тўғрисидаги таълимотнинг асосларини ишлаб чиқди. Лекин Вант-Гофф ишнинг асосий соҳаси физик химия эди: У, химиявий реакцияларнинг бориш қонуларини, химиявий мувозанатни, суюлтирилган эритмаларни, осмотик босимни ўрганди. Вант-

Гофф 1896 йилдан бошлаб, умрининг охиригача тузлар эритмаларидаги мувозанатларни текшириш билан шуғулланди.

Вант-Гофф қонуни фақат суюлтирилган эритмаларгагина қатъий этилиши мумкин. Концентрланган эритмаларнинг бу қонундан анча четга чиқиши кузатилади. Электролитларнинг, яъни сувдаги эритмада ток ўтказадиган моддаларнинг (бу моддалар тўғрисида кейинги бобда батафсил сўзлаб ўтилади) сувдаги эритмаларида бу қонунга бўйсунмаслик янада яққолроқ намоён бўлади.

Эритманинг моляр концентрацияси билан осмотик босими бир-бирига боғлиқ бўлгани учун, газга айланмайдиган, лекин бирор эритувчида осон эрийдиган кўпгина моддаларнинг молекуляр оғирлигини осмотик босим қиймати асосида ҳисоблаб топиш мумкин. Бунинг аксича эритманинг моляр концентрацияси маълум бўлса, осмотик босимини ҳисоблаб чиқарса бўлади. Ҳисоблаш вақтида шуни назарда тутиб керакки, 1 литрида 1 моль эриган модда бўлган эритманинг осмотик босимини 22,4 атм га тенг деб (аслинда бундай концентрацияли эритмада осмотик босим бир оз катта бўлса ҳам) қабул қилиш мумкин.

*Мисол.* Бир литрида 9 г глюкоза бўлган эритманинг осмотик босими ҳисоблаб топилсин.

Глюкозанинг молекуляр оғирлиги 180 га тенг; демак, 9 г глюкоза 0,05 мольни ташкил этади. Осмотик босим эриган модда миқдорига пропорционал бўлганлигидан, изланган осмотик босим ( $x$ ) қуйидаги пропорциядан топиллади:

$$22,4; x = 1; 0,05$$

бундан

$$x = 22,4 \cdot 0,05 = 1,12 \text{ атм.}$$

Осмотик босимни бевосита ўлчаш жуда қийин, аммо бунинг унча зарурати ҳам йўқ. Вант-Гофф кўрсатганидек, осмотик босим билан суюлтирилган эритмаларнинг осон ўлчаса бўладиган бошқа хоссалари, яъни буғ босимининг пасайиши, музлаш температурасининг пасайиши, қайнаш температурасининг кўтарилиши орасида яқин боғланиш бор. Бу катталарнинг бирортаси аниқланса, шунга қараб, эритманинг осмотик босимини ҳам ҳисоблаб топиш мумкин. Бу катталар, осмотик босим сингари, эриган модда заррачаларининг сонига пропорционал суратда ўзгариб борганлигидан, эриган моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлашда ҳам улардан фойдаланиш мумкин.

**75. Эритмалар буғининг босими.** Сувнинг физик хоссаларини кўриб чиқаётганимизда (66-параграфда), ҳар бир суюқликнинг тўйинган буғи босими аynи температура учун ўзгармас катталикдир, деган эдик. Тажриба шуни кўрсатдики,

суюқликда бирор қаттиқ модда эриси, суюқлик буғининг босими камаяди. Шундай қилиб, *эритма буғининг босими соф эритувчининг айни температурадаги буғи босимидан ҳамма вақт кам бўлади*. Соф эритувчи буғи босими билан эритма буғи босимининг сон қийматлари орасидаги айирма, одатда эритма буғи босимининг пасайиши деб аталади.

1887 йилда француз физиги Рауль турли қаттиқ моддаларнинг ва учмайдиган суюқликларнинг эритмалари билан қилган кўпдан-кўп тажрибаларни асосида қуйидаги қонунни топди:

*Электролитмас моддаларнинг суюлтирилган эритмаларида буғ босимининг пасайиши ўзгармас температурада эритувчининг айни оғирлик миқдориди эриган модда миқдорига пропорционалдир.*

Молекуляр-кинетик назария бу қонунни изоҳлаб беради.

Суюқлик устидаги тўйинган буғ босими суюқлик юзасидан вақт бирлиги ичида буғланадиган суюқлик молекулалари сонига боғлиқ эканлиги юқорида кўрсатиб ўтилган эди. Лекин эритма очиқ юзасининг бир қисмини учмайдиган эрувчи модда молекулалари ишғол қилади. Шу сабабли, эритма юзасидан вақт бирлиги ичида чиқиб кетадиган молекулалар сони шу температурадаги соф эритувчи сиртидан чиқиб кетадиган молекулалар сонига қараганда кам бўлади ва буғ босими пасаяди. Масалан, эриган модда молекулаларининг сони ҳамма молекулалар сонининг  $\frac{1}{20}$  қисмини ташкил қилган эритмада эритма буғининг босими соф эритувчи буғининг босимидан  $\frac{1}{20}$  ҳисса кам бўлади.

Буғ босимининг пасайиши билан эриган модда миқдори орасидаги боғланишни математик шаклда ифодалаш мумкин. Соф эритувчи буғининг босимини  $p$  билан, буғ босимининг пасайишини  $\Delta p$  билан, эриган модда мольлари сонини  $n$  билан ва эритувчининг мольлари сонини  $N$  билан белгилаймиз.  $\Delta p$  вақтда, суюлтирилган эритмаларга оид Рауль қонуни қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$\Delta p = \frac{pn}{N}$$

Эритма буғининг босими билан эриган модда миқдори ўртасидаги боғланишни кўрсатадиган Рауль қонунини фақат қаттиқ моддаларнинг ёки учмайдиган суюқликларнинг эритмалари учунгина татбиқ этиш мумкин. Бу қонун барча таркибий қисмлари сезиларли даражада учувчан бўладиган қанчадан-қанча бир жинсли суюқ аралашмалар учун тўғри келмайди. Ҳолбуки, шундай аралашмалар амалий жиҳатдан катта



аҳамиятга эга. Д. П. Коноваловнинг классик ишлари суёқ аралашмалар бугининг босимини ва қайнаш температураларини ўрганишга бағишланган. Д. П. Коновалов топган қонуниятлар Коновалов қонунлари деб аталади ва физик химияга оид ҳамма дарсликларда баён қилинади. Суёқ аралашмаларни ҳайдаш ва ажратиш билан боғлиқ бўлган хилма-хил масалаларни ҳал қилишда ана шу қонунлардан фойдаланилади.

Эритма буғи босимининг пасайишини ўлчашдан бевосита фойдаланиб, эриган моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлаш мумкин. Аммо практикада, одатда, бирмунча қулайроқ бошқа метод қўлланилади; бу метод эритманинг музлаш нуқтасининг пасайишига ёки қайнаш нуқтасининг кўтарилишига асосланган.

**76. Эритмаларнинг музлаши ва қайнаши.** Барча тоза моддаларнинг ўзига хос аниқ маълум қайнаш ва музлаш (қотиш) температураси (ёки нуқталари) бўлади. Масалан, тоза сув нормал атмосфера босимида  $0^{\circ}\text{C}$  да музлайди ва  $100^{\circ}\text{C}$  да қайнайди; бензол,  $5,5^{\circ}\text{C}$  да музлайди ва  $80,1^{\circ}\text{C}$  да қайнайди ва ҳоказо. Бу температуралар суёқликнинг ҳаммаси музлаб қолгунча ёки ҳаммаси бугга айланиб кетгунча ўзгармай қолаверади.

Эритмаларда аҳвол бошқачароқ бўлади. Суёқликда эриган модда бўлиши эритувчининг қайнаш нуқтасини оширади ва унинг музлаш нуқтасини пасайтиради. Эритма концентрацияси қанчалик кўп бўлса, эритувчининг қайнаш нуқтаси шунчалик юқори ва унинг музлаш нуқтаси шунчалик паст бўлади. Шу сабабли, эритмалар тоза эритувчига қараганда анча пастроқ температурада музлайди ва бирмунча юқори температурада қайнайди\*. Бу ҳодиса, тўғридан-тўғри, эритма буғи босимининг пасайиши натижаси эканлигини исбот этиш қийин эмас.

Маълумки, ҳар қандай суёқлик унинг тўйинган буғи босими қайси температурада ташиқ босимга барабарлашадиган бўлса, ўша температурадагина қайнай бошлайди. Масалан, сув 760 мм симоб устунига тенг босим остида  $100^{\circ}\text{C}$  да қайнайди, чунки бу температурада сув бугининг босими расо 760 мм симоб устунига тенг бўлади. Агар сувда бирор модда эритилса, бу модда бугининг босими камаяди. Ҳосил қилинган эритма бугининг босимини 760 мм симоб устунига етказиш учун, равшанки, эритмани  $100^{\circ}\text{C}$  дан юқори температурагача қиздириш керак. Демак, эритманинг қайнаш нуқтаси

\* Бу ерда ва бундан кейин, қаттиқ моддаларнинг ёки қийин учувчан суёқликларнинг эритмалари кўзда тутилади.

тоза эритувчининг қайнаш нуқтасидан ҳамма вақт юқори бўлади.

Эритманинг музлаш нуқтаси тоза эритувчиникига қараганда пастроқ бўлиши керак. Чунки модданинг музлаш нуқтаси шундай температураки, бунда бир вақтнинг ўзида айни модданинг ҳам қаттиқ, ҳам суюқ фазалари мавжуд бўлади (249-бетга қаралсин). Аммо бунинг учун қаттиқ фаза бугининг босими билан суюқ фаза бугининг босими бир хил бўлиши керак, акс ҳолда буг, устидаги буг босими катта бўлган фаза йўқолиб кетгунча бир фазадан иккинчи фазага ўтаверади. Муз билан сув  $0^{\circ}\text{C}$  да ўзгармасдан бениҳоя узоқ вақт бирга тура олади, чунки  $0^{\circ}\text{C}$  да\* муз бугининг босими (4,6 мм симоб уст.) сув бугининг босимига тенг бўлади. Ана шу температура тоза сувнинг музлаш температурасидир.

Агар тоза сув ўрнига бирор эритма ни олсак, унинг буги босими  $0^{\circ}\text{C}$  да 4,6 мм симоб уст. дан кам бўлади; шунинг учун, бундай эритмага туширилган муз тез эрий бошлайди. Муз билан эритма фақат  $0^{\circ}\text{C}$  дан пастроқ температурада, яъни улар бугларининг босими барабар бўлиб қоладиган температурадагина ўзгармай, бирга тура олади. Бошқача айтганда, эритма тоза эритувчига қараганда анча паст температурада музлайди.

Буг босими билан температуранинг ўзгаришини кўрсатадиган эгри чизиқлар чизилиб, бундай боғланишлар график усулда тасвирланса, улар айниқса яққол кўринади. 65-расмдаги  $aa_1$  чизиғи тоза сув буги босимининг эгри чизиғини,  $aa_1$  чизиғи эса эритма буги босимининг эгри чизиғини кўрсатади. Ҳар қандай температурада ҳам эритма бугининг босими тоза сув бугининг босимидан кам бўлганидан,  $aa_1$  чизиғидан пастроқда ётади. Сув ва эритманинг бирор босимда, масалан, 760 мм симоб уст. босимида қайнаш температурасини шу графикка қараб топиш учун, ордината ўқининг ўша босимга мувофиқ келадиган нуқтасидан абсцисса ўқига параллел тўғри чизиқ ўтказамиз. Бу тўғри чизиқнинг буг босимини кўрсатадиган эгри чизиқлар билан кесишган  $a_1$  ва  $v_1$  нуқталаридан абсцисса ўқига перпендикуляр туширамиз.  $T$  ва  $T_1$  температуралар сув ва эритманинг қайнаш нуқталарига тўғри келади, чунки бундай температураларда улар бугларининг босими бир хил бўлади. Бундан, эритманинг қайнаш нуқтаси  $T_1$  тоза сувнинг қайнаш нуқтаси  $T$  дан юқори эканлигини кўрамиз.

65-расмдаги  $ac$  чизиғи муз буги босимининг эгри чизиғини тасвирлайди. Биз, музлаш температурасида эритувчининг

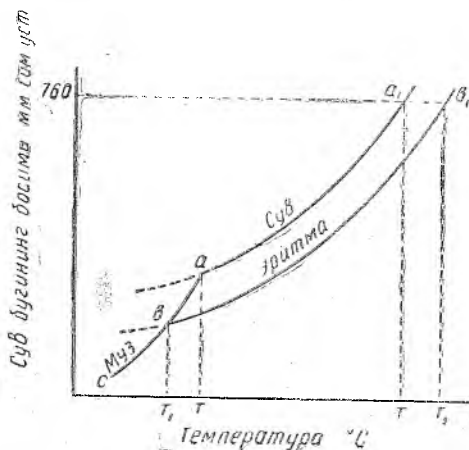
\* Аниқроғи,  $0,01^{\circ}\text{C}$  да.

қаттиқ ва суюқ фазалари бугларининг босими ёки қаттиқ эритувчи ва эритма бугларининг босими бир-бирига тенг бўлиши керак, деган эдик. Бу шартга  $aa_1$  ва  $bb_1$  эгри чизиқларининг  $ac$  эгри чизиги билан кесинган  $a$  ва  $b$  нуқталари мувофиқ келади.  $a$  ва  $b$  нуқталарининг абсциссалар ўқига тушган проекциялари сувнинг ва эритманинг музлаш температураларини кўрсатади. Бу ҳолда, расмдан кўришиб турганидек,  $T$  ва  $T_1$  температуралар тескари тартибда жойлашган, яъни эритманинг музлаш температураси сувнинг музлаш температурасидан пастроқдир.

Суюлтирилган эритмалар музлаганда тоза эритувчи, чунончи, сувдаги эритма мисолида тоза муз қаттиқ ҳолда ажралиб чиқади. Муз ажралиб чиққан сари эритма концентрацияси ошиб борганидан, музлаш температураси ўзгармас бўлиб қолмай, аста-секин пасая боради.\* Аммо муз ажралиб чиқиши ва музлаш температурасининг пасайиши то эритма концентрацияси айни модда учун маълум бир қийматга етгунча давом қилаверади; концентрация шу даражага етгандан кейин, эритманинг ҳаммаси яхлит масса бўлиб музлаб қолади. Бу масса микроскоп остида қаралса, унинг юпқа муз қатламлари билан қаттиқ ҳолатдаги эриган моддадан иборат эканлигини кўриш мумкин. Бу масса эвтектика деб аталади. Қандай температурада эвтектика ҳосил бўлса, шу температура эвтектик температура деб, эритманинг шунга мувофиқ концентрацияси эса эвтектик концентрация деб аталади.

Суюлтирилган эритмалар музлаганда ажралиб чиқадиган қаттиқ фаза тоза эритувчидан иборат бўлгани каби, қаттиқ моддаларнинг суюқликлардаги эритмалари қайнаганда ҳосил бўладиган буг ҳам тоза эритувчидан иборатдир. Шу сабабли,

\* Шунинг учун, қандай температурада қаттиқ фаза ажралиб чиқа бошласа, шу температура эритманинг музлаш нуқтаси деб ҳисобланади.



суюқлик қайнаган сари, эритма концентрацияси ошади ва эритма тўйиниб, кристалланиш бошлангунча қайнаш нуқтаси кўтарилаверади. Кристалланиш бошланган заҳоти эритма концентрацияси ўзгаришдан тўхтайтиди ва қайнаш нуқтаси ўзгармас бўлиб қолади.

Рауль эритмаларнинг музлаш ва қайнаш ҳодисаларини миқдорий жиҳатдан текширди. У экспериментал йўл билан Рауль қонунларини, деб аталадиган қуйидаги қондаларни топди:

1. Музлаш нуқтасининг пасайиши маълум оғирлик миқдордаги эритувчида эриган модда миқдорига пропорционалдир.

Масалан, 100 г сув ва 5 г шакардан иборат эритма минус 0,27°C да, 10 г шакари бўлган эритма эса минус 0,54°C да музлайди ва ҳоказо.

2. Турли моддаларнинг эквимолекуляр миқдорлари айни эритувчининг бир хил миқдорида эритилса, эритувчи музлаш нуқтасининг пасайиши бир хил бўлади.

Масалан, 0,1 грамм-молекула (34,2 г) шакар 1000 г сувда эриганда, музлаш нуқтаси 0,186°C пасаяди. 0,1 грамм-молекула (18 г) глюкоза, 0,1 грамм-молекула (3,4 г) водород пероксид эриганда ҳам, сувнинг музлаш нуқтаси 0,186°C пасаяди ва ҳоказо.

1000 г эритувчида 1 грамм-молекула модда эриганда, музлаш нуқтасининг (ҳисоблашга кўра) пасайиши (молекуляр пасайиш) айни эритувчи учун ўзгармас катталиқдир. Бу катталиқ эритувчининг криоскопик\* константаси деб аталади. Ҳар хил эритувчиларнинг криоскопик константалари турлича бўлади. Қуйида улардан баъзиларини келтирамиз.

#### Криоскопик константалар

Сув . . . . .	1,86°C	Бензол . . . . .	.5 °C
Сирка кислота . . . . .	.3,9°C	Нафталин . . . . .	.6,9°C

Қайнаш нуқталарининг кўтарилишига келганда, Рауль бу хусусда ҳам худди юқоридагига ўхшаш қонунларни топди. Қайнаш нуқтасининг молекуляр кўтарилиши, яъни 1000 г эритувчида 1 грамм-молекула модда эриганда, қайнаш нуқтасининг кўтарилиши эритувчининг эбулоскопик\*\* константаси деб аталади.

\* Грекча «криос»—совуқ, «скопео»—кўряпман, деган сўزلардан олинган.

\*\* Латинча ebullire — қайнайвериб қуримқ сўзидан олинган.

## Эбулиоскопик константалар

Сув . . . . .	.0,52°C	Бензол . . . . .	.2,57°C
Эфир . . . . .	.2 °C	Хлороформ . . . . .	.3,88°C

Рауль қонунларини математик тарзда қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин.

$$\Delta t = KC \quad (1)$$

бунда,  $\Delta t$ —эритувчи музлаш нуқтасининг пасайиши ёки қайнаш нуқтасининг кўтарилиши;  $C$ —1000 г эритувчида эриган модданинг мольлари сони;  $K$ —эритувчининг криоскопик ёки эбулиоскопик константасига тенг бўлган пропорционаллик коэффиценти ( $C=1$  бўлганда  $\Delta t=K$  бўлади).

Модданинг мольлари сони шу модданинг молекуляр оғирлиги  $M$  га бўлинган грами  $m$  га тенг бўлганидан, юқоридаги тенгламада  $C$  ни  $\frac{m}{M}$  га алмаштирсак,

$$\Delta t = K \frac{m}{M} \quad (2)$$

ҳосил бўлади.

Вант-Гофф қонунини қандай эритмаларга татбиқ этиш мумкин бўлса, Рауль қонунларини ҳам шундай эритмаларга татбиқ этиш мумкин: концентранган эритмалар ва электролитларнинг эритмалари бу қонунлардан кўпгина четга чиқади.

Эриган моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлашнинг жуда қулай методлари Рауль қонунларига асосланган. Текшириладиган модданинг молекуляр оғирлигини аниқлаш учун, бу моддадан маълум миқдор тортиб олиниб, маълум миқдордаги эритувчида эритилади ва эритувчининг музлаш температураси қанча пасайгани ёки қайнаш температураси қанча кўтарилгани аниқланади. Агар эритувчининг криоскопик ёки эбулиоскопик константаси маълум бўлса, эритилган модданинг молекуляр оғирлигини шу рақамларга қараб ҳисоблаб чиқиш қийин эмас. Бунинг аксича, эритилган модданинг молекуляр оғирлиги маълум бўлса, худди шундай йўл билан криоскопик ёки эбулиоскопик константани аниқлаш мумкин.

Молекуляр оғирликни эритувчи музлаш нуқтасининг пасайишига қараб аниқлаш методи криоскопик метод деб, қайнаш нуқтасининг кўтарилишига қараб аниқлаш методи эса эбулиоскопик метод деб аталади.

Турли эритувчилардан фойдаланиб, ҳар хил моддаларнинг молекуляр оғирлигини аниқлаш мумкин бўлганлиги учун, иккала метод химияда жуда кенг қўлланилади. Бир қатор

металларнинг молекуляр оғирликлари бир металлнинг иккинчи металлдаги эритмасининг қотиш нуқтасига қараб аниқланган.

Музлаш нуқтасининг пасайишига қараб молекуляр оғирликни топиш мисолини кўриб чиқамиз.

*Мисол.* 2,76 г глицерин 200 г сувда эритилганда, сувнинг музлаш нуқтаси 0,279°C пасайган. Сувнинг криоскопик константаси 1,86°C га тенг. Глицериннинг молекуляр оғирлиги топилсин.

Шу эритмада 1000 г сувга неча грамм глицерин тўғри келишини топамиз.

$$m = \frac{2,76 \cdot 1000}{200} = 13,8 \text{ г}$$

Бор қийматларга қараб глицериннинг молекуляр оғирлигини топамиз:

$$0,279 = \frac{1,86 \cdot 13,8}{M}$$

$$M = \frac{1,86 \cdot 13,8}{0,279} = 92.$$

## ХИ БОБ

### ЭЛЕКТРОЛИТЛАРНИНГ ЭРИТМАЛАРИ

77. Кислота, асос ва туз эритмаларининг суюлтирилган эритмалар учун топилган қонунлардан четга чиқиши. Бундан аввалги бобда Вант-Гоффнинг эритмалар назарияси билан танишдик; бу назария, газлар билан эритмалар ўртасида ўхшашлик борлигига асосланиб, суюлтирилган эритмаларнинг энг муҳим хоссаларини изоҳлаб берган эди. Бу назариядан келиб чиқадиган барча хулосалар жуда кўп моддаларнинг эритмалари устида қилинган экспериментал текширишлар натижасида очиқ-ойдин тасдиқланди. Лекин бир гуруҳ эритмаларнинг ана шу қонунларга бўйсунмаслиги маълум бўлди. Одатдаги тузлар, шунингдек, кўпчилик кислоталар ва эрувчан асосларнинг эритмалари ана шундай эритмалар бўлиб чиқди. Бу эритмаларда буғ босимининг пасайишига ёки музлаш нуқтасининг пасайишига ҳамда қайнаш нуқтасининг кўтарилишига қараб ҳисоблаб топилган осмотик босим юқоридаги назария талаб қилган осмотик босимга қараганда анча ортиқ келиши маълум бўлди. Худди шу катталикларни ўлчаш асосида аниқланган молекуляр оғирликлар эса, бунинг аксича, ҳақиқий молекуляр оғирликлардан ҳамма вақт кам келаверди.

Мисол келтирамиз. 1 г ош тузи 100 г сувда эритилганда эритманинг музлаш температураси сувникига қараганда  $0,617^{\circ}\text{C}$  паст бўлади. Сувнинг криоскопик константаси  $1,86^{\circ}\text{C}$  бўлгани учун, ош тузининг молекуляр оғирлигини ҳисобласак,

$$M = \frac{1,86 \cdot 10}{0,617} = 30,1$$

чиқади.

Ҳақиқатда эса ош тузининг молекуляр оғирлиги 58,5, яъни деярли икки баравар ошиқдир.

Агар ош тузининг ҳақиқий молекуляр оғирлигига суяниб, айни ҳолда эритманинг музлаш температураси қанча пасайиши кераклигини ҳисоблаб чиқарсак, у вақтда

$$\Delta t = \frac{1,86 \cdot 10}{58,5} = 0,318^\circ\text{C}$$

эканлигини топамиз.

Демак, эритма музлаш температурасининг амалда кузатиладиган пасайиши назария айтганидан деярли икки барабар ошиқ бўлади. Музлаш температурасининг пасайиши осмотик босимга пропорционал бўлгани учун, бу эритманинг осмотик босими ҳам Вант-Гофф назарияси кўзда тутган «нормал» осмотик босимдан ортиқ бўлади.

Бошқа тузларнинг эритмалари, шунингдек, кўпчилик кислота ва асосларнинг эритмалари ҳам назарияга (худди шу сингари) мувофиқ келмайди.

74-параграфда айтилганидек, осмотик босим қиймати:

$$P = CRT$$

тенгламаси билан ифодаланади.

Бу тенгламани осмотик босими «нормал бўлмаган» эритмаларга ҳам татбиқ этиш учун, Вант-Гофф унга шу эритманинг осмотик босими нормал босимдан неча марта ошиқ эканлигини кўрсатадиган тузатиш коэффициентини  $i$  ни киритди (бу коэффициент изотопик коэффициент деб ҳам аталади):

$$P = iCRT$$

$i$  коэффициентини ҳар қайси эритма учун экспериментал йўл билан ёки шу эритма бўғи босимининг камайишига, ёхуд музлаш нуқтасининг пасайишига ва қайнаш нуқтасининг кўтарилишига қараб топиларди. Бу катталикларнинг ҳаммаси осмотик босимга пропорционал бўлганидан, улар бирортасининг назарий равишда ҳисоблаб чиқилган катталиқдан неча марта ортиқлигини аниқлаб, шу йўл билан эритманинг осмотик босими нормал босимдан неча марта ортиқ эканлигини билганлар.

Эритманинг осмотик босимини  $P'$  билан, Вант-Гофф ва Рауль қонунарига бўйсунмайдиган эритма қайнаш нуқтасининг кўтарилишини  $\Delta t'_{\text{қайн.}}$  билан ва музлаш нуқтасининг пасайишини  $\Delta t'_{\text{музл.}}$  билан, эритманинг моляр концентрациясига қараб назарий усулда ҳисоблаб топилган осмотик босимини  $P$  билан, қайнаш нуқтасининг кўтарилишини  $\Delta t_{\text{қайн.}}$  билан ва музлаш нуқтасининг пасайишини  $\Delta t_{\text{музл.}}$  билан белгилаймиз. У вақтда  $i$  коэффициентини қуйидаги нисбатлар билан ифодаланади:



$$i = \frac{P'}{P} = \frac{\Delta t'_{\text{қайн.}}}{\Delta t_{\text{қайн.}}} = \frac{\Delta t'_{\text{музл.}}}{\Delta t_{\text{музл.}}}$$

$i$  коэффициентининг баъзи тузлар 0,2н. эритмалари учун Вант-Гофф эритманинг музлаш нуқтаси пасайишига қараб топган қийматлари 9-жадвалда кўрсатилган.

9-жадвал

Баъзи тузларнинг 0,2 н. эритмалари учун  $i$  коэффициентининг қийматлари

Тузнинг номи	Музлаш нуқтасининг пасайиши			
	Формуласи	Амалда бўладиган $\Delta t'_{\text{музл.}}$	Рауль формула лари бўйича ҳисоблаб чиқилган $\Delta t_{\text{музл.}}$	$i = \frac{\Delta t'_{\text{музл.}}}{\Delta t_{\text{музл.}}}$
Калий хлорид . . . . .	KCl	0,673	0,372	1,81
Калий нитрат . . . . .	KNO <sub>3</sub>	0,664	0,372	1,78
Магний хлорид . . . . .	MgCl <sub>2</sub>	0,519	0,186	2,79
Кальций нитрат . . . . .	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,461	0,186	2,48

9-жадвалдаги маълумотлар ҳар хил тузлар учун  $i$  коэффициентини ҳам ҳар хил эканлигини кўрсатади. Бундан ташқари, эритма суюлтирилган сари бу коэффициент ортиб бориб, 2, 3, 4 каби бутун сонларга яқинлашиши маълум бўлди. Таркиби бир-бирига ўхшаш тузларда бу сонлар бир хил бўлади. Масалан, бир валентли металл ва бир негизли кислотадан ҳосил бўлган барча тузларнинг эритмалари етарли даражада суюлтирилса, бу тузларнинг ҳаммасида ҳам  $i$  нинг қиймати 2 га, икки валентли металл ва бир негизли кислоталардан ҳосил бўлган тузларда эса 3 га тенг бўлади ва ҳоказо.

Шундай қилиб, кислота, асос ва тузлар сувда эриб, бошқа барча моддаларнинг эквимолекуляр миқдорлари ҳосил қилган эритмаларга қараганда анча ошиқ осмотик босимни вужудга келтиради. Бу ҳодисани Вант-Гофф назариясига зид келмайдиган ҳолда қандай изоҳлаб берса бўлади?

Аввало, бунга ўхшаган ҳодисанинг баъзи газларда ёки газсимон ҳолатдаги баъзи моддаларда ҳам кузатилишини кўрсатиб ўтамыз. Масалан, берк идишда қиздирилган аммоний хлорид NH<sub>4</sub>Cl фосфор (V)-хлорид (фосфор пентахлорид) PCl<sub>5</sub>, йод ва бошқа моддаларнинг буғлари Гей-Люссак қонуни асосида топиладиган босимдан кўра кўпроқ босим кўрсатади. Бунинг аксича, шу моддаларнинг буги зичлигини аниқлаш асосида ҳисоблаб топилган молекуляр оғирликлари, назарий молекуляр оғирлигидан кам бўлиб чиқади.

Газсимон моддаларда бу ҳодисани диссоциация туфайли бўлади деб изоҳлаш осон. Агар аммоний хлорид NH<sub>4</sub>Cl қиздирилганда NH<sub>3</sub> ва HCl молекулаларига парчаланса, деб фараз қилсак, равшанки, ҳажм ўзгармаганда заррачалар со-

нига боғлиқ бўлган босим икки баравар ортиши керак. Ўзгармас босимда газнинг ҳажми икки баравар ортиши, демак, унинг зичлиги икки баравар камайиши керак. Диссоциация тўла бўлмаганда молекулаларнинг бир қисмигина парчалангани ва босим бирор ўртача қийматга тенг бўлади.

Нормал бўлмаган юксак осмотик босимга эга эритмаларда ҳам эритилган модда молекулалари қандайдир янада майдароқ заррачаларга парчалангани, деб ўйлаш табиийдир. Аммо осмотик босим эритилган модданинг оғирлик миқдорига боғлиқ бўлмасдан эритманинг ҳажм бирлигидаги заррачалари сонигагина боғлиқ бўлганидан, заррачаларнинг сони кўпайган сари осмотик босим ҳам ортади. Бундай фарзни биринчи марта 1887 йилда швед олими Аррениус\* айтди ва бу фараз унинг кислоталар, асослар ва тузларнинг сувдаги эритмалари ҳоссаларини изоҳлаб берувчи назариясига асос бўлди.

78. Эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги. Юқорида айтилганидек (40-параграфга қаралсин), электр токини яхши ўтказувчилар қаторига металллардан ташқари, суюқлантирилган тузлар ва асослар ҳам киради. Асос ва тузларнинг сувдаги эритмалари ҳам ток ўтказиш хусусиятига эга. Сувсиз кислоталар ёмон ўтказгичлардир, бироқ кислоталарнинг сувдаги эритмалари токни яхши ўтказишади. Кислоталар, асослар ва тузларнинг бошқа суюқликлардаги эритмалари, кўпинча, токни ўтказмайди, лекин бундай эритмалар нормал осмотик босимга эга бўлади. Шакар, спирт, глицериннинг сувдаги эритмалари ва осмотик босими нормал бўлган бошқа эритмалар ҳам электр токини ўтказмайди.

Моддаларнинг электр токига нисбатан ҳар хил муносабатда бўлишини қуйидаги тажрибада кўрсатиш қийин эмас.

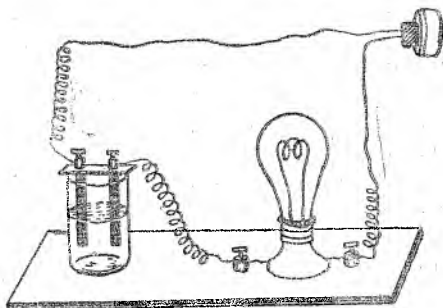
Эритиш тармоғидан келган симларни иккита кўмир ёки металл пластинка билан — электродлар билан бирлаштирамиз (66-расм). Симларнинг бирига электр лампасини улаймиз, бу лампа, қўпол суратда бўлса ҳам, занжирда ток борлигини кўрсатиб туради. Энди, электродларнинг учларини қуруқ ош тузи ёки сувсиз сульфат кислотага туширамиз. Бу моддалар ток ўтказмаганидан занжир уланмайди, натижада

\* Сванте Аррениус (1859—1927), Стокгольм университетининг профессори ва Нобель институтининг директори бўлиб ишлади. Эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини ўрганиш натижасида кислота, ишқор ва тузлар эритмаларининг электр токини ўтказишини изоҳлаб берадиган ва электролитик диссоциация назарияси деб аталадиган назарияни тақлиф қилди.

Аррениус астрономия, космик физика ва физик-химия қонувларини биологик процессларга татбиқ этиш соҳасида ҳам бир қанча текширишлар олиб борди.

лампа ёнмайди. Электродларнинг учларини дистилланган тоза сувли стаканга солинганда ҳам худди шундай ҳодиса кузатилади. Бироқ сувда озроқ туз эритилса ёки унга бирор кислота, ё бўлмаса, асос қўшилса, лампа ўша заҳоти равшан ёна бошлайди. Агар электродлар шакар, глицерин ва бошқа моддаларнинг эритмаларига туширилса, лампа яна ёнмай қўяди.

Демак, эритмалар ичида асосан, кислоталар, асослар ва тузларнинг сувдаги эритмалари электр тоқини ўтказиш хусусиятига эга. Қуруқ тузлар, қаттиқ ҳолатдаги сувсиз кислота ва асослар электр тоқини ўтказмайди; тоза сув ҳам ток ўтказмайди деса бўлади. Афтидан, кислота, асос ва тузлар сувда эриганида қандай бўлмасин катта ўзгаришларга учрайди, ҳосил бўладиган эритмаларнинг электр ўтказишига шу ўзгаришлар сабаб бўлади.



66-расм. Эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини солиштириб кўриш учун ishlatiladigan asbob.

Электр тоқи эритмалар орқали ўтар экан, эритмаларда, худди қотишмалардагидек, химиявий ўзгаришларни вужудга келтиради, бу ўзгаришлар эритилган модда ёки эритувчининг парчаланиш маҳсулотларининг эритмадан ажралиб чиқиши билан ифодаланади. Эритмалари электр тоқини ўтказадиган моддалар электролитлар деб аталади. Кислота, асос ва тузлар электролитлардир.

Электролит эритмасидан электр тоқи ўтказилганда содир бўладиган химиявий процесс электролиз деб аталади. Кислота, асос ва тузлар электролизи вақтида электродларда ажралиб чиқадиган маҳсулотларни текшириб, катодда ҳамма вақт металл ёки водород, анодда эса кислота қолдиқлари ёки гидроксил группалар ажралиб чиқиши аниқланган, шу кислота қолдиқлари ва гидроксил группалар яна ўзгаришларга учрайди. Шундай қилиб, электролизнинг бирламчи маҳсулотлари кислота, асос ва тузларнинг таркибий қисмлари бўлиб, улар алмашиниш реакциясида бир моддадан иккинчи моддага ўзгармасдан ўтади.

79. Электролитик диссоциация назарияси. 1887 йилда илмий журналлардан бирида Аррениуснинг «О диссоциации растворенных в воде веществ» («Сувда эриган моддалар дис-

социацияси тўғрисида») деган мақоласи босилиб чиқди. Аррениус бу мақоласида эритмаларнинг электр ўтказувчанлиги устида қилган ўз текширишларининг натижаларини кўрсатиб, эритмаларнинг электр ўтказиш хусусияти билан ўша эритмаларнинг Рауль ҳамда Вант-Гофф қонулларига бўйсунмаслиги ўртасида яқин боғланиш борлигига эътибор берди.

Аррениус эритма электр ўтказувчанлигини ўлчаб, унинг осмотик босими қийматини, демак, аynи эритма учун тузатиш коэффициентини  $i$  ни ҳисоблаб топиш мумкинлигини кўрсатди.  $i$  нинг Аррениус электр ўтказувчанликни ўлчаш йўли билан топган қиймати Вант-Гоффнинг худди шу эритмалар учун бошқа усуллар билан топган қийматларига жуда яқин келди.

Аррениуснинг фикрича электролитнинг осмотик босими ниҳоятда юқори бўлишига ўша эритма молекулаларининг электр билан зарядланган заррачаларга (бундай заррачаларни Аррениус ионлар\* деб атади) диссоциланиши сабаб бўлади. Бунинг натижасида, биринчи томондан, эритмадаги заррачаларнинг умумий сони, демак, эритманинг осмотик босими ҳам ошади, иккинчи томондан, ҳосил бўлган ионлар туйғайли, эритма электр ўтказиш хусусиятига эга бўлиб қолади.

Аррениус ўз мақоласида айтган фарзларини кейинчалик бутун бир назария қилиб ривожлантирди, бу назария — электролитик диссоциация назарияси (ёки ион назарияси) деб аталди.

Бу назариянинг асосий қоидалари қуйидагилардан иборат:

1. Электролитларнинг молекулалари сувда эриганда маълум даражада ионларга, яъни электр билан зарядланган заррачаларга парчаланadi. Ҳар бир модда бири мусбат зарядланган, иккинчиси манфий зарядланган икки хил ион ҳосил қилади. Қислоталар, асослар ва тузларда мусбат зарядланган ионлар водород ва металл ионлари бўлиб, манфий зарядланган ионлар кислота ва сув қолдиқларидир. Масалан, ош тузи  $\text{NaCl}$  кристаллари мусбат зарядланган натрий ионлари  $\text{Na}^+$ га ва манфий зарядланган хлор ионлари  $\text{Cl}^-$  га, нитрат кислота  $\text{HNO}_3$  молекулалари мусбат зарядланган водород ионлари  $\text{H}^+$  га манфий зарядланган  $\text{NO}_3^-$  ионларига парчаланadi ва ҳоказо. Шундай қилиб, ионлар «оддий» ёки «элементар», яъни бир атом ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ) дан ва «мураккаб» бир неча атомдан, масалан,  $\text{NO}_3^-$  дан иборат бўлиши мумкин.

Бир хил ионларда бўлган мусбат зарядларнинг йиғиндисига бошқа хил ионларнинг манфий зарядлари йиғиндисига тенг

\* Бу терминни дастлаб Фарадей ишлатган, лекин унинг маъноси ўша вақтда бир оз бошқачароқ эди.

бўлади, шунга кўра, бутун эритма, умуман олганда, электро-нейтрал бўлиб қолади.

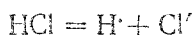
2. Ионлар нейтрал атом ёки молекулалардан ўзларининг электр зарядига эга бўлганлиги жиҳатидан фарқ қилиши билан бирга, уларнинг хоссалари ҳам бутунлай бошқачадир. Масалан, водород ионлари одатдаги газсимон водородга мутлақо ўхшамайди: одатдаги газсимон водород сувда деярли эримайди, водород ионлари эса эритма таркибида жуда кўп бўлиши мумкин; металл ҳолатидаги натрий сув билан шиддатли суратда ўзаро таъсир этиб, ўювчи натрий ҳосил қилади, натрий ионлари эса сувга таъсир қилмайди, хлор ионларида ҳид ҳам, ранг ҳам ва газ ҳолатидаги хлорга хос бўлган бошқа хоссалар ҳам бўлмайди;  $\text{SO}_4^{--}$  ионлари манфий зарядланган ҳолда фақат эритмалардагина бўлиши мумкин. Бу таркибга эга бўлган нейтрал молекулалар маълум эмас; гидроксил ионлари ва бошқа кўпгина ионлар тўғрисида ҳам шу фикрни айтиш мумкин.

Эритма орқали электр токи ўтказилганда ионлар икки қарама-қарши томонга қараб ҳаракат қилади: мусбат зарядланган ионлар манфий зарядланган электродга — катодга қараб йўналади, манфий ионлар, бунинг аксича, мусбат электрод — анодга қараб ҳаракат қилади. Катодга қараб ҳаракат қиладиган ионлар к а т и о н л а р деб, анодга қараб ҳаракат қиладиган ионлар э с а а н и о н л а р деб аталади. Ионлар электродларга этиб келгандан кейин, зарядни йўқотиб нейтрал атомлар ёки атомлар группаларига айланади, шу билан бирга, улар ўзларининг зарядлари бор вақтда касб этган характерли хоссаларини ҳам йўқотади. Бу нейтрал атомлар ёки атомлар группалари ё ўз ҳолича эритмадан ажралиб чиқади, ёки яна бошқа ўзгаришларга учраб, янги моддаларни ҳосил қилади.

Аррениус назариясига кўра, электролитнинг ионларга парчаланиши, илгари ўйланганидек, электр тоқининг таъсири билан эмас, балки электролит сувда эриган вақтдаёқ вужудга келади. Аррениус назариясининг ана шу жойи айниқса муҳим аҳамиятга эга. Тоқ ўтказиш хусусиятига эга бўлган ҳар қандай эритмада эркин ионлар бўлади; ионларнинг бўлиши эритманинг электролиз қилиниш ёки электролиз қилинмаслигига боғлиқ эмас. Тоқнинг эритмага таъсири эса фақат ионларни электродларга қараб ҳаракатлангиришдан иборатдир, ионлар бу электродларда зарядсизланади.

Электролитларнинг эритувчи таъсирида ионларга парчаланиши электролитик диссоциация деб аталади ва одатдаги химиявий тенгламалар билан ифодаланади. Бу тенгламаларда чап томонга парчаланадиган моддалар фор-

муласи ёзилса, ўнг томонга шу моддалардан ҳосил бўладиган ионлар ёзилади. Биз + ва — белгиларини туз кристаллари ва ионли бошқа бирикмаларда боғланган ионларни белгилаш учун ишлатиб, эритмадаги эркин ионлар зарядларини: ва' белгилари билан кўрсатамиз. Масалаи, HCl нинг ионларга диссоцилланиши



шаклида ёзилади.

Шу бобнинг бошида айтиб ўтилган нормалмас осмотик ҳодисаларнинг сабаби электролит эритмаларида ионлар бoрлигидир деб изоҳлаш қийин эмас. Ош тузи суюлтирилган эритмасининг осмотик босимини мисол қилиб келтирган эдик, бундай эритманинг осмотик босими Вант-Гофф қонуни асосида ҳисоблаб топилган осмотик босимдан деярли икки барабар ортиқ бўлиб чиққан эди. Бундай ҳодисанинг сабабини тушуниш энди қийин эмас. Ош тузининг «молекулалари» (ош тузи кристалларида айрим молекулаларнинг йўқлиги Аррениус замонида маълум эмас эди) эритмада иккита ионга: Na<sup>+</sup> ва Cl<sup>-</sup> ионларига парчланади. Агар эритмага ўтган «молекулалар» нинг ҳаммаси ионларга диссоцилланса, у вақтда, ҳосил бўлган ионлар сони олинган молекулалар сонига қараганда икки барабар ортиқ бўлади. Ош тузининг бир грамм-молекуласидан  $6,02 \cdot 10^{23}$  та заррача эмас, балки бундан икки ҳисса кўп заррача ҳосил бўлади. Осмотик босим эритмадаги заррачалар табиатига эмас, балки уларнинг сонигагина боғлиқ бўлганидан, у ҳам икки барабар ортиши керак.

Худди шунингдек, барий хлориднинг тенгламаси бўйича



диссоцилланидиган, жуда суюлтирилган эритмасининг осмотик босими ҳам Вант-Гофф қонуни асосида ҳисоблаб топилган осмотик босимга қараганда уч марта ортиқ бўлади, чунки бундай эритмада заррачаларнинг сони BaCl<sub>2</sub> молекулалари ҳолидагига қараганда уч ҳисса кўп.

Шундай қилиб, электролитлар сувдаги эритмаларининг биринчи қараши Вант-Гофф қонунига зид келадиган хусусиятларини худди ўша қонун асосида изоҳлаш мумкин бўлди.

Аммо Аррениус назарияси эритмаларда бўладиган ҳодисаларнинг жуда мураккаб эканлигини ҳисобга ола олмади. Бу назария аслида механистик назария бўлиб ионларни таъмомила эркин, эритувчининг молекулаларидан мустақил бўлган заррачалар деб қаради. Менделеевнинг эритмалар ҳақидаги химиявий назарияси ёки гидратлар назарияси Аррениус назариясига қарши турди. Менделеев назарияси эриган

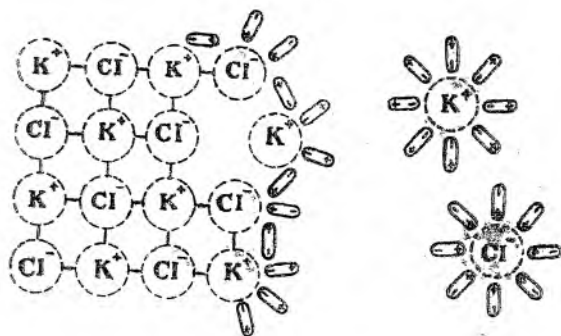
модда эритувчи билан ўзаро таъсир этади (эриган модда заррачалари эритувчи заррачалари билан бирикади) деган тушунчага асосланади. Иккала назария ўртасида гуё бордек бўлиб кўринган зиддиятни Каблуков\* йўқотди; у, ионлар гидратланади, яъни улар сув молекулалари билан беқарор бирикмалар ҳосил қилади, деган жуда муҳим фикрни биринчи бўлиб майдонга ташлади. Ҳозирги вақтда рад этиб бўлмайдиган факт ҳисобланувчи бу фараз, кейинчалик, Аррениус ва Менделеев назарияларини бирлаштиришга сабаб бўлди. Эритмалар химиясининг кейинги бутун тараққиёти электролитик диссоциация назарияси гидратлар назариясига зид бўлмасдан, балки Менделеев яратган тушунчаларга асосланмаса, ривожлана олмаслигини кўрсатди.

**80. Диссоциация процесси.** Электролитик диссоциация назарияси пайдо бўлган вақтда атомлар материянинг бўлинмас энг оддий заррачалари, деб ҳисобланар эди. Атомларнинг мураккаб структураси ҳақидаги тасаввур кейинроқ вужудга келди. Шунинг учун, у вақтда электронейтрал молекулалар диссоциланганда ҳосил бўладиган заррачаларда электр зарядининг қаердан пайдо бўлишини ва нима учун фақат кислота, асос ва тузларнинг молекулаларигина бундай диссоциацияга учрашини тушуниш қийин эди. Аммо атом ва молекулалар тузилиши тўғрисидаги таълимот ривожланиши билан бу ҳамма ҳодисаларнинг сабабини тушунтириб беришга йўл очилди.

Кўнгинга электродитларнинг ҳатто қаттиқ ҳолатда ҳам ионлардан иборат бўлишини ҳозир биламиз. VI собда, кристалларнинг ички тузилиши кўриб чиқиляётганда, тузларнинг кристаллари молекулалардан эмас, балки мусбат ва манфий зарядланган ионлардан тузилган бўлиб, бу ионлар кристаллик панжара тугунида маълум тартибда жойлашади ва электростатик тортишув кучлари туфайли ўшандай ҳолатда тутиб турилади, дейилган эди. Қаттиқ ҳолатдаги кўпгина асослар ҳам, афтидан, худди шундай тузилишда бўлади. Табиийки, бундай электродитлар сувда эриганда ионлар қаттиқ электродитда бўлмайдиган нейтрал молекулалар ҳолида эмас, балки мустақил бириклар ҳолида эритмага ўтиши керак.

\* Каблуков Иван Алексеевич (1857—1942) эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини ўрганиш устида кўп йил ишлади. «Химиявий мувозанат ҳақидаги таълимот нуқтани назардан ҳозирги замон (Вант-Гофф ва Аррениус) назарияси» деган докторлик диссертацияси ана шу ишларининг натижасидир. Бу диссертация Россияда физик-химиянинг ривожланишига катта таъсир кўрсатди ва электролитик диссоциация назариясининг янада такомил эттишига йўл очди.

Кристалларнинг айрим ионларга парчаланиш процессининг ўзи, афтидан, қуйидагича боради. Сув молекулалари қутбли бўлади, яъни улар диполлардир. Бирор тузнинг, масалан, калий хлориднинг кристалли сувга тушганда унинг сиртидаги ионлар сувнинг поляр молекулаларини ўзига тортади (67-расм). Калий ионларига сув молекулалари ўзининг манфий қутби билан, хлор ионларига эса мусбат қутби билан



67-расм. Тузнинг эриш механизми

тортилади. Агар ионлар сув молекулаларини ўзига тортадиган бўлса, сув молекулалари ҳам шундай куч билан ионларни ўзига тортади.

Айни вақтда сувнинг тортилиб турган молекулаларини ҳаракатда бўлган бошқа молекулалар туртиб туради. Ионларнинг кристаллдан ажрალიши ва эритмага ўтиши учун бу турткилар кифоя қилади. Ионларнинг биринчи қаватидан кейин иккинчи қавати эритмага ўтади ва шу тариқа кристалл аста-секин эриб боради.

Эритмага ўтган ионлар сув молекулалари билан боғланиб қолиши мумкин, у вақтда булар ионларнинг гидратларини ҳосил қилади. Ана шундай гидратланган ионларнинг борлиги кўпгина ҳолларда аниқ исбот этилган. Масалан, водород иони эритмада ҳаминша сувнинг бир молекуласи билан боғланиб, гидроксоний иони  $\text{H}_3\text{O}^+$  ни ҳосил қилади. Кўпгина металл ионлари ҳам худди шундай гидратланган ҳолда бўлади. Катионлар, одатда, анионлардан кўра кичикроқ бўлади, шу муносабат билан, катионлар сув молекулаларини кучлироқ тортади. Катсион радиуси қанча кичик бўлса, гидратланган ион таркибида сув молекулалари шунча кам бўлади. Бериллийнинг кичик катиони  $\text{Be}^{++}$  тетрагидрат  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{++}$  ҳосил қилади; йirik  $\text{Mg}^{++}$  ва  $\text{Al}^{+++}$  катионлари  $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{++}$  ва  $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{+++}$  таркибли гексагидратлар ҳосил қила-

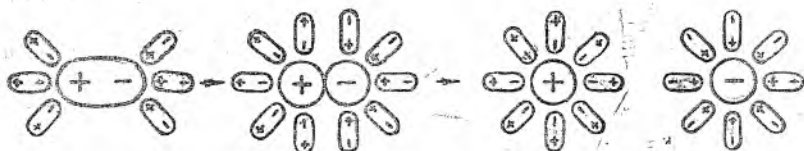


ди. К<sup>+</sup> ва бошқалар каби йирик катионлар эса бундан ҳам кўпроқ даражада гидратланган бўлади.

Шундай қилиб, диссоциация натижасида асл ионлар эмас, балки ионларнинг эритувчи молекулалари билан боғланган бирикмалари ҳосил бўлади. Бироқ диссоциация тенгламасини ёзишда, уни соддалаштириш учун, ион гидратлари (ёки сольватлари) формуласи ёзилмай, кўпинча, ион формулаларининг ўзигагина ёзилади, бунинг устига ионларнинг гидратланиш даражаси, яъни ионлар билан боғланган сув молекулаларининг сони баъзан номаълум бўлади ва эритманинг концентрациясига ҳамда бошқа шароитга қараб ўзгара олади.

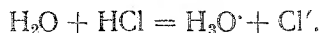
Ионлар ёки уларнинг гидратлари эритмада тартибсиз равишда тўхтовсиз ҳаракат қилиб туради. Улар бир-бири билан тўқнашиб, бирикиши ва молекулалар ҳосил қилиши мумкин; бу молекулалар ҳам қайтадан ионларга парчаланган олади. Эритма концентрацияси қанча кўп бўлса, ионлар ҳам шунча тез-тез тўқнашиб туради. Шу муносабат билан эритмаларда, хусусан, концентранган эритмаларда, ионлар билан бир қаторда диссоциланмаган молекулалар ҳам бўлиши мумкин.

Кристаллик панжараси ионлардан ҳосил бўлган моддаларгина эмас, балки қутбли молекулалардан тузилган кўпгина моддалар ҳам сувдаги эритмаларда ионларга парчаланган.



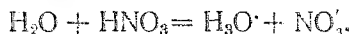
68-расм. Эритмада поляр молекулаларнинг диссоцилланиши.

Қутбли молекулаларнинг диссоцилланиш схемаси 68-расмда кўрсатилган. Қутбли молекула учига тортилган сув молекулалари қутбли молекулани гўё чўзиб, унинг қутбларини бир-биридан қочиради, бунинг натижасида, молекула айрим ионларга парчаланган. Айни вақтда мусбат ион протон (яъни водород ядроси) бўлса, у гидроксоний иони ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) тарзида сув молекуласи билан маҳкам боғланган. Масалан, водород хлорид сувда эриганда қуйидаги тенглама билан ифода қилса бўладиган химиявий реакция боради:



Бу реакцияда водород билан хлор атомлари ўртасидаги қутбли ковалент боғ узилган, бунда электронлар жуфти хлорнинг  $\text{Cl}^-$  ионларига айланган атомида қолади, протон эса сув молекуласидаги кислород атомининг электрон қобилига кириб, гидроксоний иони  $\text{H}_3\text{O}^+$  ни ҳосил қилади.

Сувда бошқа кислоталар, масалан, нитрат кислота эритилганда ҳам шунга ўхшаш химиявий реакция боради:



81. Турли эритувчиларнинг ионлаш таъсири. Ҳозиргача биз фақат сувдаги эритмаларда бўладиган диссоциацияни кўриб чиқдик. Аммо, сувдан ташқари, чумоли кислота, вино спирти, ацетон каби бошқа эритувчилар ҳам бор; бундай эритувчиларда ҳам электролитлар гарчи камроқ даражада бўлса-да, диссоциланади. Бундай эритувчилар ионлаштираувчи эритувчилар деб аталди. Буларнинг молекулалари ҳам, сув молекулалари сингари, равшан ифодаланган қутблилиги билан ажралиб туради. Аксинча, қутбсиз ёки кам қутбли эритувчиларда, масалан, бензол, эфир, углерод сульфидда ионларга диссоциланиш кузатилмайди.

Турли эритувчиларнинг ионлаштирувчи хусусияти ҳақида уларнинг диэлектрик ўтказувчанликлари (диэлектрик константалари)га қараб фикр юритиш мумкин.

Айни муҳитда икки заряд ўртасидаги ўзаро таъсир кучи ҳавосиз фазода бўладиган ўзаро таъсир кучидан неча марта кам эканлигини кўрсатувчи катталик ўша муҳитнинг диэлектрик ўтказувчанлиги (диэлектрик константаси) деб аталади. Эритувчининг диэлектрик константаси билан эритувчи молекулаларининг қутблилиги ўртасида маҳкам боғланиш бор. Баъзи суюқликларнинг диэлектрик константаси қийматининг катта бўлишига сабаб шуки, бу суюқликларнинг молекулалари катта диполь моментга эга бўлади.

Баъзи эритувчиларнинг 25°Cдаги диэлектрик константалари 10-жадвалда келтирилган.

10- жадвал

Баъзи эритувчиларнинг диэлектрик константалари

Модданинг номи	Диэлектрик константаси	Модданинг номи	Диэлектрик константаси
Сув . . . . .	78,3	Хлороформ . . . . .	4,724
Чумоли кислота . . . . .	57,9*	Диэтил эфир . . . . .	4,22
Этил спирт . . . . .	25,2	Углерод сульфид . . . . .	2,625
Ацетон . . . . .	20,74	Бензол . . . . .	2,275

Одатдаги эритувчилардан диэлектрик константаси энг юқори бўлгани сувдир, шу билан бирга, у энг яхши ионланти-

\* 20° С температурада.

рувчи эритувчидир. Сувнинг диэлектрик константаси 78,3 га тенг. Бу, зарядланган ионлар ўртасидаги ўзаро таъсир кучлари сувдаги эритмаларида кристаллар орасида бўладиган таъсир кучларига қараганда 78,3 марта кам демакдир. Диссоциация ҳодисаси юзага чиқмайдиган эфир, бензол, углерод сульфид сингари эритувчиларнинг диэлектрик константалари жуда кичик бўлади. Спирт, ацетон ва кучсиз ионлантирувчи бошқа эритувчиларнинг диэлектрик константалари ўртача ўринни эгаллайди.

Сувдан бошқа эритувчиларнинг ионлантирувчи таъсирини даставвал Каблуков текширган. Каблуков 1889 йилда этил эфирда ва амил спиртда эриган водород хлориднинг электр ўтказувчанлигини биринчи бўлиб ўлчаб кўрди. Шундан кейин, кўпгина химиклар сувдан бошқа эритувчилардаги эритмаларни текшириш билан шуғуллана бошладилар. Уларнинг хизматлари туфайли, электролитик диссоциация назарияси янги йўналишда кенгайди ва эриган модда молекулаларига муҳитнинг диссоциловчи таъсири тушунарли бўлиб қолди.

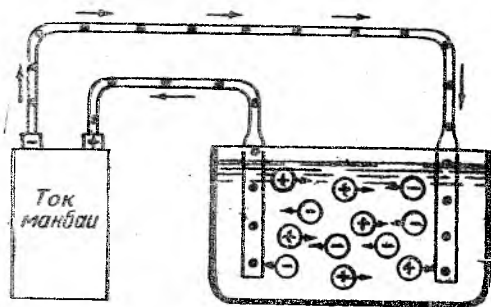
**82. Эритмалар орқали ток ўтиш механизми.** Ҳозирги замон қарашларига кўра, металл ўтказгичлардаги электр токи — ток манбаининг катодидан анодига қараб ҳаракатланувчи электронлар оқимидан иборат.

Ток манбаи, масалан, гальваник элемент шундай асбобки, унинг манфий қутбда мусбат қутбдагига қараганда кўпроқ электронлар йиғилади, шу сабабдан, манфий қутбда гуё электронлар босими ҳосил бўлади. Агар гальваник элемент қутблари металл сим билан туташтирилса, электронлар ана шу босим таъсири остида манфий қутбдан мусбат қутбга қараб ҳаракат қила бошлайди, бу ҳодиса газнинг босим кўп жойдан босим кам жойга ўтишига ўхшайди, манфий қутбда камайган электронлар ўрнини ток манбаи дарҳол тўлдириб туради, бунинг натижасида, электронлар ўтказгичда тўхтовсиз суратда айланиб юради. Ток манбаи мусбат қутб орқали электронларни сўриб оладиган ва ўтказгичга уларни манфий қутб орқали яна чиқариб турадиган насосга ўхшаб ишлайди.

Агар электр ўтаётган сим кесиб кўрилса, унинг бир учи, унда электронлар ортиқча миқдорда йиғилганидан, манфий зарядли бўлса, иккинчи учи унда электронлар етишмаганидан, мусбат зарядли бўлади; шу билан симдаги электронлар ҳаракати тўхтаб қолади.

Энди, бирор электролит, масалан, хлорид кислота эритмасига ток манбаи билан туташтирилган иккита электрод туширилган деб фараз қилайлик. Бу электродлар ток манбаига улоғлиқ тургани учун, уларнинг бири мусбат, иккинчиси ман-

фий зарядланган бўлади. Сувнинг ўзи ўтказгич эмас, электронлар сувда симдаги каби катоддан анодга қараб ҳаракат қила олмайди, аммо эритмадаги ионлар электродларга тортилиб, дарров икки қарама-қарши томонга, яъни мусбат ионлар катодга, манфий ионлар анодга қараб ҳаракатлана бошлайди (69- расм). Мусбат ионлар катодга етгандан сўнг, ундан ўзида етишмаган электронни олади ва нейтрал атомлар ҳолатига ўтади. Шу билан бир вақтда, манфий ионлар ҳам



⊕ Катсион ⊖ Анион • Электрон

69- расм. Эритмадан ток ўтиш механизми.

ўзидаги «ортиқча» электронларни анодга бериб, нейтрал атом ёки молекулалар қолдиқларига айланади. Электронларнинг тўхтовсиз суратда катоддан ионларга ўтиб ва анодга кириб туриши туфайли, элемент (ток манбаи) қутбларини электродлар билан туташтирувчи симларда электронларнинг ҳаракати давом этади.

Эритманинг ўзида эса электронлар ҳаракатланмасдан, мусбат ва манфий зарядланган ионлар ҳаракатланади. Шу ионлар электронларни эритма орқали катоддан анодга (гарчи анионлар анодга катоддан эритмага ўтган электронларни бермай, ўзларининг электронларини берса ҳам) олиб ўтади.

Юқоридаги айтилганлардан, ионлари бўлмаган эритмаларнинг электр токини ўтказа олмаслиги очиқдан-очиқ кўриниб турибди.

Эритма орқали электр токи ўтганда ионларнинг ҳаракатланишини тажрибада бевосита аниқлаш мумкин. Шу мақсадда, ионлари рангли бўлган тузлардан фойдаланиш айниқса қулайдир. Масалан, мис купоросининг кўк эритмасини олайлик. Бу эритма рангини,  $SO_4^{2-}$  ионларининг рангидир, дейиш тўғри бўлмайди, чунки  $SO_4^{2-}$  ионлари бор кўпгина эритмалар (масалан,  $H_2SO_4$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $ZnSO_4$  ва бошқалар эритмалари) рангсиздир. Мис тузларининг суюлтирилган эритмаларигина кўк рангда бўлади, бундан эритмадаги кўк ранг мис ионларига (аниқроғи, уларнинг гидратларига) хос, деб хулоса чиқаришга тўғри келади.

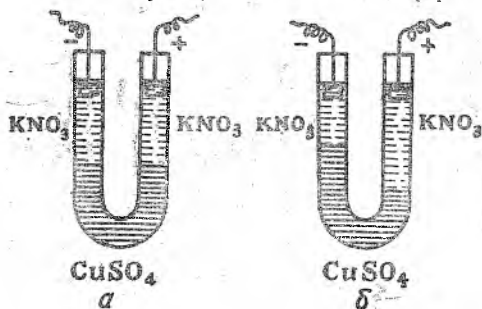
Ана шу ионлар ҳаракатини кузатмоқ учун, U симон найга (70- расм) мис купоросининг озроқ агар-агар (денгиз сув ўтларидан олинадиган органик модда) қўшилган иссиқ сувдаги

эритмаси қуйилади. Эритма совигандан кейин, ионлар ҳаракатига сезиларли даражада тўсқинлик қилмайдиган ивиққа айланади. Ана шу ивиқ масса устига найнинг иккала томонидан бирор тузнинг, масалан,  $KNO_3$  нинг рангсиз эритмаси қуйилади (бу эритмага ҳам агар-агар қўшилган бўлади). Ток ўтказилганда миснинг кўк тусли ионлари манфий электродга қараб ҳаракатланади ва найнинг чап томонидаги агар-агарнинг рангсиз қаватини секин-аста кўк тусга, пастдан юқорига қараб бўйй бошлайди. Айни шу вақтда найнинг ўнг томонидаги кўк эритма билан рангсиз эритма ўртасидаги чегара секин-секин пастга туша бошлайди.

Ионлар ҳар хил тезлик билан ҳаракат қилади, ионлар ҳаракатининг тезлиги уларнинг табиатидан ташқари, температура билан ток кучланишига ҳам боғлиқдир. Температура кўтарилиб,

ток кучланиши ортган сари, ионлар тобора тез ҳаракат қилади. Водород ионлари бошқа ионларга қараганда энг тез ҳаракатланади; бироқ бу ионлар ҳам жуда секинлик билан температура  $18^{\circ}C$  бўлганда ва ток кучланиши 1 см ораликда 1 вольт пасайганда, минутига атиги 0,2 см тезлик билан ҳаракат қилади. Баъзи бошқа ионларнинг худди ана шундай шаронтдаги ҳаракат тезлиги қуйидаги рақамлар билан ифодаланади:  $OH^-$ —0,11 см/мин,  $Na^+$ —0,027 см/мин,  $Cl^-$ —0,0415 см/мин,  $NO_3^-$ —0,039 см/мин.

83. Диссоциация даражаси. 79-параграфда айтилганидек, электродитларнинг эритмаларида юксак аномал осмотик босим бўлишига сабаб, электродитлар молекулаларининг ионларга диссоциланишидир. Агар эриган молекулаларнинг ҳаммаси ҳам ионларга ажралганда эди, электродитларнинг эритмаларидаги осмотик босим электродит бўлмаган моддаларнинг эквимолекуляр эритмаларидаги осмотик босимга қараганда ҳаммиша бутун сон марта ортиқ бўлади, деб кутиш керак эди. Бироқ Вант-Гофф турли тузларнинг эритмалари учун  $i$  коэффициентини аниқлаб, эритма суюлтирилган сари бу коэффициентнинг 2, 3, 4 ва ҳоказо каби бутун сонларга яқин бўлган касрли сонлар билан ифодаланишини топди,



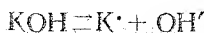
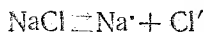
70- расм. Мис купороси эритмаси солинган найлар:

a — электр токи ўтказилишидан олдин; б — электр токи ўтказилгандан кейин.

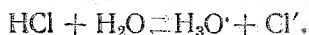
Аррениус бу фактни изоҳлаб бериш учун, одагдаги эритмаларда молекулаларнинг фақат бир қисмигина ионларга диссоциланади ва эритма қанчалик концентрланган бўлса, бу диссоциация шунчалик кам бўлади, деган фаразни майдонга ташлади.

Аррениуснинг фикрига кўра, чала диссоциация бўлишининг сабаби шундаки, эритмаларда молекулаларнинг ионларга парчаланиши билан бир қаторда, унга тескари процесс, яъни ионларнинг ўзаро бирикиб, молекулалар ҳосил қилиш процесси ҳам содир бўлади. Молекулалар парчаланган сари диссоциация тезлиги сусайиб боради, лекин, аини вақтда, тескари процесснинг тезлиги ортади. Натижада, мувозанат ҳолати қарор топади; мувозанат вақтида диссоциланмаган молекула ва ионларнинг нисбий сони ўзгармас бўлиб қолади, яъни диссоциация охиригача бормайди.

Демак, ҳар қандай диссоциация сингари, электролитик диссоциация ҳам қайтар процессдир; диссоциация тенгламаларида тенглик аломаги ўрнига иккита стрелка қўйиш билан бу процесснинг қайтар процесс эканлиги ифодаланади. Масалан:



Кислоталарнинг, масалан, HClнинг диссоциланишини қуйидагича ифодалаш керак:



Бунда, тўғри реакция водород хлорид молекуласидан протон ажралиб чиқиб, унинг сув молекуласига бирикишидан иборат бўлса, тескари реакция гидроксоний иони  $\text{H}_3\text{O}^{\cdot}$  дан протон ажралиб чиқиб, унинг  $\text{Cl}^{\cdot}$  ионига бирикиши ва HCl молекуласининг ҳосил бўлишидан иборатдир. Сув молекуласи водород хлорид молекуласига нисбатан қандай роль ўйнаса, хлор иони ҳам гидроксоний ионига нисбатан худди шундай роль ўйнайди.

Водород хлориднинг диссоциланиш тенгламаси соддалаштирилган ҳолда:



тарзида ёзилади. Бироқ тенглама шундай ёзилганда (биз тенгламаларни кўпинча шу тарзда ёзамиз) ҳамини қуйидагиларни назарда тутмоқ лозим: кислоталар диссоциланганда молекулалар оддий равишда ионларга ажралмасдан, балки сув молекулаларининг иштироки билан бирмунча мураккаброқ химиявий реакция содир бўлади.

Диссоциланган молекулалар сонининг эритилган молекулаларнинг умумий сонига нисбати электродитнинг диссоциация даражаси деб аталади. Масалан, HCl нинг сувда эритилган ҳар қайси 100 та молекуласидан 78 таси ионларга диссоциланса, HClнинг диссоциация даражаси 0,78 га ёки 78% га тенг бўлади. Демак, диссоциация даражаси эритилган молекулаларнинг қанча қисми ионларга ажралганлигини кўрсатади.

Диссоциация даражаси эритилган электродит табиатига ҳам, эритма концентрациясига ҳам боғлиқдир: *эритма суюлтирилганда ҳар қандай электродитнинг диссоциация даражаси ортади*. Бунинг маъноси шуки, эритманинг диссоциланмаган молекулалари билан ионлар ўртасидаги мувозанат ионларнинг ҳосил бўлиш томонига қараб сурилади. Мувозанатнинг шу тариқа сурилиши Ле-Шателье принципига тўла мувофиқ эканлигини кўриш қийин эмас. Дарҳақиқат, эритmani сув билан суюлтирар эканмиз, эритмадаги заррачалар — молекула ва ионлар концентрациясини ва, демак, эритманинг осмотик босимини ҳам камайтирган бўламиз. Босимнинг камайиши эса мувозанатнинг босимни қайтадан оширадиган реакция томонига, яъни кўп сондаги ионлар ҳосил қилиш томонига қараб сурилишига сабаб бўлиши керак.

Электродитнинг диссоциация даражаси эритма концентрациясига боғлиқ бўлгани учун, электродит диссоциацияси устида гапирилганда, ўша эритманинг концентрациясини ҳам, албатта, кўрсатиш зарур.

Электродитлар диссоциация даражаларининг сон қийматларини турли методлар билан аниқлаш мумкин. Муайян эритманинг изотоник коэффициентини аниқлашга асосланиб, унинг диссоциация даражаси топиладиган метод билан танишиб чиқамиз.

Изотоник коэффициент ( $i$ ), юқориде айтиб ўтилганидек (283-бетга қаралсин), электродит эритмасида ҳақиқатда кузатиладиган осмотик босим, қайнаш нуқтасининг кўтарилиши ва музлаш нуқтасининг пасайиши, эритилган модда диссоциланмайди деб, назарий йўл билан ҳисоблаб чиқарилган шундай катталиклардан неча барабар ортиқ эканлигини кўрсатади:

$$i = \frac{P'}{P} = \frac{\Delta t'_{\text{қайн.}}}{\Delta t_{\text{қайн.}}} = \frac{\Delta t'_{\text{музл.}}}{\Delta t_{\text{музл.}}}$$

Бу катталикларнинг ҳаммаси ҳам эритмадаги эриган модда заррачалари сонига пропорционал бўлганидан, изотоник коэффициент эритмада — умумий молекула ва ионлар сонининг эритиш учун олинган молекулалар сонига нисбатига

тенг бўлиши керак. Ана шунга асосланиб, изотоник коэффициент билан диссоциация даражаси ўртасидаги боғланишни математик шаклда ифодалаш қийин эмас.

Сувда электролитнинг  $N$  та молекуласи эритилган, шу молекулаларнинг ҳар бири  $n$  донга ионга диссоциланади, деб фараз қилайлик.

Диссоциация даражасини  $\alpha$  билан белгиласак, ионларга ажралган молекулалар сони  $N\alpha$  га, ҳосил бўлган ионлар сони  $Nn\alpha$  га ва диссоциаланмай қолган молекулалар сони  $N(1-\alpha)$  га тенг бўлади. Демак, эритмадаги заррачаларнинг (молекулалар ва ионларнинг) умумий сони:

$$N(1-\alpha) + Nn\alpha \text{ ёки } N[(n-1)\alpha + 1]$$

га тенг бўлади; эриган молекулалар сонини  $N$  билан белгиласагача нимиз учун, изотоник коэффициентни қуйидагича ифодалай оламиз

$$i = \frac{\Delta[(n-1)\alpha + 1]}{N} = (n-1)\alpha + 1$$

бундан, диссоциация даражаси мана бундай бўлади:

$$\alpha = \frac{i-1}{n-1}$$

Шундай қилиб, электролитнинг диссоциация даражасини аниқлаш учун, айни эритманинг изотоник коэффициенти  $i$  нинг қийматини топиш керак, холос; бу музлаш нуқтасини ўлчаш йўли билан (криоскопик метод билан) топиш осон. Аксинча, эритма концентрацияси ва эритилган электролитнинг диссоциация даражаси маълум бўлса,  $i$  коэффициентни (юқоридаги формула бўйича), демак, эритманинг осмотик босимини, музлаш ва қайнаш нуқтасини ҳам ҳисоблаб чиқиш қийин эмас.

*1-мисол.* Таркибда 1000 г сув ва 8 г  $\text{NaOH}$  бўлган эритма— $0,677^\circ\text{C}$  да музлайди. Шу эритмадаги  $\text{NaOH}$  нинг диссоциация даражаси аниқлансин.

Музлаш нуқтасининг назарий пасайишини  $\Delta t = \frac{K \cdot m}{M}$  формуладан топамиз.  $\text{NaOH}$  нинг молекуляр оғирлиги 40,  $m=8$ ,  $K=1,86$  бўлганидан келиб чиқади.

$$\Delta t = \frac{1,86 \cdot 8}{40} = 0,372^\circ\text{C}$$

Ҳақиқатда, музлаш нуқтасининг пасайиши  $\Delta t' = 0,677^\circ$  дир, бундан:

$$i = \frac{0,677}{0,372} = 1,82$$

$\alpha$  ни аниқлаш формуласига  $i$  нинг қийматини қўйиб,  $\text{NaOH}$  нинг иккита ионга диссоциланишини назарда тутсак:

$$\alpha = \frac{1,82-1}{2-1} = 0,82 \text{ ёки } 82\%$$

чиқади.



2-мисол. Децинормал эритмада калий сульфат 71% диссоциланган. Эритманинг осмотик босими  $0^{\circ}\text{C}$  да қандай бўлади?

Осмотик босимнинг назарий қийматини ҳисоблаб чиқамиз.  $\text{K}_2\text{SO}_4$ нинг децимоляр эритмасидан ҳар литрида  $\frac{1}{20}$  моль бўлади. Агар диссоциация содир бўлмаганда эди, бу эритманинг осмотик босими ҳар литрида 1 моль бўлган эритманинг осмотик босимидан 20 марта кам бўлар эди. Демак:

$$P = \frac{22,4}{20} = 1,12 \text{ атм.}$$

Масаланинг шартига биноян,  $\alpha = 0,61$ .  $\text{K}_2\text{SO}_4$  «молекуласи» учта ионга диссоциланади, бундан:

$$0,71 = \frac{i-1}{3-1}; \quad i = 2,42$$

чиқди.

$i$  ни аниқлаб,  $P'$  ни топамиз:

$$2,42 = \frac{P'}{1,12}; \quad P' = 2,71 \text{ атм.}$$

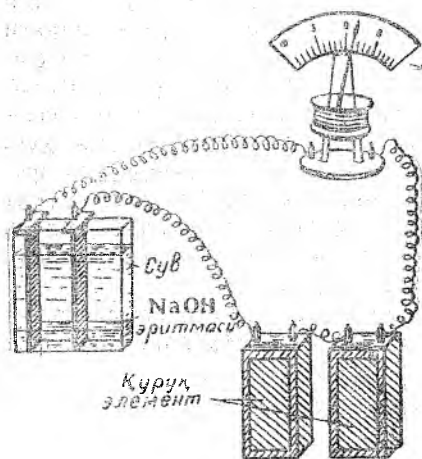
Амалда электрוליترلarning диссоциация даражаси, одатда, криоскопик метод билан аниқланмай, балки ундан кўра осонроқ метод билан — эритмаларнинг электр ўтказувчанлигини ўлчаш йўли билан аниқланади.

Маълумки, эритманинг ток ўтказиш хусусияти унинг электр ўтказувчанлиги деб аталади. Электр ўтказувчанлик билан диссоциация ўртасида яқин боғланиш бор. Электрוליترلarning диссоциланган қисмигина ток ўтказишда иштирок этганлигидан, равшанки, молекулалар ионларга қанча кўп диссоциланган бўлса, эритма бошқа шароитлар бир хил бўлганида, токни шунча яхши ўтказади. Шунинг учун, эритманинг электр ўтказувчанлигини ўлчаб, эритмадаги молекулаларнинг диссоциация даражасини ҳам ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бу дарсликда мазкур методни тасвирлашга имкон бўлмаганлигидан ёлғиз шуну айтиб ўтамизки, турли электрוליит эритмаларнинг электр ўтказувчанлигига қараб топилган диссоциация даражаси уларнинг криоскопик метод билан тонилган диссоциация даражасига сон жиҳатидан жуда мувофиқ келади.

Электр ўтказувчанлик билан диссоциация даражаси ўртасидаги боғланишдан фойдаланиб, эритма суюлтирилган сари диссоциация даражаси ортиб боришини тажрибада кўрсатиш мумкин.

Бири иккинчисидан бир неча сантиметр узоқда турувчи иккита узун мис пластинкани тўғри бурчакли идишнинг тубига қадар туширамиз (71-расм); занжирга гальванометр улаб, пластинкаларни иккита қуруқ элементдан ясалган батарея қутблари билан туташтирамиз. Аввал идишга дистилланган,

сув қуйиб кўрамиз. Сув токни ўтказмаганидан, гальванометр стрелкаси қимирламай тураверади. Шундан кейин, узун (идиш тубигача етадиган) найли воронка билан ўювчи натрийнинг концентрланган эритмасидан, оқисталик билан, идиш тубида юпқа қават ҳосил бўлгунча кўшамиз. Концентрланган эритмадаги озгина  $\text{Na}^+$  ва  $\text{OH}^-$  ионлар занжирнинг ток ўтказмай



71-расм. Эритма суюлтирилган сари унинг электр ўтказувчанлиги орттишини кўрсатиш учун ишлатиладиган установка.

турган қисмини тўлдиради ва гальванометрнинг стрелкаси бир оз оғиб, ток борлигини кўрсатади. Энди, идишдаги суюқликни оқисталик билан аралштириб кўрамиз. Стрелка тобора кўпроқ ога бошлайди, бу эса электр ўтказувчанликнинг ортаётганидан дарак беради; суюқлик бир жинсли ҳолга келгандан кейингина стрелка оғмай қўяди. Электродлар орасидаги ўювчи натрийнинг миқдори бундай шароитда ўзгармай тураверганидан, электр ўтказувчанликнинг ортиши, Арреннус назариясига кўра, эритмадаги ионлар сонининг кўпайганидан келиб чиқади. Шундай диссоциация даражаси эритма суюлтирилган сари ортиб боради.

**84. Кучли ва кучсиз электролитлар.** Турли электролитларнинг диссоциация даражаларини ўлчаш натижасида эритмаларининг нормал концентрациялари бир хил бўлган баъзи электролитлар ионларга жуда ҳар хил даражада диссоциланиши аниқланди.

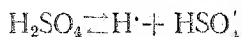
Турли кислоталарнинг диссоциация даражалари ўртасида айниқса катта фарқ бўлади. Масалан, нитрат ва хлорид кислота 0,1 н. эритмада батамом деярли ионларга ажралса, карбонат кислота, цианид кислота ва бошқа кислоталар худди шундай шароитда жуда оз даражада диссоциланади.

Сувда эрийдиган асослардан (ишқорлардан) аммоний гидроксид кам диссоциланади, бошқа ишқорлар яхши диссоциланади. Тузларнинг ҳаммаси ҳам (баъзиларини ҳисобга олмганда) ионларга яхши диссоциланади.

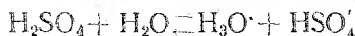
Айрим кислоталар диссоциация даражасининг ҳар хил бўлиши — ўша кислота молекулаларини ҳосил қилган атомлар орасидаги валент боғланишнинг характерида келиб чиқади. Молекуланинг қолган қисми билан водород орасидаги боғланиш қанчалик кўп поляр бўлса, водород шунчалик осон ажралиб чиқади, кислота шунчалик кўп диссоциланади.

Ионларга яхши диссоциланадиган электродитлар кучли электродитлар деб, сувдаги эритмаларда озроқ сондаги ионлар ҳосил қиладиган электродитлар эса кучсиз электродитлар деб аталади. Кучли электродитлар эритмалари ниҳоятда катта концентрацияли бўлса ҳам, ўзининг юксак электр ўтказувчанлигини сақлаб қолади. Бунинг аксича, кучсиз электродитларда электр ўтказувчанлик концентрация ортган сари тез камаяди. Кислоталардан хлорид кислота, нитрат кислота, сульфат кислота ва баъзи бошқа кислоталар, сўнгра ишқорлар ( $\text{NH}_4\text{OH}$  дан бошқалари) ва қарийб ҳамма тузлар кучли электродитлар жумласига киради.

Кўп негизли кислоталар ва кўп кислотали асосларда диссоциация бир неча босқич билан бўлади. Масалан, сульфат кислота молекулалари биринчи навбатда:

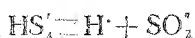


тенглама бўйича ёки аниқроғи:

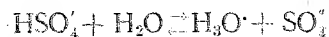


тенглама бўйича диссоциланади.

Иккинчи водород ионининг

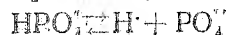
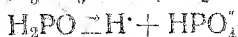
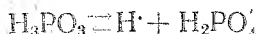


ёки



тенглама бўйича парчаланиши анча қийин бўлади, чунки бу ион икки зарядли  $\text{SO}_4^{2-}$  ионининг тортиш кучини ( $\text{SO}_4^{2-}$  иони водород ионини бир зарядли  $\text{HSO}_4^-$  ионига қараганда кўпроқ куч билан тортади) енгиши керак. Шу сабабли, диссоциациянинг иккинчи босқичи ёки, бошқача айтганда, иккиламчи диссоциация бирламчи диссоциацияга қараганда анча кам даражада содир бўлади ва сульфат кислотанинг одатдаги эритмаларида  $\text{SO}_4^{2-}$  ионлари оз бўлади.

Фосфат кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  нинг диссоцилланиши уч босқич билан болади:

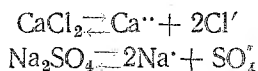


$H_3PO_4$  молекулалари  $H^+$  ва  $H_2PO_4^-$  ионларига яхши диссоциланади.  $H_2PO_4^-$  ионлари бирмунча кучсиз кислота бўлганлигидан,  $H^+$  ва  $HPO_4^{2-}$  ионларига камроқ даражада диссоциланади.  $HPO_4^{2-}$  ионлари эса жуда кучсиз кислота сингари диссоциланади ва  $H^+$  ҳамда  $PO_4^{3-}$  ионларини деярли ҳосил қилмайди.

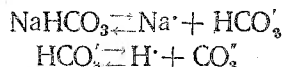
Молекуласидаги гидроксил группаси биттадан ортиқ бўлган асосларда ҳам диссоциация босқичлар билан боради. Масалан:



Тузларга келганда шуни айтиш керакки, нормал (ўртача) тузлар ҳамма вақт металл ионлари билан кислота қолдиқлари ионларига диссоциланади. Масалан:



Нордон тузларда диссоциация, кўп негизли кислоталардаги каби, босқичлар билан боради. Масалан:



Бироқ иккинчи босқичнинг диссоциация даражаси жуда кам, шунинг учун нордон туз эритмасида водород ионлари жуда оз бўлади.

Гидроксид тузлар асос ионлари билан кислота қолдиқлари ионларига диссоциланади. Масалан:



Иккиламчи диссоциация, яъни асос қолдиқларининг металл билан гидроксил ионларига диссоциланиши содир бўлмайди дейиш мумкин.

II-жадвалда баъзи кислота, асос ва тузларнинг 0,1 н. эритмаларидаги диссоциация даражасининг сон қийматлари берилган.

Концентрация ортган сари диссоциация даражаси камаяди. Шу сабабдан, жуда концентранган эритмаларда кучли кислоталар ҳам бирмунча кам диссоциланади. Мисол учун, лабораторияларда кўп ишлатиладиган концентранган кислоталарнинг диссоциация даражасини келтирамиз:

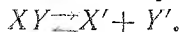
	Диссоциация даражаси (% ҳисобида)
Хлорид кислота (35% HCl) . . . . .	13,6
Нитрат кислота (62% HNO <sub>3</sub> ) . . . . .	9,6
Сульфат кислота (95% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) . . . . .	1

10-жадвал

18°C да кислоталар\*, асослар ва тузларнинг 0,1 н эритмаларидаги диссоциация даражаси

Электрлит	Формуласи	Диссоциация даражаси (% ҳисобида)
<b>Кислоталар</b>		
Хлорид кислота . . . . .	HCl	92
Бромид кислота . . . . .	HBr	92
Йодид кислота . . . . .	HI	92
Нитрат кислота . . . . .	HNO <sub>3</sub>	92
Сульфат кислота . . . . .	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	58
Сульфит кислота . . . . .	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	34
Фосфат кислота . . . . .	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	27
Фторид кислота . . . . .	HF	8,5
Сирка кислота . . . . .	CH <sub>3</sub> COOH	1,3
Карбонат кислота . . . . .	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,7
Сульфид кислота . . . . .	H <sub>2</sub> S	0,07
Цианид кислота . . . . .	HCN	0,01
Борат кислота . . . . .	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,01
<b>Асослар</b>		
Барий гидроксид . . . . .	Ba(OH) <sub>2</sub>	92
Ўвчи калий . . . . .	KOH	89
Ўвчи натрий . . . . .	NaOH	84
Аммоний гидроксид . . . . .	NH <sub>4</sub> OH	1,3
Калий хлорид . . . . .	KCl	86
Аммоний хлорид . . . . .	NH <sub>4</sub> Cl	85
Натрий хлорид . . . . .	NaCl	84
Калий нитрат . . . . .	KNO <sub>3</sub>	83
Кумуш нитрат . . . . .	AgNO <sub>3</sub>	81
Натрий ацетат . . . . .	CH <sub>3</sub> COONa	79
Рух хлорид . . . . .	ZnCl <sub>2</sub>	73
Натрий сульфат . . . . .	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	69
Рух сульфат . . . . .	ZnSO <sub>4</sub>	40
Мис сульфат . . . . .	CuSO <sub>4</sub>	40

85. Диссоциация константаси. Электрлитик диссоциация диссоциланмаган молекулалар билан ионлар ўртасида мувозанат ҳолатини вужудга келтирувчи қайтар реакция бўлганидан, у массалар таъсири қонунига бўйсунди. Модомики шундай экан, бошқа қайтар реакциялар константаси қайси йўл билан чиқарилса, бу реакция константаси ҳам худди шу йўл билан чиқарилиши мумкин. Масалан, XY молекуласи X' ва Y' ионларига диссоциланадиган электрлитни олайлик:



\* Кўп негзли кислоталар учун бирламчи диссоциация даражаси кўрсатилган.

Диссоциланмаган молекулалар концентрациясини  $[XY]$  билан, ионлар концентрациясини  $[X']$  ва  $[Y']$  билан белгиласак, мувозанат ҳолати учун қуйидаги тенгламани ҳосил қиламиз:

$$\frac{[X'] \cdot [Y']}{[XY]} = K.$$

Айни ҳолда мувозанат константаси  $K$  диссоциация константаси деб аталади. Бу константанинг қиймати электролитнинг ионларга диссоциланиш хусусиятини характерлайди. Дарҳақиқат, юқоридаги тенгламадан кўриниб турадики,  $K$  қанча катта бўлса, мувозанат вақтида ионлар концентрацияси шунча кўп бўлиши, яъни электролит шунча кўп бўлиши, яъни электролит шунча кўп диссоциланиши керак.

Диссоциация константаси билан диссоциация даражаси ўртасида бир катталиқни бошқа катталик ёрдами билан ифодалашга имкон берадиган аниқ боғланиш бор. Агар иккита ионга ажраладиган электролитнинг моляр концентрацияси  $C$  билан, унинг айни эритмадаги диссоциация даражаси  $\alpha$  билан белгиланса, у вақтда, ионлардан ҳар бирининг концентрацияси  $C\alpha$ , диссоциланмаган молекулалар концентрацияси эса  $C(1-\alpha)$  бўлади. Бундай шароитда диссоциация константасининг тенгламаси қуйидаги шаклни олади:

$$\frac{(C\alpha)^2}{C(1-\alpha)} = K \text{ ёки } K = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot C.$$

Бу тенглама Оствальднинг суюлтириш қонуни деган қонунни ифода қилади ва электролитнинг диссоциация константаси маълум бўлган тақдирда, ҳар хил концентрацияларда бўладиган диссоциация даражасини ҳисоблаб чиқишга имкон беради. Бунинг аксича, бирор концентрациядаги диссоциация даражаси аниқлангандан кейин, диссоциация константасини ҳисоблаб чиқиш қийин эмас. Ҳисоблаш вақтида диссоциланмаган молекулалар концентрацияси бир литрдаги грамм-молекулалар (мольлар) билан ифодаланади. Шунга мувофиқ, ионларнинг концентрацияси ҳам литрдаги грамм-ионлар\* билан ифодаланади.

Мувозанат константаси реакция учун олинган моддалар концентрациясига боғлиқ эмас. Шунинг учун, модомки, электролит эритмасида Аррениус назарияси кўзда тутган мувозанат ҳақиқатан ҳам бўлар экан, у вақтда диссоциация константасининг қиймати эритманинг қандай концентрацияси учун

\* Айни ионнинг углерод бирлигида ифодаланган оғирлигига сон жиқатдан барабар бўлган грамм миқдори грамм-ион деб аталади. Масалан,  $Cl$  нинг грамм-иони 35,5 граммга,  $OH$  нинг грамм-иони 17 граммга тенг ва ҳоказо.

ҳисоблаб чиқилмасин, барибир, ўзгармас бўлиб қолиши керак. Шунга ўхшаш бир ҳисоб қилиб, Аррениус назариясини текшириб кўрайлик.

Бирор кучсиз электролитни, масалан,



тенгламаси бўйича диссоциланадиган ацетат кислотани олиб, унинг лоақал 0,1 н. эритмасидаги диссоциация константасини ҳисоблаб чиқамиз. Сирка кислотанинг 0,1 н. эритмасидаги диссоциация даражаси 0,0132 га тенг. Бу рақамларни мувозанат константаси тенгламаси

$$K = \frac{\alpha^2}{1-\alpha} \cdot C$$

га қўйсак,

$$K = \frac{(0,0132)^2}{1-0,0132} \cdot 0,1 = 0,0000176 \text{ ёки } 1,76 \cdot 10^{-5} \text{ ҳосил бўлади.}$$

Диссоциация даражаси 0,041 га тенг бўлган 0,01н. эритма учун ҳам шундай ҳисобни қилиб кўрайлик.

$$K = \frac{(0,041)^2}{1-0,041} \cdot 0,01 = 0,0000175 \text{ ёки } 1,75 \cdot 10^{-5}$$

Сирка кислотанинг диссоциация константаси учун топилган бу икки қиймат бир-бирига жуда яқин келади. Улар сирка кислотанинг бошқа концентрациялари учун ҳисоблаб топилган қийматларга ҳам мувофиқ келади. Демак, типик кучсиз электролитлардан сирка кислотанинг диссоциацияси масалар таъсири қонунига бўйсунди.

Кучли электролитларнинг эритмаларида бутунлай бошқа манзара кўрилади. Мисол тариқасида, калий хлориднинг концентрацияси ҳар хил бўлган эритмалари учун топилган диссоциация константаларини келтирамиз (12-жадвал). Бу мисолда  $K$  қиймати ўзгармас бўлиб қолмаганидан, у энди константа бўла олмайди, аммо бу қиймат эритманинг концентрацияси ортган сари кўпайиб боради.  $K$  қийматининг ўзгариб туриши фақат  $\text{KCl}$  учунгина эмас, балки ҳар қандай кучли электролит учун ҳам ҳосилдир. Бундан, кучли электролитлар диссоциациясига массалар таъсири қонунини татбиқ этиб, бўлмаслиги кўриниб турибди.

12-жадвал

Калий хлориднинг 18°C даги диссоциацияси

КСl концентрация- си	$\alpha$	$K$
2 н.	0,713	3,52
1 н.	0,756	2,34
0,5 н.	0,738	1,46
0,1 н.	0,862	0,5336
0,01 н.	0,942	0,152

Демак, кучсиз электролитлар учун Аррениус назарияси эксперимент маълумотларига мувофиқ келади; кучли электролитлар хусусида эса, бу назарияга муҳим тузатишлар киритиш лозим.

86. Кучли электролитларнинг эритмадаги ҳолати. Аррениус назарияси ўзининг барча хулосаларини чиқаришда, эритмадаги ионлар орасида ҳеч қандай ўзаро таъсир кучлари йўқ ва ионларнинг ҳаракати уларнинг концентрациясига боғлиқ эмас, деган тахминга асосланди. Бироқ ионлар электр билан зарядланган заррачалардир. Модомки, ионларининг концентрацияси ниҳоятда кам бўлган кучсиз электролитлар эритмаларида ионлар орасидаги ўзаро электр таъсир кучларини назарга олмаслик мумкин экан, у ҳолда, кучли электролитлар эритмаларига келганда, масала бир оз бошқачароқ бўлади. Кучли электролитлар эритмаларида ионлар концентрацияси анча ортиқ бўлганидан, ионлар орасидаги ўртача масофа бирмунча камаяди. Масалан, NaCl нинг тўйинган эритмасида ионлар орасидаги ўртача масофа NaCl кристалларидагига қараганда атиги икки баравар ортиқ бўлади. Бундай шароитда ионлар орасидаги тортилиш ва итарилиш кучлари хийлагина кўп бўлади. Кучли электролитларнинг массалар таъсири қонунига бўйсунмаслигига сабаб ҳам худди ана шу кучларнинг борлигидир.

Ҳозирги вақтда мукамал ишлаб чиқилган назария бор, бу назария ионлар орасида таъсир қилувчи кучларни ҳисобга олиш асосида, кучли электролитларнинг эритмалардаги хусусиятларини изоҳлаб беради. Бу назария математик жиҳатдан мураккаб бўлгани учун, бу ерда у тўғрида фақат умумий тушунча бериш билангина чегараланиш мумкин.

Кристалларнинг структураси устида олиб борилган текширишлар туфайли бизга шу нарса маълумки, кучли энг типик электролит бўлган тузлар қаттиқ ҳолатда ҳам молекулалардан иборат эмас, айрим ионлардан иборатдир. Модомки, қаттиқ модда массасида росмана молекулалар йўқ экан, улар шу модданинг эритмасида ҳам бўлмайди, деб ўйлаш табиийдир. Шу сабабли ҳамма кучли электролитлар сувдаги эритмаларда, уларнинг концентрациясидан қатъи назар, тўла ионланган бўлади, деб ҳисоблаш керак. Бироқ бундай эритмаларда ионлар бутунлай эркин ҳолда бўлмайди, чунки уларнинг ҳаракатига ионларнинг ўзаро тортилиши тўсқинлик қилади. Шу тортилиш туфайли, ҳар қайси ионни қарама-қарши зарядланган бирталай ион ўраб олиб, гўё шарсимон қуршов ҳосил қилади, бу қуршов «ион атмосфераси» деб аталади. Эритма мувозанатда турган, яъни химиявий реакция, диффузия ва шу кабилар бўлмаган вақтда, ион атмос-



фермаси симметрик ва марказий ионга таъсир қилаётган кучлар ўзаро барабар бўлади.

Башарти, эритмага электр токи манбаи билан уланган электродлар туширилса, у вақтда икки хил зарядланган ионлар қарама-қарши томонга қараб ҳаракат қила бошлайди. Айни вақтда, ҳар бир ион ўзининг ион атмосферасидан чиқиб кетишга интилади, бироқ иондан ажралиб қолаётган атмосфера ионни яна ўзига тортади, бунинг натижасида, ионнинг ҳаракати секинлашади ва, демак, вақт бирлигида эритма орқали ўтадиган ионлар сони, яъни ток кучи ҳам камаяди. Эритма концентрацияси қанча катта бўлса, ион атмосфераси ионлар ҳаракатига шунча кўп тўсқинлик қилади, эритманинг электр ўтказувчанлиги шунча кам бўлади. Бундан, концентрация ортган сари эритмадаги ионлар сони камаяр экан, деган фикр туғилади. Бироқ ҳар қандай концентрацияда ҳам диссоциация аслида тўла бўлади, шунинг учун электр ўтказувчанлик ўлчанганда диссоциациянинг ш а р т л и ( э ф ф е к т и в ) д а р а ж а с и г и н а аниқланади, холос.

Ионлар орасидаги тортилиш ва итарилиш кучлари биз ўлчайдиган осмотик босим катталигига ҳам худди шу тариқа таъсир қилади: осмотик босим катталиги, диссоциация тўла бўлганига қарамай, ионлар сони икки, уч ва бир неча марта кўпайганда кутилганидан кўра бирмунча кам бўлиб қолаверади. Шунинг учун ҳам ионларнинг химиявий реакцияларга киришиш қобилияти пасайган бўлади. Хуллас, электродит эритмасининг ионлар концентрациясига боғлиқ бўлган ҳамма хоссалари шу эритмадаги ионлар сони уларнинг концентрациясига (литрдаги грамм-ионлар билан ифодаланадиган ва молекулалар тўла диссоциланган, деган тахмин билан ҳисоблаб чиқилган концентрациясига) тўғри келадиган сонидан кам бўлганида кузатиладиган хоссалар каби намоён бўлади.

Ионларнинг химиявий реакцияларга бўлган ана шундай паст қобилиятини баҳоламоқ учун, ҳозирги вақтда, активлик деб аталадиган катталиқ қўлланилади. *Активлик сўзидан ионнинг химиявий реакцияларда намоён бўладиган эффекти, шартли концентрацияси тушунилади.* Ионнинг активлиги шу ионнинг активлик коэффициенти деб аталадиган касрга кўпайтирилган концентрациясига тенг. Агар активлик коэффициенти бирдан кичик бўлса, демак, ион тўла таъсир эта олмайди; унинг таъсири чекланган бўлади; агар активлик коэффициенти бирга тенг бўлса, у вақтда, ион таъсирга ҳеч нарса тўсқинлик қилмайди. Бу ҳол жуда суюлтирилган эритмалардагина рўй беради, бундай эритмаларда ионлар бир-бирдан шу қадар узоқда турадики, ионларнинг ўзаро таъсир қилиш кучларини амалда ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

Концентрациялар ўрнига ионлар активлигидан фойдаланиб, массалар таъсири қонунини кучли электродитларга ҳам татбиқ этиш мумкин.

Шундай қилиб, ҳозирги замон назарияси, Аррениус тасаввурларига қарама-қарши ўлароқ, кучли электродитлар ама-

лий жиҳатдан тўла диссоциланади, деб эътироф қилади. Шу муносабат билан баъзан, кучли электролитларнинг диссоциация даражаси дейилганда, бу терминдан, электр ўтказувчанлик асосида ёки криоскопик метод билан аниқланувчи шартли диссоциация даражаси тушунилади.

**87. Электролитик диссоциация назарияси нуқтаи назаридан олганда, кислота, асос ва тузларнинг хоссалари.** Бундан аввалги параграфларда электролитик диссоциация назарияси билан танишиб чиқдик. Энди сувдаги эритмаларида электролит бўладиган моддалар — кислота, асос ва тузларнинг хоссаларини ана шу назария нуқтаи назаридан кўриб чиқамиз.

**1. Кислоталар.** Маълумки, кислоталар учун қуйидаги хоссалар:

- а) нордон маза;
- б) кўпгина индикаторларнинг рангини ўзгартириш, жумладан, лакмусни қизартириш;
- в) баъзи металлларни эритиб, водород ажратиб чиқариш;
- г) асослар билан ўзаро таъсир этиб, туз ҳосил қилиш хоссалари характерлидир.

Кислоталарнинг барча хоссалари фақат эритмаларда, шунда ҳам, деярли фақат сувдаги эритмаларидагина намоён бўлади. Масалан, қуруқ ҳолатдаги водород хлорид ёки унинг бензолдаги эритмаси кислота хоссаларига эга бўлмайди, ҳатто, лакмус қоғозини қизил тусга бўямайди, лекин шу модданинг сувдаги эритмаси — хлорид кислота жуда типик кислоталарнинг биридир; худди шунинг сингари, сувсиз сульфат кислота ҳам одатдаги температурада рухга таъсир этмайди, ҳолбуки, унинг сувдаги эритмаси рухга шиддатли таъсир этиб, водород ажратиб чиқаради.

Бироқ, эндиликда бизга маълумки, кислоталарнинг сувдаги эритмаларида молекулалар эмас, асосан, эркин ионлар бўлади. Бундай эритмаларнинг хоссалари ҳам бутун молекулалар хоссаларига боғлиқ бўлмай, айрим ионларнинг хоссаларига боғлиқ бўлиши тушунарлидир.

Ҳар қандай кислота диссоциланганда, ҳаммиша водород ионлари ҳосил бўлганидан, кислота эритмаларининг барча умумий хоссаларини водород ионларининг ёки, аниқроғи, гидроксоний ионларининг хоссаларидир, дейишимиз керак. Ана шу ионлар лакмусни қизил рангга бўяйди, металллар билан реакцияга киришади, кислоталарга нордон маза беради ва ҳоказо. Масалан, нейтралланиш вақтида, водород ионлари йўқолиши билан, кислота хоссалари ҳам йўқолиб кетади. Шу сабабли, электролитик диссоциация назарияси *кислоталарни сувдаги эритмаларида диссоциланиб, водород ионлари ҳосил қиладиган ва мусбат зарядли бошқа ҳеч қандай ионларга пар-*

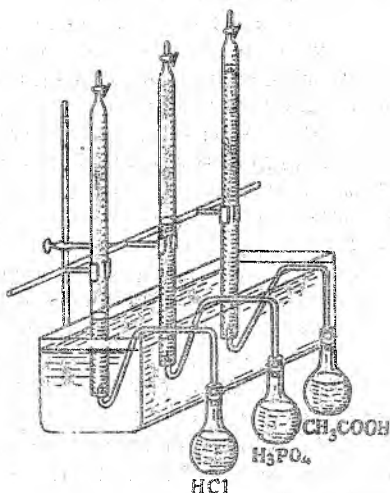
чаланмайдиган электролитлардир, деб таърифлайди. Бу таърифга кейинги сўзларни қўшиш шунинг учун ҳам зарурки, баъзи нордон тузлар (масалан,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{NaHSO}_4$ ) сувдаги эритмаларда водород ионлари билан бирга, мусбат зарядли металл ионларини ҳам ҳосил қилади\*.

Юқорида айтилган хоссаларни равшан намоён қиладиган кислоталар кучли кислоталар деб аталади. Кислота хоссалари водород ионларининг хоссалари бўлганидан, кислотанинг маълум даражада суолтирилган эритмасида водород ионлари қанча кўп бўлса, яъни кислота қанча яхши диссоциланса, у шунча кучли бўлади. Масалан, хлорид кислота, нитрат кислота кучли кислоталардир, улар батамом диссоциланган бўлса ҳам ажаб эмас, лекин ионлар орасидаги электр таъсирига кўра, уларнинг 0.1 н. эритмадаги шартли диссоциация даражаси тахминан 92% га тенг. Бунинг аксича, диссоциация даражаси кам бўлган кислоталар, масалан, сирка кислота, карбонат кислота ва булар сингари бошқа кислоталар кучсиз кислоталардир.

Шундай қилиб, кислоталарнинг диссоциация даражаси шу кислоталар кучининг ўлчовидир.

Кислоталарнинг кучини турли реакцияларга қараб билиш мумкин. Кислотата металл таъсир эттирилганда турли кислоталардан водород ажралиб чиқиш тезлигини мисол қилиб кўрсатамиз.

Қуйидаги тажрибани қилиб кўрайлик. Учта кичкина колба олиб, уларнинг бирига хлорид кислотанинг, иккинчисига фосфат кислотанинг ва учинчисига сирка кислотанинг нормал эритмаларидан қуямиз. Колбаларнинг ҳар қайсисига рух ёки магнийнинг бир-бирига баравар бўлақларини солиб, колбаларнинг оғзини газ ўтказиш найи бор пробка билан дарров



72-расм. Водород ажралиб чиқиш тезлигига қараб, ҳар хил кислоталарнинг кучларини бир-бирига солиштириш учун ишлатиладиган асбоб.

\* Оғир металлларнинг тузлари сувда эриганда ҳам, металл катионларининг сув билан ўзаро таъсир қилиши натижасида, водород ионлари ҳосил бўлиши мумкин (195-параграфга қаралсин).

беркитамиз, бу найларнингучлари эса сувли ваннага тўн-тариб қўйилган сувли бюреткаларга киритилган бўлиши керак (72-расм). Хлорид кислотадан водород тез, фосфат кислотадан секинроқ, сирка кислотадан эса жуда секин ажралади. Демак, водород ажралиб чиқиш тезлигига қараб, кислоталарнинг кучи ҳақида ҳукм қилинадиган бўлса олинган кислоталардан энг кучлиси хлорид кислота, энг кучсизи сирка кислота бўлиб чиқади ва бу хулоса уларнинг диссоциация даражасига батамом мувофиқ келади.

Эритма суюлтирилган сари ҳамма электролитларнинг диссоциация даражаси ортиб бориб, 100% га яқинлашишидан, кислоталарнинг кучи орасидаги фарқ уларнинг эритмалари сув билан суюлтирилган сари аста-секин йўқола бошлайди. Жуда ҳам суюлтирилганда, барча кислота ва асослар батамом деярли диссоциланади, яъни бир хил кучга эга бўлиб қолади. Бироқ бундан, кислота қанча кўп суюлтирилган бўлса, у шунча шиддат билан таъсир этади, деган хулоса чиқариш ярамайди. Гап шундаки, кислота таъсирини унинг эритмасидаги водород ионларининг концентрацияси белгилайди, бу концентрация эса, ўз навбатида, диссоциация даражасига ва кислотанинг умумий концентрациясига боғлиқдир. Гарчи эритма суюлтирилган сари диссоциация даражаси ортса ҳам, кислотанинг умумий концентрацияси диссоциация даражаси ортишига қараганда тезроқ камайиб боради. Шу сабабли, суюлтирилган эритмаларда водород ионларининг концентрацияси концентрланган эритмалардагига қараганда ҳамиша кам бўлади. Юқорида айтилганларга хлорид кислота мисо-

лида ишонч ҳосил қилиш қийин эмас (13-жадвал).

13-жадвал

НСИ эритмаларида диссоциация даражаси ва водород ионларининг концентрацияси.

НСИ кон-центрацияси	Диссоциация даражаси, % ҳисобида	Водород ионлари концент-рацияси, $g/cm^3/l$ ҳисобида
10 н.	12	1,2
1 н.	78	5,78
0,1 н.	92	0,092

2. А с о с л а р. Асосларнинг сувдаги эритмалари қуйидаги умумий хоссаларга эга:

а) ўзига хос «совун» мазаси бор;

б) индикаторлар рангини кислоталар ўзгартирганидан бошқача ўзгартиради, масалан, лакмусни кўкартиради;

в) кислоталар билан ўзаро таъсир этиб, тузлар ҳосил қилади.

Ҳамма асосларнинг эритмаларида гидроксил ионларининг борлиги бу эритмалар учун умумий бўлганидан, равшанки, гидроксил иони ишқор хоссаларини юзага чиқаради.

Шу сабабли, нон назарияси нуқтаи назаридан қараганда асослар, сувдаги эритмаларда гидроксил ионлари ажратиб чиқариши билан диссоциланадиган электролитлардир\*.

Кислоталарнинг кучи кислота диссоциация даражасига боғлиқ бўлгани сингари, асосларнинг кучи ҳам уларнинг диссоциация даражасига боғлиқ. Энг кучли асослар — ўювчи натрий билан ўювчи калийдир, гарчи буларнинг 0,1 н. эритмаларида шартли диссоциация даражаси 90% атрофида бўлса ҳам, уларнинг сувдаги эритмаларда тўла диссоциланиши эҳтимолдан холи эмас. Асосларнинг кўпчилиги кучсиз электролитлардир.

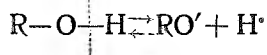
3. Тузлар. Тузларни, сувда эриганда, водород ионларидан бошқа мусбат ионлар ва гидроксил ионларидан бошқа манфий ионлар ажратиб чиқариш билан диссоциланадиган электролитлардир, деб таърифлаш мумкин. Ҳамма тузларнинг сувдаги эритмалари учун умумий ионлар бўлмайди, шунинг учун ҳам тузлар умумий хоссаларга эга эмас. Одатда, тузлар яхши диссоциланади, тузни ҳосил қилган ионларнинг валентлиги қанча кичик бўлса, бу диссоциация шунча кўп бўлади.

88. Гидроксидлар ва уларнинг диссоциацияси. Кислородли ҳамма кислоталарни ва ҳамма асосларни тегишли оксидларнинг сув билан бирикиш маҳсулоти деб қараш ва уларни оксидларнинг гидратлари, бошқача айтганда, гидроксидлар деган битта умумий ном билан аташ мумкин. Масалан, сульфат кислотани олти валентли олтингугурт гидроксиди, нитрат кислотани беш валентли азот гидроксиди дейиш мумкин ва ҳоказо.

Гидроксиднинг кислоталар синфига ёки асослар синфига мансублиги унинг сувдаги эритмаларда қандай ионларга диссоциланишига боғлиқ бўлади. Агар диссоциация вақтида водород ионлари ҳосил бўлса, гидроксидни кислота деб атаёмиз, башарти, диссоциация гидроксил ионларининг ажралиб чиқиши билан бораётган бўлса, бундай гидроксид асослар синфига мансуб бўлади.

Шу муносабат билан, гидроксидларда диссоциациянинг икки типи бўлиши мумкин:

диссоциациянинг кислотали типи:



\* Баъзи тузлар сувда эритилганда ҳам гидроксил ионлари ҳосил бўлади; лекин бу ионлар туз ҳисобига эмас, балки сув молекулалари ҳисобига ҳосил бўлади (95-параграфга қаралсин).

ва диссоциациянинг асосли типи:



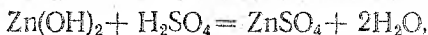
Шундай қилиб, гидроксидлар диссоциясида молекула ё R элементининг кислород билан боғланган жойидан (диссоциациянинг асосли типи), ёки кислороднинг водород билан боғланган жойидан (диссоциациянинг кислотали типи) узилиши мумкин.

Диссоциациянинг қайси томонга қараб бориши айни R элементнинг даврий системада олган ўрнига боғлиқ бўлиб, бу ўрин, биринчидан, R элементи билан кислород ўртасидаги боғнинг, иккинчидан, кислород билан водород ўртасидаги боғнинг нисбий маҳкамлигини белгилайди.

Гидроксиднинг ё кислота, ёки асос хоссасига эга эканлигини билсак, табиийки, унинг формуласини, агар у кислота бўлса, бириччи ўринга водород йонини қўйиб, агар у асос бўлса, бириччи ўринга металлни қўйиб ёзамиз. Масалан, борат кислота  $B(OH)_3$  формуласи билан эмас, балки  $H_3BO_3$  формуласи билан, темир гидроксид  $H_2FeO_3$  формуласи билан эмас, балки  $Fe(OH)_3$  формуласи билан ифодаланadi.

Кислота ва асос гидроксидларидан ташқари, амфотер гидроксидлар деган гидроксидлар ҳам бўлади, бундай гидроксидлар ҳам бириччи, ҳам иккинчи типда диссоцилана олади.  $Zn(OH)_2$ ,  $Al(OH)_3$  ва бошқалар (булар билан металлларни ўрганишда танишамиз) ана шундай гидроксидларга мисол бўла олади.

Амфотер гидроксидлар ҳам кислоталар билан, ҳам ишқорлар билан ўзаро таъсир этиб, тузлар ҳосил қилади. Масалан, рух гидроксид кислоталарда эриб, тегишли кислотанинг рухли тузларини ҳосил қилади:



аммо рух гидроксид ишқорларда ҳам эриydi ва айни ҳолда цинкат кислота  $H_2ZnO_2$  ролини ўйнаб, шу кислота тузини ҳосил қилади:



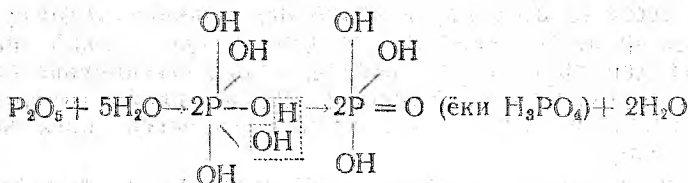
Гидроксидларнинг табиати, уларнинг бирор синфга мансублиги амалда индикаторлар ёрдами билан (агар гидроксидлар сувда эрийдиган бўлса, яъни эрувчи кислоталар, ишқорлар бўлса) ёки уларнинг кислоталар ва ишқорларга нисбатан қандай муносабатда бўлишига қараб (агар гидроксидлар сувда эрмайдиган бўлса) аниқланади.

Кислота — гидроксидлар ишқорларда эрийди, лекин бошқа кислоталарда эримаيدи; асос — гидроксидлар кислоталарда эрийди, лекин ишқорларда эримаيدи ва, ниҳоят, амфотер гидроксидлар кислоталарда ҳам, ишқорларда ҳам эрийди.

Ҳар қандай гидроксиднинг таркиби умумий формула—  $R(OH)_x$  формуласи билан ифода қилиниши керак эди (бу формулада  $X$ —элементнинг валентлиги). Бироқ,  $R$  элементининг валентлиги иккидан ортиқ бўлган тақдирда, гидроксид ўзидан, кўпинча, сувнинг бир қисмини чиқариб юбориб, суви бирмунча кам бўлган бирикмага айланади. Масалан, уч, ва-

валентли хром гидроксиди  $Cr(OH)_3$  шаклида ҳам,  $Cr \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OH \end{matrix}$  шак-

лида ҳам бўлиши мумкин. Валентлиги тўртдан ортиқ бўлган элементлар эса гидроксил группаларининг сови тўртга тенг бўлган гидроксидларни умуман кам ҳосил қилади. Масалан, беш валентли фосфатга  $P(OH)_5$  гидроксиди мувофиқ келиши керак эди, ҳолбуки, фосфорнинг водороди энг кўп гидроксидида — ортофосфат кислотада атиги учта гидроксил группа бўлади. Бу кислотанинг фосфат ангидрид  $P_2O_5$  билан сувдан ҳосил бўлишини қуйидагича тасаввур қилиш мумкин:



Тажрибада олинган маълумотлар шунни кўрсатадики, иккинчи давр элементларининг атомлари кўп деганда уч атом кислород билан химиявий жиҳатдан боғлана олади. Шунинг учун нитрат кисло-

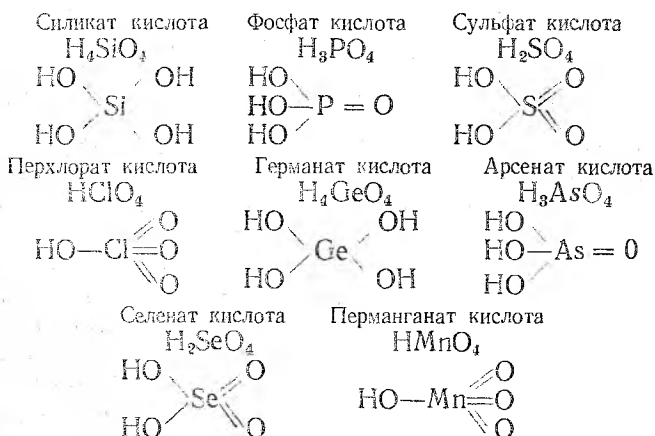
та формуласи  $(HO)_5N$  ёки  $HO \begin{matrix} \diagup OH \\ | N \\ \diagdown OH \\ | OH \end{matrix}$  эмас, балки  $HNO_3$  ёки

$HO \begin{matrix} \diagup O \\ || N \\ \diagdown O \end{matrix}$  дир; карбонат кислота формуласи  $(HO)_4C$  ёки

$HO \begin{matrix} \diagup OH \\ | C \\ \diagdown OH \\ | OH \end{matrix}$  эмас, балки  $H_2CO_3$  ёки  $HO \begin{matrix} \diagup O \\ || C \\ \diagdown O \end{matrix}$  дир.

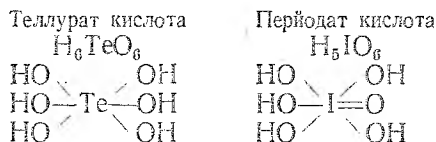
Учинчи ва тўртинчи даврдаги элементлар атомлари билан тўрт атом кислород химиявий жиҳатдан бевосита боғланган бў-

лади, тегишли гидроксид формулалари кўриб чиқилса, бу ҳол тушунарли бўлиб қолади:



Метасиликат кислота  $H_2SiO_3$  ва метафосфат кислота  $HPO_3$  сингари кислоталар, биринчи қарашда, бу қоидадан мустаснодек кўринади. Аммо шу кислоталарнинг юқорида келтирилган формулалари энг содда формулалардир, бу формулалар, улардаги молекулаларнинг ҳозирги замон маълумотларига кўра  $(H_2SiO_3)_x$  ва  $(HPO_3)_x$  формулаларига (бунда  $x$  учга тенг ёки ундан ортиқ) мувофиқ келадиган ҳақиқий таркибини акс эттирмайди.

Бешинчи давр элементининг атоми атрофига (унинг тегишли валентлик ҳолатида) кўпи билан олтига кслород атоми тўплана олади. Бунга теллурат кислота ва перйодат кислота мисол бўла олади:



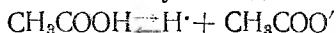
Шундай қилиб, гидроксидлар молекуласининг таркиби элементнинг валентлигигагина боғлиқ бўлмай (валентлик ҳам ўз навбатида элемент даврий системанинг қайси группасига мансуб эканлигига боғлиқдир), балки элементнинг қайси даврда жойлашишига ҳам боғлиқ.

89. Ион мувозанатларининг силжиши. Ташқи шароит бир хилда турар экан, электролит эритмаларида диссоциланмаган молекулалар билан уларнинг ионлари орасидаги мувозанат, ҳар қандай химиявий мувозанат сингари, ўзгармай қолаверади; шароитнинг ўзгариши мувозанатнинг бирор томонга силжишига сабаб бўлади. Эритмага сув қўшиш йўли



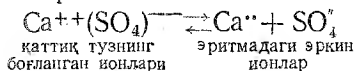
билан унинг ҳажми оширилганда, мувозанатнинг янги ионлар ҳосил бўлиш томонига қараб силжишини (диссоциация даражаси ортишини) юқорида кўриб ўтдик; сув буғланиб унинг ҳажми камайганида бунинг акси бўлади.

Эритмадаги ионлардан бирининг концентрацияси ўзгарганда ҳам мувозанат худди шу тариқа бузилади: бирор ионнинг концентрацияси ортганда, мувозанат диссоциланмаган молекулалар ҳосил бўлиш томонига қараб силжийди, шу билан бирга айни вақтда бошқа ионнинг концентрацияси камайди. Масалан, тенглама бўйича диссоциланадиган сирка



кислота  $\text{CH}_3\text{COOH}$  эритмасига шу кислотанинг  $\text{CH}_3\text{COO}'$  ионларига бой бўлган тузи эритмаси қўшилса, диссоциация мувозанати чапга силжийди, яъни сирка кислотанинг диссоциация даражаси камайди. Бундан, *кучсиз электролит эритмасига бир исмли ионларни* (яъни электролит ионларидан бири билан бир хил бўлган ионларни) *қўйиши шу электролит диссоциация даражасининг камайишига сабаб бўлади*, деган хулосага келамиз. Аксинча, ионлардан бирининг концентрацияси камайса, электролит молекулаларининг янги миқдори диссоциланади. Масалан, юқорида айтилган кислота эритмасига гидроксил ионлари киритилса, водород ионларининг боғланиши натижасида, кислотанинг диссоциланиши ортади.

Электролитнинг тўйинган эритмасида мувозанатнинг силжишига доир яна бир муҳим ҳолни кўриб чиқайлик. 254-бетда қаттиқ модда сувда эритилганда, эриш тўйинган эритма ҳосил бўлгандан кейин, яъни эриётган модда билан шу модданинг эритмадаги молекулалари ўртасида мувозанат қарор топгандан кейин, тўхтайди деб айтилган эди. Кучли электролитлар, масалан, кристаллари ионлардан тузилган тузлар эритилганда, эритмага молекулалар ўтмай, айрим ионлар ўтади, демак тўйинган эритмадаги мувозанат ҳам эритмага ўтган ионлар билан эрийдиган модданинг қаттиқ фазаси ўртасида ёки, аниқроқ айтганда, эритмадаги эркин ионлар билан туз кристаллидаги боғланган ионлар ўртасида қарор топади. Масалан, кальций сульфат  $\text{CaSO}_4$  нинг тўйинган эритмасида қуйидагича мувозанат бўлиши керак.



Ана шу гетероген мувозанатга массалар таъсири қонунини татбиқ қилиб ва қаттиқ фаза концентрацияси мувозанат константасининг ифодасига кирмаслигини назарда тутиб (225-бетга қаралсин), қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$[\text{Ca}^{++}] \cdot [\text{SO}_4'] = K.$$

Шундай қилиб, кам эрийдиган электролитнинг тўйинган эритмасида шу электролит ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси айни температурада ўзгармас катталиқ бўлади. Бу катталиқ электролитнинг эрий олиш хусусиятини характерлаганида, у, электролитнинг эрувчанлик кўпайтмаси дейилади ва ЭК ҳарфлари билан белгиланади.

Юқорида ёзилган тенгламадаги  $K$  белгиси ўрнига  $ЭК_{CaSO_4}$  ни қўйсак,

$$ЭК_{CaSO_4} = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] \text{ ҳосил бўлади.}$$

Тегишли электролитнинг эрувчанлигини билгандан кейин, эрувчанлик кўпайтмасининг сон қийматини топиш қийин эмас. Масалан,  $20^\circ C$  да кальций сульфат  $CaSO_4$  нинг эрувчанлиги  $1,5 \cdot 10^{-2}$  моль/л га тенг, яъни  $CaSO_4$  нинг бир литр тўйинган эритмасида  $20^\circ C$  да  $1,5 \cdot 10^{-2}$  моль  $CaSO_4$  бўлади. Ҳар бир «молекула»  $CaSO_4$  диссоциланганда битта  $Ca^{2+}$  иони ва битта  $SO_4^{2-}$  иони ҳосил бўлганидан, бу ионлардан ҳар бирининг концентрацияси, равшанки,  $1,5 \cdot 10^{-2}$  г-ион/л га тенг бўлади. Бинобарин, кальций сульфатнинг эрувчанлик кўпайтмаси  $ЭК_{CaSO_4} = [Ca^{2+}] \cdot [SO_4^{2-}] = 1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} = 2,25 \cdot 10^{-4}$  бўлади.

Электролитлик диссоциациянинг классик назарияси асосида қилинган бу ҳисоб жуда ҳам аниқ, чунки бунда ионлар орасидаги электростатик кучларнинг электролит эрувчанлигига таъсир этиши назарга олинган эмас. Ана шу таъсир ҳам назарга олинса, у вақтда  $CaSO_4$  учун бундан бирмунча кичик қиймат ҳосил бўлади. Агар, электролит ниҳоятда кам эрийдиган бўлса, ана шу кучлар таъсирини эътиборга олмаса ҳам бўлади.

Равшанки, электролит молекуласида бир хилдаги ионлардан иккита ёки бир нечта бўлса, эрувчанлик кўпайтмаси қийматини ҳисоблаш вақтида шу ионларнинг концентрациясини тегишли даражаларга кўтариш керак. Масалан:

$$ЭК_{Pb_2} = [Pb^{2+}] \cdot [Pb^{2+}]$$

Агар кальций сульфатнинг тўйинган эритмасига яхши эрийдиган, бир иони кальций сульфат билан умумий бўлган бошқа электролит, масалан, калий сульфат қўшилса, қандай ҳодиса рўй беради?  $SO_4^{2-}$  ионларининг концентрацияси ортганидан эритмадаги мувозанат қаттиқ  $CaSO_4$  ҳосил бўлиш томониغا силжий бошлайди. Бошқача айтганда,  $Ca^{2+}$  билан  $SO_4^{2-}$  ионлари бирикиб  $CaSO_4$  чўкмасини ҳосил қилади ва эритмадан йўқола бошлайди; бу ҳодиса шу ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси  $CaSO_4$  эрувчанлигининг кўпайтмасига яна тенглашиб олгунча давом этаверади. Натижада, эритмадаги кальций сульфат миқдори камаяди.

$CaSO_4$  нинг тўйинган эритмасига  $K_2SO_4$  нинг концентранган эритмасидан озгина қўшиб кўрилса, юқорида айтилган фикрлар-

нинг тўғри эканлигига ишонч ҳосил қилиш мумкин.  $K_2SO_4$  эритмаси қўшилган заҳоти кальций сульфатнинг оқ кристалл чўкмаси ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, эритмага бир исмли ионлар қўшилганда, электродитнинг эрувчанлиги камаяди, деган хулосага келамиз. Эритмадаги бир ионнинг эритмага қўшилган ионлар билан боғланиб, янада мураккаброқ (комплекс) ионлар ҳосил қилиш ҳоллари бундан мустасно.

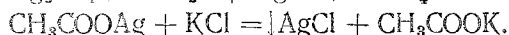
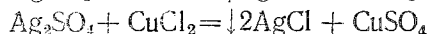
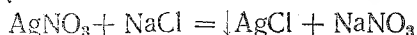
Юқорида айтилганлардан шундай натижа келиб чиқади: агар оз эрийдиган бирор электродит ионларининг эритмадаги концентрациялари кўпайтмаси аини модданинг эрувчанлик кўпайтмасидан ошиб кетса, реакция вақтида ҳар доим ўша модданинг чўкмаси ҳосил бўлаверади.

Эрувчанлик кўпайтмаси қондаси химиявий реакциялар вақтида чўкмалар ҳосил бўлишига ёки уларнинг эриб кетишига алоқадор бўлган кўпгина масалаларни ҳал қилишга имкон беради, бу нарса аналитик химияда айниқса муҳим роль ўйнайди. Бироқ, шуни назарда тутиш керакки, эрувчанлик кўпайтмаси қийин эрийдиган моддалар учунгина ўзгармас катталик бўлади, шунда ҳам, эритмага қўшилаётган бир исмли ионларнинг концентрацияси у қадар ортиқ бўлмаслиги шарт. Яхши эрийдиган электродитларда тўйинган эритмадаги ионлар концентрацияларининг кўпайтмаси бошқа моддалар миқдорининг оз ёки кўп бўлишига қараб анча ўзгариши мумкин\*. Шу сабабли, бундай ҳолларда эрувчанлик кўпайтмаси қондасига қараб қилинадиган ҳисоблар нотўғри натижаларга олиб келади. Аммо аналитик химияда ҳар хил реакцияларни сифат жиҳатидан изоҳлаш учун эрувчанлик кўпайтмаси қондасидан муваффақият билан фойдаланиш мумкин.

**90. Электродит эритмаларидаги реакциялар шу электродит ионларининг реакцияларидир.** Қандай бўлмасин бирор кучли электродитни сувда эритсак, замонавий қарашларга кўра, ўша электродитнинг молекулаларини эмас, балки фақат ионларини тутадиган эритма оламиз. Ҳар қайси ионда ўзининг хarakterли хоссалари бор; ион ҳар қандай эритмада ҳам, шу эритмада яна қандай ионлар бўлишидан қатъи назар, ўзининг ўша хоссаларини сақлаб қолади. Масалан, қандай ишқор эритмаси олинмасин, барибир, гидроксил иони лакмусни кўкартиради, эритмага совун маза беради ва ҳоказо. Шундай қилиб, электродит эритмаси, аслида ионлар (ёки уларнинг гидратлари) билан сув молекулаларининг аралашмасидан иборатдир. Бундан, равшанки, иккита кучли электродит эритмаси аралаштирилганда, реакцияга шу электродитларнинг

\* Бу ўзгаришлар ионлар активлиги коэффициентларининг ўзгариши натижасида содир бўлади.

молекулалари эмас (молекулаларнинг ўзи эритмада бўлмайди), балки уларнинг ионларигина кириша олади. Шу сабабли, реакция натижаси ҳам, олинган эритмаларда қандай ионлар борлигигагина боғлиқ бўлиши керак. Масалан, ичида кумуш тузлар бўлган эритмалар билан хлорид кислотанинг турли тузлари эритмалари орасида содир бўладиган реакцияларни кўриб чиқайлик:



Ҳамма ҳолларда ҳам сувда эримайдиган кумуш хлориднинг творогсимон оқ чўкмаси ҳосил бўлади.

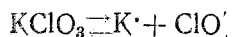
Бир-биридан фарқ қиладиган уч жуфт модда ўзаро таъсир қилганда ҳар сафар бир хил чўкма ҳосил бўлишини молекулляр назария асосида изоҳлаб бериш қийин. Бундай чўкма ҳосил бўлишининг сабаби қилиб, реакцияга киришадиган моддаларнинг ҳар қайсисидан ҳам хлор ва кумуш элементлари борлиги кўрсатиладиган бўлса, худди шундай шароитда кумуш хлорид ҳосил бўлмайдиган бошқа бир қатор мисоллар келтириш мумкин. Масалан, бертоле тузи  $\text{KClO}_3$  эритмасига кумуш нитрат  $\text{AgNO}_3$  эритмаси таъсир эттирилса, бертоле тузида хлор борлигига қарамай ҳеч қандай чўкма ҳосил бўлмайди. Кумуш тузларини таркибида хлор бўлган турли органик бирикмаларга, масалан, хлороформ  $\text{CHCl}_3$ , хлорпикрин  $\text{CCl}_3\text{NO}_2$  ва бошқаларга таъсир эттирганда ҳам чўкма ҳосил бўлмайди.

Масалага ион назарияси асосида қараладиган бўлса, англашилмовчиликка ҳеч ўрин қолмайди. Олинган моддаларнинг реакцияга ўзи киришмай, уларнинг эритмада диссоциланган ионлари киришади-ку, ахир. Кумуш тузларининг ҳамма эритмаларида бошқа ионлар билан бир қаторда албатта  $\text{Ag}^+$  ионлари бўлса, хлорид кислота тузларининг ҳамма эритмаларида  $\text{Cl}^-$  ионлари бўлади. Ана шу эритмаларни жуфт-жуфт қилиб аралаштирсак, бир хил ионларнинг — хлор билан кумуш ионларининг ўзаро таъсир қилишига имкон берган бўламиз, шу сабабли, учала ҳолнинг ҳар қайсисида ҳам бир хил чўкма — кумуш хлорид ҳосил бўлади. Эритмада кумуш ионлари билан хлор ионлари учрашса, равшанки, ҳаммаша кумуш хлорид ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, кумуш ионларининг ёрдами билан эритмада хлор ионлари борлигини ва, аксинча, хлор ионларининг ёрдами билан кумуш ионлари борлигини осонгина аниқлай оламиз. Демак,  $\text{Cl}^-$  иони  $\text{Ag}^+$  ионига,  $\text{Ag}^+$  иони эса  $\text{Cl}^-$  ионига реактив бўла олади. Башарти эритмадаги хлор эркин  $\text{Cl}^-$

ионлари ҳолида бўлмай, балки бошқа ионлар ёки диссоциланмаган молекулалар таркибида бўлса, у вақтда, кумуш ионлари хлор борлигини аниқлашга ёрдам бера олмайди.

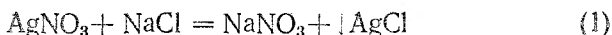
Бертоле тузи ва таркибида хлор бўлган органик бирикмаларга кумуш тузлари таъсир эттирилганда кумуш хлорид чўкмаси ҳосил бўлмаслиги юқорида айтиб ўтилди. Бунинг сабаби шундаки, бертоле тузи:



тенгламаси бўйича диссоциланади ва унинг эритмасида  $\text{Cl}^-$  ионлари бўлмайди; хлорнинг юқорида айтилган органик бирикмалари эса, умуман, ионларга диссоциланмайди.

Юқорида айтилганлар эритмадаги электродитлар орасида бўладиган реакциялар шу электродит ионларининг реакцияларидир, деган хулосага олиб келади.

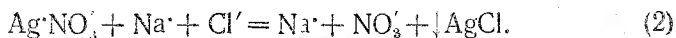
**91. Ионли тенгламалар.** Одатдаги химиявий тенгламалар молекулаларнинг ионларга диссоциланишини акс эттирмайди, шунга кўра эритмалардаги электродитлар ўзаро таъсир қилганда содир бўладиган реакцияларнинг моҳиятини ифодалаш учун ионли тенгламалардан фойдаланилади. Бундан аввалги параграфда кўриб чиқилган реакцияларнинг бири учун, масалан:



реакцияси учун ионли тенгламани чиқарайлик.

Бу реакцияни амалга ошириш учун, кумуш нитрат ва натрий хлорид эритмаларини аралаштирамиз. Кумуш хлорид чўкмаси ҳосил бўлади, натрий нитрат эса эритмада қолади.

Кумуш хлорид, натрий хлорид ва натрий нитратнинг эритмада тўла диссоциланиши ва кумуш хлорид чўкмасигина бир-бири билан боғланган кумуш ва хлор ионларидан тузилганлигини назарда тутиб, (1) тенгламани қуйидаги кўринишда ёзишимиз мумкин:



Эритмалар аралаштирилгандан кейин қандай ўзгариш бўлди? Эритмалар аралаштирилгандан илгари  $\text{NO}_3^-$  ва  $\text{Na}^+$  ионлари қандай эркин бўлган бўлса, эритмалар аралаштирилгандан кейин ҳам шундай эркинлигича қолаверди. Бир-бири билан бирикиб, эримайдиган кумуш хлорид ҳосил қилган  $\text{Ag}^+$  ва  $\text{Cl}^-$  ионларигина ўзаро таъсир қилади, холос. Демак,  $\text{NO}_3^-$  ва  $\text{Na}^+$  ионлари реакцияда мутлақо иштирок қилмади. Модомики шундай экан, илгари реакцияларда сув ёки ҳаво иштирок этишини кўрсатмаганимиздек, бу ионларнинг иштирокини ҳам реакция тенгламасида

кўрсатмасак бўлади. Бу ионларнинг белгиларини тенгламанинг иккала қисмидан чиқариб ташласак,

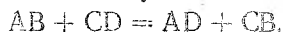


ҳосил бўлади. Кўриб чиқиладиган реакциянинг ионли тенгламаси шундай кўринишда бўлади. Бу тенглама молекуляр тенгламага қараганда анча содда бўлиши билан бирга, содир бўладиган реакциянинг асл моҳиятини ҳам ифодалайди. Кумуш ва хлорид кислотанинг эрувчан тузларидан қайси бирини олмайлик, ҳаминша бир хил химиявий процесс содир бўлганидан, бу моддалар орасида юз берадиган реакция юқоридagi ионли тенгламанинг ўзи билан ифодаланаверади, чунки бу реакцияларнинг ҳаммасида ҳам хлор ионлари кумуш ионлари билан бирикиб, кумуш хлорид ҳосил қилади.

Демак, ионли тенгламалар, одатдаги молекуляр тенгламаларнинг аксича, муайян моддалар орасида юз берадиган бирор реакция тенгламалари бўлмай, бир-бирига ўхшаш реакцияларнинг бутун бир группасини ўз ичига олади. Уларнинг муҳим қиммати ва аҳамияти ҳам ана шунда.

**92. Электролит эритмаларида бўладиган алмашиниш реакцияларнинг механизми.** Сувдаги эритмаларда электролитлар орасида содир бўладиган бирталай реакциялар алмашиниш реакциялари типига киради. Бу реакцияларнинг механизмининг бирмунча батафсилроқ кўриб чиқайлик; буьда, кучли электролитлар тўла диссоциланади, деб ҳисоблаймиз.

Алмашиниш реакциясининг умумий кўринишини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



AB ва CD ларни кучли электролитлар ва, демак, буларнинг эритмаларида нуқул A', B', C' ва D' эркин ионлари бўлади, деб фараз қилайлик. У вақтда, реакциянинг натижаси, умуман, ҳосил бўладиган AD ва CB моддаларнинг қанчалик эришига ва қай даражада диссоциланшига боғлиқ бўлади. Бу ерда, иккита асосий ҳол бўлиши мумкин: 1) ҳосил бўладиган моддалар ҳам сувда яхши эрийдиган кучли электролит бўлади ва 2) ҳосил бўладиган моддаларнинг бири ёки иккаласи ҳам эрмайди, ёхуд улар кучсиз электролитлар қаторига киради.

Иккала ҳолда ҳам қандай ҳодиса рўй беришини конкрет мисолларда кўриб чиқайлик.

Иккита кучли электролит натрий хлорид NaCl ва калий нитрат KNO<sub>3</sub> эритмаларини аралаштирамиз. Булар орасида бўладиган ўзаро таъсир молекуляр шаклда тенглама билан ифодланади:



Натрий нитрат билан калий хлорид сувда яхши эрийдиган электродит бўлганидан, илгари бу реакция охиригача бормайди ва олинган моддалар билан ҳосил бўлган моддалар орасида мувозанат ҳолати қарор топишига сабаб бўлади, деб ҳисобланар эди. Эндиликда бизга маълумки, тўртала тузнинг ҳаммаси ҳам кучли электродит бўлиб, ионларга батамом диссоцилланади. Шу сабабли реакциянинг ионли тенгламасини қўлланиб, қуйидагича ёза оламиз:



Бундан кўриниб турибдики, эритмаларни аралаштиришдан олдин ҳам, уларни аралаштиргандан кейин ҳам эритмада фақат:

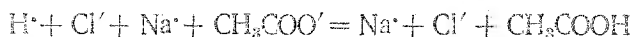
$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ва  $\text{NO}_3^-$  эркин ионлари бўлади.

Шундай қилиб, ион назариясига кўра, айни ҳолда умуман ҳеч қандай реакция содир бўлмайди. Натрий хлорид ва калий нитрат эритмалари аралаштирилганда на иссиқлик чиқиш ва на иссиқлик ютилиш ҳодисалари рўй бермагани ҳам бу ҳулосани тасдиқлайди ҳамда химиявий ўзгариш бўлмаганини кўрсатади.

Агар ҳосил бўладиган моддалардан бири кучсиз электродит бўлса, бошқача манзарани кўрамиз. Мисол тариқасида, натрий ацетат  $\text{CH}_3\text{COONa}$  эритмаси билан хлорид кислота эритмаси араштирилганда содир бўладиган қуйидаги реакцияни олайлик:



Эритмалар аралаштирилишидан олдин уларда  $\text{Na}^+$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{H}^+$  ва  $\text{Cl}^-$  ионлари бор эди. Аралаштирилгандан кийин  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионлари эритмада  $\text{H}^+$  ионлари билан учрашиб, улар билан бирикади ва кучсиз электродит—сирка кислота  $\text{CH}_3\text{COOH}$  нинг диссоцилланмаган молекулаларини ҳосил қилади. Бу ҳодиса эритмада сирка кислота диссоциациясининг даражасига мувофиқ келадиган сонда  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионлари қолгунча давом этади. Натижада, эритма  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ионлари,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  молекулалари ва озроқ сонда  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионларига эга бўлади.  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионларини эътиборга олмай, содир бўладиган реакцияни қуйидаги ионли тенглама билан ифодалашимиз мумкин:



ёки реакцияда иштирок этмаган ионлар чиқариб ташланса,

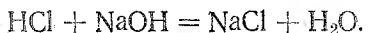


бўлади.

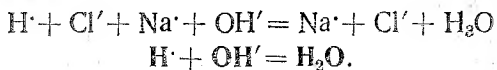
Демак, бутун реакция  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионларнинг диссоцилланмаган сирка кислота молекулаларини ҳосил қилишидан иборатдир. Бундай реакция кучли кислотанинг кучсиз кислотани унинг тузидан сиқиб чиқариш реакцияси деб ата-

лади, чунки бу реакцияда кучли кислота (хлорид кислота) эритмада кучсиз кислота (сирка кислота) билан алмашинади.

Кучсиз диссоциланадиган модда ҳосил қилувчи реакцияга иккинчи мисол сифатида, кучли кислоталарнинг кучли асослар билан нейтралланиш реакциясини кўрсатиш мумкин. Масалан:

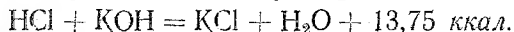
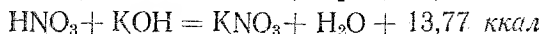
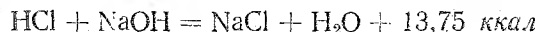


Бу реакция вақтида ҳосил бўладиган моддаларнинг бири — сув — амалда ионларга қарийб диссоциланмаганидан, ионли тенгламани қўлланиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

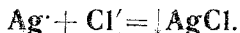


Кейинги тенглама ҳар қандай кучли кислота-нинг ҳар қандай кучли асос билан нейтралланиш процессини ифода қилади. Демак, нейтралланиш водород ионлари (ёки гидроксоний ионлари) билан гидроксид ионларининг ўзаро бирикиб, сув молекулалари ҳосил қилишидан иборатдир.

Модомики, кучли кислотанинг кучли асос билан нейтралланиш процесси ҳамиша водород ва гидроксид ионларининг бирикишидан иборат экан, у вақтда шу процессда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори, кислота ёки асос табиатидан ҳатти назар, ҳамма вақт бир хилда бўлиши керак. Тажриба бу хулосанинг тўғрилигини тасдиқлайди; ҳар қандай кучли кислота ҳар қандай кучли асос билан нейтралланиб, бир грамм-молекула сув ҳосил қилганда, тахминан, 13,8 ккал иссиқлик ажралиб чиқади:



Ҳосил бўладиган моддаларнинг бири эримайдиган бўлиб, эритмадан чўкма ёки газ тарзида ажралиб чиқадиган ҳолларда ҳам кучсиз электролит ҳосил қилиш билан боладиган реакцияларга ўхшаш реакциялар содир бўлади. Юқорида кўриб чиқилган реакциялар, яъни кумуш тузларининг хлорид кислота тузлари билан ўзаро таъсир этиш реакциялари бунга мисол бўла олади, бу реакциялар кумуш ва хлор ионларидан эримайдиган кумуш хлорид ҳосил қилиш реакцияларидир:

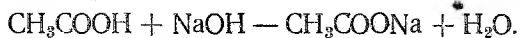


Тўғри, мутлақо эримайдиган моддалар бўлмайди, шу сабабли, кумуш хлорид ҳосил бўлиш вақтида, кумуш ионлари

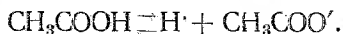


билан хлор ионларидан кумуш хлорид эрувчанлиги кўпайт-масига мувофиқ келадиган миқдорда эритмада қолади. Бу миқдор ниҳоятда оз бўлганидан, реакцияни ионли тенглама билан ифодалашда уни ҳисобга олмаймиз. Қийин эрийдиган моддалар ҳосил қилувчи бошқа реакцияларнинг ионли тенгламаларини тузишда ҳам худди шундай қиламиз.

Энди, реакцияга киришадиган моддалардан бири кучсиз электролит бўлганда, қандай реакция боришини кўриб чиқайлик. Агар реакция натижасида ҳосил бўладиган барча моддалар кучли электролитлар бўлса, албатта, ҳеч қандай реакция содир бўлмайди; масалан, сирка кислота билан калий хлорид эритмалари аралаштирилганда ҳеч қандай реакция кетмайди. Лекин ҳосил бўлган моддалардан бири ёки иккаласи реакцияга киришган электролитдан кўра бирмунча кучсиз электролитлар бўлса, реакцияга киришган электролит бутунлай ўзгариб кетиши мумкин. Мисол тариқасида, сирка кислотанинг ўювчи натрий билан нейтралланиш реакциясини олайлик:

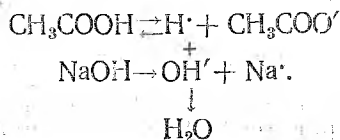


Сирка кислота ва ўювчи натрий эритмалари аралаштирилса, шундай эритма ҳосил бўладики бу эритмада дастлабки пайтда  $\text{Na}^+$  ва  $\text{OH}^-$  ионлари билан озроқ  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионлари бўлади;  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионлари эса сирка кислотанинг диссоциланмаган молекулалари билан мувозанатда туради:

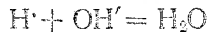


$\text{H}^+$  билан  $\text{OH}^-$  ионлари учрашганда, улар бир-бири билан бирикиб, амалий диссоциланмайдиган сув молекулаларини ҳосил қилади. Водород ионлари боғланган сари сирка кислота молекулалари билан унинг ионлари орасидаги мувозанат бузилади ва янги молекулалар диссоцилана бошлайди, бу ҳодиса молекулаларнинг ҳаммаси деярли ионларга парчала-ниб бўлгунча давом этади.

Шундай қилиб, эритмада бир вақтнинг ўзида икки процес — сирка кислота молекулаларининг диссоциланиш процесси ва водород ионлари билан гидроксил ионлари бирикиб сув молекулалари ҳосил бўлиш процесси боради. Содир бўладиган ҳамма ҳодисаларни қуйидаги схема шаклида кўрсатиш мумкин:



Айни ҳолда, нейтралланиш реакциясини кучли кислота-нинг кучли асос билан нейтралланиш реакцияси сингари, яъни

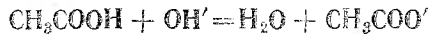


каби ионли тенглама билан ифодалаш нотўғри бўлур эди, чунки биз олган эритмада водороднинг эркин ионлари деярли йўқ эди, улар реакция давомида, сирка кислота молекулаларидан ҳосил бўлди. Демак, сирка кислота молекулалари ҳам, гидроксил ионлари боғлаб олган водород ионлари ўрнига янгидан-янги  $H^+$  ионлари етказиб бериш билан реакцияда билвосита иштирок қилди.

Бу ҳолни ионли тенгламада аке эттирмоқ учун, сирка кислотани молекулалар кўринишида, яъни биз олган эритмада бу кислота асосан қандай кўринишда бўлган бўлса, шундай кўринишда ёзамиз



Ўхшаш ҳадлар чиқариб ташланса,



ҳосил бўлади.

Бу тенглама реакцияда сирка кислота молекулаларининг билвосита иштирок этишини кўрсатибгина қолмай реакция натижасида, сув молекулаларидан ташқари, жуда кўп  $CH_3COO^-$  ионлари ҳосил бўлишини ҳам кўрсатади,  $CH_3COO^-$  ионлари эса реакциядан аввал эритмада деярли йўқ эди.

Сирка кислотанинг нейтралланиш реакцияси (кучли кислоталарнинг кучли асослар билан нейтралланиш реакциясига қарама-қарши ўлароқ) икки процесдан — кислота молекулаларининг диссоциланиши билан сув молекулаларининг ҳосил бўлиш процесларидан иборат бўлганлиги учун, нейтралланиш вақтида 13,8 ккал эмас, балки 13,3 ккал иссиқлик чиқади. 1 моль сирка кислота диссоциланганда, афтидан, 0,5 ккал иссиқлик ютилади. Бошқа кучсиз электролитлар диссоциланганда янада кўпроқ иссиқлик ютилиши ҳам мумкин. Масалан, 1 моль гипохлорит кислота  $HOClO$  ўювчи натрий билан нейтралланганда атиги 9,84 ккал иссиқлик чиқади.

Ионли реакцияларнинг юқорида кўриб чиқилган мисолларидан қуйидаги умумий хулосани чиқарса бўлади.

*Электролитлар орасида алмашиниш реакциялари бўлишининг зарур шarti муайян ионларнинг ё кучсиз диссоциланадиган моддалар, ёки амалда эримайдиган, эритмадан чўкма ёхуд газ ҳолида ажралиб чиқадиган моддалар ҳосил бўлиши ҳисобига эритмадан йўқолишидир.* Бошқача айтганда, электролитлар эритмаларидаги реакциялар ҳаминша энг кам диссо-

циланидиган ёки энг кам эрийдиган моддалар ҳосил бўлиши томонига қараб боради. Агар реакция вақтида ана шундай моддалардан бирортаси ҳам ҳосил бўлмаса, у вақтда, реакциянинг ўзи ҳам содир бўлмайди.

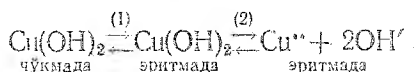
Эримайдиган моддалар ҳосил бўлибгина қолмай, балки, аксинча, сувда эримайдиган модда бирор реактив таъсиридан эриб кетадиган реакцияларни ҳам алоҳида кўриб чиқиш керак.

Мисол тариқасида, мис (II)-гидроксиднинг кислоталарда эришини олайлик:



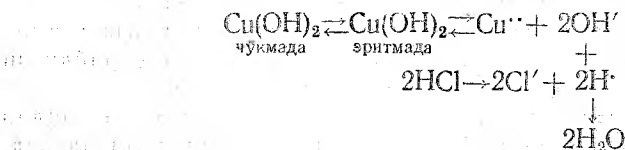
Биринчи қарашда бу реакция юқорида чиқарилган хулосага зид келгандай бўлиб кўринади. Аммо бунда ҳеч қандай зиддият йўқ, чунки бу ерда реакция йўналишини белгиладиган шартлардан бири мавжуд; масалан, бу ерда кам диссоциланидиган бирикма (сув) ҳосил бўлишини яққол кўрамиз; мис (II)-гидроксиднинг эришига сабаб ҳам худди ана шу ҳодисанинг ўзидир.

Содир бўлаётган процессни ион назарияси нуқтаи назаридан қараб чиқиш учун, аввало, мутлақо эримайдиган моддалар ҳеч қачон бўлмаслигини ҳисобга олиш керак. Шу сабабли, «эримайдиган» модда чўкмаси устида турган ҳар қандай суюқлик шу модданинг тўйинган эритмасидан иборат бўлади. Айни ҳолда бояги эритмада фақат мис ва гидроксил ионлари борми ёки мис (II)-гидроксиднинг диссоциланимаган молекулалари ҳам борми, бунини аниқ айтиш қийин, чунки оғир металл гидроксидларининг ионланиш шароити ҳали кам текширилган. Оғир металлларнинг гидроксидлари молекуляр панжалар ҳосил қилиши ва, демак, бу гидроксидлар эриганда, уларнинг молекулалари эритмага ўтиши ва у ерда ионларга бир қадар диссоциланиши эҳтимолдан холи эмас. Бу ҳолда мис (II)-гидроксиднинг тўйинган эритмасида ўзаро боғланган иккита мувозанат бўлади: булардан бири — чўкма билан эритмага ўтган мис (II)-гидроксид молекулалари орасидаги мувозанат ва иккинчиси эса ўша молекулалар билан улардан ҳосил бўлган ионлар орасидаги мувозанат:



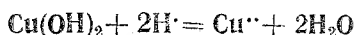
Мис (II)-гидроксидга кислота таъсир эттирганимизда гидроксил ионлари кислотанинг водород ионлари билан боғланиб, сувнинг диссоциланимаган молекулаларини ҳосил қилади. Гидроксил ионларининг камайиши натижасида мувозанат (2) дарҳол бузилади ва мис (II)-гидроксиднинг янги молекулалари диссоциланади, бу эса, ўз навбатида, мувозанат (1) нинг

бузилишига ва чўкманинг бир қисми эритмага ўтишига сабаб бўлади. Диссоциация натижасида ҳосил бўлган гидроксил ионлари яна водород ионлари билан бирикади ва ҳоказо, бу процесс кислота етарли миқдорда бўлса, чўкманинг ҳаммаси эритмага ўтгунча давом этаверади. Рўй берадиган ҳамма ҳодисаларни қуйидаги схема тарзида кўрсатиш мумкин:



Чўкмаларнинг ва сувда эримайдиган бошқа электролитларнинг эриши ҳам шу тариқа изоҳлаб берилади.

Бу реакцияларни ионли тенгламалар билан ифодалайдиган бўлсак, сирка кислотанинг ўювчи натрий билан нейтраллашиш реакциясида сирка кислота қандай мулоҳаза асосида молекула ҳолида ёзилган бўлса, чўкмадаги электролитларни ҳам худди шундай мулоҳаза асосида молекула ҳолида ёзишимиз керак. Шу сабабли, мис (II)-гидроксиднинг хлорид кислотатада эриш реакцияси қуйидаги ионли тенглама билан ифодаланади:



Шундай қилиб, қийин эрийдиган электролитни эритиш учун, шу электролитнинг эритмага берадиган ионларидан бирини боғлаш керак\*. Бунга, кўпинча электролит ионлари билан бирикиб ва кам диссоциланадиган модда ҳосил қилувчи ионларни эритмага қўшиш йўли билан эришилади.

**93. Ионли тенгламалар тузиш.** Айрим элементлар ва улар бирикмаларининг хоссаларини ўрганишда бизга учраб турадиган кўпчилик реакциялар электролитлар эритмаларида уларнинг ионлари орасида содир бўлади. Шу сабабли, ионли тенгламалар тузиш йўлини ўрганиб олиш айниқса муҳимдир.

Бундан аввалги параграфда ионли тенгламаларнинг типик мисоллари батафсил кўриб чиқилди. Ионли тенгламалар тўғ-

\* Эрувчанлик кўпайтмаси ҳақидаги тушунчадан фойдаланиб (89- параграфга қаралсин), бошқа йўл билан ҳам худди шундай хулосага келиш мумкин. Дарҳақиқат, қийин эрийдиган электролитнинг тўйинган эритмасида шу электролит ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас катталиқдир. Эритмага бошқа ионлар (электролит иони билан бирикиб, диссоциланмайдиган молекула ҳосил қилувчи ионлар) қўшиш йўли билан электролит ионларидан бирини боғлар эканмиз, электролит ионлари концентрацияларининг кўпайтмасини камайтирган бўламиз; эритма тўйинмаган эритма ҳолига келади ва ўзига тегиб турган чўкман эритиши керак бўлади.

рисида ўша жойда айтилганларга кўра, уларни тузишнинг қуйидаги тартибини тавсия қилса бўлади:

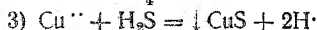
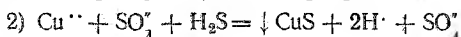
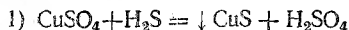
1. Реакция тенгламасини молекуляр шаклда ёзиш лозим.

2. Уша тенгламани қайтадан ёзиш, бунда эримайдиган ёки кам диссоциланидиган моддаларни молекула ҳолида қолдириб, бошқа моддаларни улар қандай ионларга диссоциланидиган бўлса, шундай ионлар ҳолида ёзиш керак.

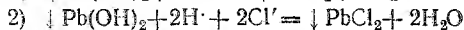
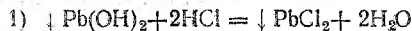
3. Реакцияда иштирок этмайдиган ионларни, яъни тенгламанинг ҳам чап, ҳам ўнг томонида тенг сонда учрайдиган ионларни тенгламадан чиқариб ташлаш зарур.

Тенглама тузишнинг ана шу йўллари эсда яхши сақлаб қолиш учун, ионли тенглама тузишга яна иккита мисол келтирамиз.

*1-мисол.* Водород сульфид (кучсиз кислота) билан мис сульфат орасида бўладиган реакциянинг ионли тенгламасини тузиш:



*2-мисол.* Кўрғошин (II)-гидроксид билан хлорид кислота орасида бўладиган реакциянинг ионли тенгламасини тузиш:



Кейинги тенгламадан ҳеч қандай ионни чиқариб ташлаб бўлмайди, чунки реакцияда иккала ион ҳам— $\text{H}^+$  ва  $\text{Cl}^-$  ионлари ҳам иштирок қилади.

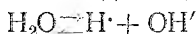
Бир оз малака ҳосил қилгандан кейин, ионли тенгламаларни биратўла, яъни биринчи ва иккинчи босқичларни ёзиб ўтирмай ҳам, тузиш мумкин. Бунинг учун, қуйидагиларни аниқ билиш керак, холос: а) аини реакциянинг бориши қайси модда ҳосил бўлишига боғлиқ; б) шу модданинг ҳосил бўлиши учун зарур ионлар эритмада тайёр ҳолда борми ёки улар кучсиз диссоциланидиган, ё қийин эрийдиган моддаларнинг молекулаларидан реакция процессида ҳосил бўладими? Бу ҳолда тенглама тузишни унинг иккинчи ярмидан бошлаш, яъни аввал, ҳосил бўладиган модда формуласини ёзиб, сўнгра шу модданинг ҳосил бўлиши учун зарур ионларни ёки ион ва молекулаларни; ниҳоят, реакция натижасида ҳосил бўладиган ионларни ёзиш қулайроқ. Шундан кейин, коэффициентлар танлаш керак.

Ионли тенгламаларни тузиш учун қайси тузлар сувда эришини ва қайси тузлар амалда эримаслигини билиш зарур. Ҳаммадан кўп тарқалган металларнинг энг муҳим тузларининг сувда эрувчанлигига доир умумий маълумотлар 14-жадвалда келтирилган.

## Энг муҳим тузларнинг сузда эрувчанлиги

Тузларнинг эрувчанлиги	
Кислоталар	
HNO <sub>3</sub>	Ҳамма тузлари эрувчан.
HCl	AgCl, CuCl, PbCl <sub>2</sub> , ва Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> дан бошқа ҳамма тузлари эрувчан.
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	BaSO <sub>4</sub> , SrSO <sub>4</sub> ва PbSO <sub>4</sub> дан бошқа ҳамма тузлари эрувчан.
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Нормал тузларидан фақат натрий, калий ва аммонийли тузларигина эрувчан.
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Бу ҳам шундай.
H <sub>2</sub> S	
Металлар	
Na ва K	Ҳамма тузлари эрувчан деса бўлади.

94. Сувнинг диссоцилланиши. Водород кўрсаткич. Ионларнинг ўзаро реакцияларида ҳосил бўладиган, энг кам диссоцилланидиган моддалардан бири сувдир. Тоза сув электр токини жуда ёмон ўтказида, лекин ҳар ҳолда, бир қадар, ўлчаб бўладиган электр ўтказувчанлик хусусиятига эга; сувнинг, гарчи кам бўлса ҳам, электр ўтказишига сабаб, унинг водород ва гидроксил ионларига озгина диссоцилланишидир:



Тоза сувнинг электр ўтказувчанлигига қараб, сувдаги водород ионлари билан гидроксил ионларининг концентрациясини ҳисоблаб чиқиш мумкин. Бу концентрация  $10^{-7}$  г-ион/л га тенг эканлиги маълум бўлди.

Сувнинг диссоцилланишига массалар таъсири қонунини татибқ этиб:

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K$$

тенгламани ёзиш мумкин.

Бу тенгламани қуйидагича ўзгартириб ёзамиз:

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = [\text{H}_2\text{O}] \cdot K$$

Сувнинг диссоциация даражаси жуда кам бўлганидан, диссоцилланимаган H<sub>2</sub>O молекулаларининг концентрациясини сувдагина эмас, балки сув қўшиб суюлтирилган ҳар қандай эритмада ҳам ўзгармас катталиқ деб ҳисоблаш мумкин. Шу сабабли,  $[\text{H}_2\text{O}] \cdot K$  ни янги константа  $K_{\text{H}_2\text{O}}$  билан алмаштирсак

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K_{\text{H}_2\text{O}}$$

тенглама ҳосил бўлади.

Бу тенглам водород ва гидроксил ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас температурада сув учун ва сув кўшиб суюлтирилган эритмалар учун ўзгармас катталиқ эканлигини кўрсатади. Ана шу ўзгармас катталиқ сувнинг ионли кўпайтмаси деб аталади. Кейинги тенгламага водород ва гидроксил ионлари концентрацияларини кўйиб, унинг сон қийматини топиш қийин эмас:

$$K_{H_2O} = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}$$

Водород ионларининг концентрацияси билан гидроксил ионларининг концентрацияси бир хил ва ҳар қайси 10 г-ион/л га барабар бўлган эритмалар нейтрал эритмалар деб аталади. Кислотали эритмаларда водород ионларининг концентрацияси, ишқорий эритмаларда эса гидроксил ионларининг концентрацияси кўп бўлади. Бироқ эритма реакцияси қандай бўлишидан қатъи назар,  $H^+$  ва  $OH^-$  ионлари концентрацияларининг кўпайтмаси ўзгармас бўлиб қолавериши керак.

Масалан, тоза сувга водород ионларининг концентрациясини  $10^{-3}$  гача етказадиган миқдорда кислота кўшилса, гидроксил ионларининг концентрацияси камайиб,  $[H^+]$ ,  $[OH^-]$  нинг кўпайтмаси  $10^{-14}$  га барабар бўлиб қолиши керак. Демак, бундай эритмада гидроксил ионларининг концентрацияси

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-3}} = 10^{-11}$$

бўлади. Бунинг аксича, ишқор кўшилса ва шу тариқа гидроксил ионларининг концентрацияси, масалан,  $10^{-5}$  га етказилса, водород ионларининг концентрацияси

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

бўлиб қолади.

Юқорида келтирилган мисоллардан равшанки, бирор эритмадаги водород ионларининг концентрацияси кўрсатилса, аynи вақтда гидроксил ионлари концентрацияси ҳам аниқланган бўлади. Шу сабабли, эритманинг кислоталик даражасини ҳам, ишқорлик даражасини ҳам, миқдор жиҳатидан, водород ионлари концентрацияси билан характерлаш мумкин:

Нейтрал эритма . . .	$[H^+] = 10^{-7}$
Кислотали эритма . . .	$[H^+] > 10^{-7}$ (масалан, $10^{-6}$ , $10^{-5}$ )
Ишқорий эритма . . .	$[H^+] < 10^{-7}$ (масалан, $10^{-8}$ , $10^{-11}$ )

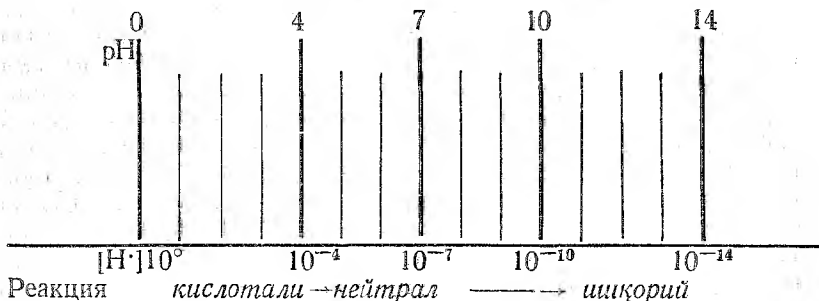
Эритманинг кислоталилиги ёки ишқорийлигини янада оддийроқ ва қулайроқ бошқа усул билан ҳам ифодалаш мумкин: водород ионларининг ҳақиқий концентрацияси ўрнига шу

концентрациянинг тескари ишора билан олинган логарифми кўрсатилади. Бу катталиқ водород кўрсаткич деб аталади ва рН ҳарфлари билан белгиланади.

$$pH = -\lg[H^+]$$

Масалан,  $[H^+] = 10^{-5}$  бўлса,  $pH = 5$ ;  $[H^+] = 10^{-9}$  бўлса,  $pH = 9$  бўлади ва ҳоказо. Юқорида айтилганлардан равшанки, нейтрал эритмада  $pH = 7$  бўлади. Қислотали эритмаларда  $pH < 7$  ва эритма қанчалиқ кўп қислотали бўлса, рН шунчалик кичик бўлади. Бунинг аксича, ишқорий эритмаларда  $pH > 7$  ва эритма қанчалиқ кўп ишқорий бўлса, рН шунчалик катта бўлади.

Бу нисбатлар қуйидаги схемада яққол кўрсатилган:



рН ни ўлчашнинг ҳар хил усуллари бор. Эритма реакциясини, сифат жиҳатидан, индикаторлар деб аталувчи ва ранги водород ионлари концентрациясига қараб ўзгарадиган махсус реактивлар ёрдами билан аниқлаш мумкин. Энг кўп ишлатиладиган индикаторлар лакмус, фенолфталеин ва метилоранждир. Буларнинг қислотали, ишқорий ва нейтрал эритмаларда қандай рангларда бўлиши 15-жадвалда кўрсатилган.

15-жадвал

Турли индикаторларнинг ранги

Индикатор	Эритма реакцияси		
	қислотали	нейтрал	ишқорий
Лакмус . . . . .	Қизил	Гунафша ранг	Кўк
Фенолфталеин . . . . .	Рангсиз	Рангсиз	Тўқ қизил
Метилоранж . . . . .	Пушти ранг	Тўқ сариқ	Сариқ

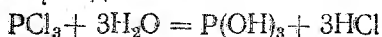
Водород ионларининг концентрацияси химиявий текширишлардагина эмас, балки хилма-хил ишлаб чиқариш процесс-



ларида, шунингдек, тирик организмларда содир бўладиган ҳодисаларни ўрганишда ҳам фоят муҳим аҳамиятга эга.

**95. Тузлар гидролизи.** Сувнинг водород ва гидроксил ионларига диссоциланиш жуда муҳим ҳодисага — тузлар гидролизига сабаб бўлади.

Умуман, бирор моддага сув таъсир эттирилганда, шу модданинг таркибий қисмлари сувнинг таркибий қисмлари билан бирикишига олиб борадиган ҳар қандай реакция гидролиз\* деб аталади. Масалан, фосфор (III)-хлорид  $\text{PCl}_3$  сув билан ўзаро таъсир этиб, фосфит кислота  $\text{H}_3\text{PO}_3$  билан хлорид кислотани ҳосил қилади:



Тузларнинг гидролизи амалда айниқса кўп учратилади.

Маълумки, кислоталарни асослар билан нейтраллаб, тузлар ҳосил қилиш мумкин. Демак, нормал тузларнинг, яъни кислота молекуласидаги ҳамма водород атомларининг металлга бутунлай алмашилишидан ҳосил бўлган тузларнинг эритмалари нейтрал реакцияга эга бўлиши керак, деб ўйлаш табиийдир. Бироқ бу фикр, фақат кучли кислота билан кучли асослардан ҳосил бўлган тузлар тўғрисидагина ўриши бўла олади. Кучсиз кислота билан кучли асослардан ҳосил бўлган тузлар ёки, бунинг аксича, кучли кислота билан кучсиз асослардан ҳосил бўлган тузлар сувда эриганда, нейтрал реакция бера олмайди. Масалан, темир (III)-хлорид  $\text{FeCl}_3$  эритмаси, бизга маълумки, водород ионлари (гидроксоний ионлари) борлигини кўрсатувчи кислотали реакцияни намоён қилади: натрий гипохлорит  $\text{NaClO}$  эритмаси гидроксил ионларига ҳос бўлган ишқорий реакцияга эга; калий цианид  $\text{KCN}$  (кучсиз цианид кислота  $\text{HCN}$  тузи) эритмаси ҳам ишқорий реакция беради ва ҳоказо.

Бу ҳодисаларга эритилган туз ионлари билан сув ионларининг ўзаро таъсир қилиши сабаб бўлади, деб тушунтириш мумкин, уларнинг ўзаро таъсири натижасида ортиқча водород ва гидроксил ионлари ҳосил бўлади. Сувда водород ва гидроксил ионларининг концентрацияси жуда кам бўлса ҳам, бу ионлар сувнинг диссоциланмаган бир талай молекулалари билан мувозанатда туради. Сув ионларидан бирортасининг туз ионлари билан боғланиши мувозанатни бузиб, сувнинг бошқа молекулаларини диссоциланишига ва эритмада сувнинг бошқа иони хийла кўп тўпланишига сабаб бўлади, бунинг натижасида, эритма кислотали ёки ишқорий реакцияга эга бўлиб қолади.

\* «Гидролиз» сўзнинг асли маъноси сув билан парчаланish демакдир.

Туз ионлари билан сув ионлари орасида бўладиган ва, одатда, сувдаги водород ва гидроксил ионлари концентрациясининг ўзгариши билан бирга борадиган ўзаро таъсир туз гидролизи деб аталади.

Гидролизнинг асосий сабаби кам диссоциланган моддалар (молекула ёки ионлар) ҳосил бўлишидир.

Гидролиз тузни ҳосил қилган кислота ва асосларнинг кучига қараб турлича бориши мумкин.

Гидролизнинг энг типик ҳолларини кўриб чиқайлик.

**Биринчи ҳол.** Кучсиз кислота билан кучли асосдан ҳосил бўлган туз. Натрий ацетат  $\text{CH}_3\text{COO Na}$  бунга мисол бўла олади. Ҳамма типик тузлар сингари,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ҳам сувда эриганда,  $\text{Na}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}'$  ионларига батамом диссоциланади. Назарий жиҳатдан қараганда, бу ионлар сув ионлари билан бирикиб, эквивалент миқдорда ўювчи натрий ва сирка кислота ҳосил қилиши мумкин эди; бироқ ўювчи натрий кучли асос бўлганидан, натрий ионлари сувнинг гидроксил ионлари билан мутлақо бирикмайди.

Бунинг аксича, сирка кислота жуда кучсиз кислота бўлганидан,  $\text{CH}_3\text{COO}'$  ионлари эритмада сувнинг водород ионлари билан учрашганда, улар билан дарҳол бирикади ва  $\text{CH}_3\text{COOH}$  молекулаларини ҳосил қилади. Эритмада водород ионларининг камайиши сув молекулалари билан унинг ионлари ўртасидаги мувозанатни бузади ва сувнинг яна диссоциланишига сабаб бўлади; янги водород ионлари ҳосил бўлади, булар ҳам, ўз навбатида, ацетат-ионлар билан бирикиб, сирка кислота молекулаларига айланади ва ҳоказо, шу билан бир вақтда, эритмада гидроксил ионларининг сони ортади.

Бироқ реакция шу йўналишда узоқ давом этмайди. Сувнинг ион кўпайтмаси  $[\text{H}^+]\cdot[\text{OH}'] = 10^{-14}$  ўзгармас катталиқ бўлганидан, гидроксил ионлари тўпланган сари водород ионларининг концентрацияси камай боради ва тез орада шу қадар озайиб кетадики, бу ионларининг  $\text{CH}_3\text{COO}'$  ионлари билан янада бирикиши учун имконият қолмайди. Шу вақтда сув молекулалари билан унинг ионлари ўртасида ҳам, сирка кислота  $\text{CH}_3\text{COOH}$  молекулалари билан  $\text{H}^+$  ва  $\text{CH}_3\text{COO}'$  ионлари ўртасида ҳам янги мувозанат қарор топади ва гидроксил ионларининг тўпланиши процесси тўхтабди.

Шундай қилиб, натрий ацетат сув билан ўзаро таъсир қилганда қуйидаги реакция содир бўлади:



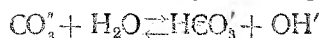
ёки молекуляр шаклда ёзилса, бундай бўлади:



Бу реакция мувозанати чапга томон кучли даражада сил-жиган бўлса ҳам, ионли тенгламанинг кўрсатишига кўра, реакциянинг пировардида эритмада гидроксил ионлари бир-мунча ортиқ тўпланади ва натрий ацетат эритмаси ишқорий реакцияга эга бўлади.

Тасвирланган ана шу мисолда бир негизли кучсиз кислота тузи гидролизланди. Кўп негизли кучсиз кислоталардан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизиди, одатда, эркин кислоталар эмас, балки, нордон тузлар ёки, аниқроқ айтганда, нордон тузларнинг анионлари ҳосил бўлади. Масалан, сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  сувда эриганда,  $\text{CO}_3^{2-}$  ионлари ҳам  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  ионлари сингари сувнинг водород ионлари билан боғланади; бироқ бунда кучсиз карбонат кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$  молекулалари эмас, балки  $\text{HCO}_3^-$  ионлари ҳосил бўлади.  $\text{HCO}_3^-$  ионларнинг кўпроқ ҳосил бўлишига сабаб, бу ионларнинг  $\text{H}_2\text{CO}_3$  молекулаларига қараганда хийла қийин диссоциланишидир (302-бетга қаралсин).

Гидролиз қуйдаги тенглама бўйича боради:



ёки молекуляр шаклда ёзилса, бундай бўлади:



Бу реакция натижасида натрий ацетатнинг гидролизиди бўлганидек, эритмада ортиқча гидроксил ионлари пайдо бўлади, шу сабабдан, сода эритмаси ҳам ишқорий реакцияга эга.

*Иккинчи ҳол.* Кучли кислота билан кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз. Бу ҳол аввалги ҳолга ўхшайди, ammo фарқи шундаки, бундай тузларнинг катионлари сувнинг гидроксил ионлари билан бирикади, анионлари эса эркин ҳолда қолади. Гидролиз маҳсулоти, одатда, гидроксил туз ёки гидроксил тузнинг катионлари бўлади. Масалан,  $\text{CuCl}_2$  — кучсиз асос, яъни мис (II)-гидроксид  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  ва кучли кислота  $\text{HCl}$  дан ҳосил бўлган туз—сувда эриганда  $\text{Cu}^{2+}$  ионлари гидроксил ионлари билан бирикиб, ё мис (II)-гидроксид молекулаларини, ёки  $\text{CuOH}^+$  ионларини ҳосил қилади.  $\text{CuOH}^+$  ионлари  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  молекулаларига қараганда қийинроқ диссоциланишидан,  $\text{CuCl}_2$  нинг гидролизиди биринчи навбатда ана шу ионлар ҳосил бўлади.

Содир бўладиган реакция қуйдаги тенглама билан ифода-ланади:

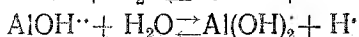
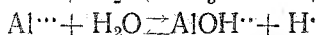
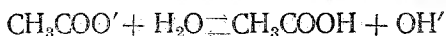


ёки ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади:



Бу реакция натижасида эритмада водород ионлари тўп-ланганидан, кучли кислота ва кучсиз асослардан ҳосил бўлган тузларнинг эритмалари кислотали реакцияга эга бўлади.

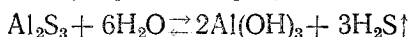
*Учинчи ҳол.* Кучсиз кислота билан кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз. Бу ҳолда тузнинг аниони ҳам, катиони ҳам сув билан ўзаро таъсир қилади. Гидролиз маҳсулоти кучсиз кислота ва гидрокси туз ёки гидрокси туз катионларидир. Масалан, алюминий ацетат  $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$  сувда эриганда қуйидаги реакциялар содир бўлади.



Шундай қилиб, алюминий ацетат гидролизда сирка кислота  $\text{CH}_3\text{COOH}$  молекулалари билан  $\text{AlOH}^{++}$  ва  $\text{Al}(\text{OH})_2^+$  ионлари, бошқача айтганда сирка кислота ва гидрокси тузлар  $\text{AlOH}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  билан  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{CH}_3\text{COO}$  ҳосил бўлади.

Шу хилдаги тузлар эритмасининг реакцияси тегишли кислота ва асосларнинг nisбий кучига боғлиқ бўлиб, нейтрал, кучсиз кислотали ёки кучсиз асосли бўлиши мумкин.

Агар ҳосил бўладиган кислота билан асос жуда кучсиз ва бунинг устига учувчан ёки оз эрувчан бўлса, у вақтда гидролиз охиригача, яъни тузнинг батамом ажралиб кетишигача бориши мумкин. Бундай ҳодиса, масалан, сув билан алюминий сульфид  $\text{Al}_2\text{S}_3$  ўзаро таъсир қилганда содир бўлади:



Энди кучли кислота ва кучли асосдан ҳосил бўлган тузларнинг гидролизланиш ва гидролизланмаслигини кўриб чиқайлик. Мисол тариқасида, шу хилдаги типик туз сифатида натрий хлоридни оламиз. Натрий хлорид сувда эриб, натрий ва хлор ионларига диссоциланади. Юқорида айтилганидек, натрий ионлари сувнинг гидроксил ионлари билан бирикмайди. Худди шунинг сингари, хлор ионлари ҳам водород ионлари билан бирикмайди, чунки  $\text{HCl}$  эритмада батамом ионланади, водород ва гидроксил ионларининг эритмадаги концентрацияси худди тоза сувдагидек бўлиб тураверади ва  $\text{NaCl}$  эритмаси нейтрал бўлади.

Шундай қилиб, *кучли кислота ва кучли асослардан ҳосил бўлган тузлар гидролизланмайди.* Булардан бошқа ҳамма ҳолларда гидролиз содир бўлади.

Гидролиз процесси нейтралланиш реакциясига тескари реакция эканлиги юқорида келтирилган гидролиз тенгламаларидан кўришиб турибди. Бунинг маъноси шуки, таркибида эквивалент миқдорда кислота ва ишқор бўлган эритмалар ара-

лаштирилганда, реакциянинг охиригача бориши учун, ўзаро таъсир этадиган моддаларнинг иккаласи ҳам кучли электролит бўлиши шарт. Башарти, кислота ёки асос кучсиз бўлса, улар аралаштирилгандан кейин, эритмада ҳамisha кислота ёки асоснинг ионланмаган молекулаларидан озроқ қолади ва эритманинг реакцияси нейтрал бўлмайди.

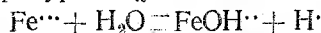
Гидролиз даражаси, яъни гидролизланган туз молекулалари сонининг эритилган умумий молекулалар сонига нисбати турли тузларда турлича бўлиб, гидролиз пайтида ҳосил бўладиган кислота ва асос табиатига боғлиқдир: кислота ёки асос қанчалик кучсиз бўлса, гидролиз даражаси шунчалик катта бўлади.

Масалан, қуйидаги тузлар 0,1 н. эритмада тубандагича гидролизланган бўлади:

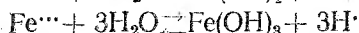
Натрий ацетат $\text{CH}_3\text{COONa}$ . . . . .	0,08%
Тетра борат кислотанинг натрийли тузи $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ . . . . .	0,5%
Қалий цианид $\text{KCN}$ . . . . .	1,2%
Натрий карбонат $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . . . . .	2,9%

Кучли кислота ва кучсиз асослардан ҳосил бўлган кўпчилик тузларда ҳам гидролиз даражаси жуда кичикдир. Шу сабабли, бундай тузларнинг гидролизида ҳосил бўладиган гидроксид тузлар сувда амалда эримади, бироқ концентрацияси ниҳоятда кам бўлганидан улар, одатда, эритмада қолади.

Ҳар қандай қайтар реакция сингари, гидролиз ҳам массалар таъсири қонунига бўйсунди. Шу сабабли, туз эритмасига сув қўйиш ёки гидролиз маҳсулотларининг бирортасини эритмадан йўқотиш мувозанатнинг кислота ва асос ҳосил бўлиш томонига қараб силжишига сабаб бўлади. Қиздириш ҳам худди шу тариқа таъсир қилади, чунки эритма қиздирилган вақтда сувнинг диссоцилланиш даражаси, яъни  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$  ионларининг концентрацияси жуда ошиб кетади. Бунинг аксича, эритмага кислота ёки ишқор қўшилса, мувозанат тескари томонга силжийди. Масалан, темир (III)-хлорид  $\text{FeCl}_3$  нинг гидролизи одатдаги температурада қуйидаги тенглама бўйича боради:



Эритма қиздирилганда гидролиз зўраяди ва бу зўрайиш  $\text{Fe}^{3+}$  ионларининг кўпроқ қисми сув билан реакцияга киришувидан иборат бўлади; аини вақтда,  $\text{FeOH}^{2+}$  ионлари билан бир қаторда, қуйидаги тенглама бўйича  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ионлари ёки, ҳатто,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  молекулалари ҳам ҳосил бўлади:



Кислота қўйиш чўкманинг эришига ёки эритмадаги  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ионларининг камайишига сабаб бўлади.

## ХИИ БОБ

### ҲАВО. ИНЕРТ ГАЗЛАР

96. Атмосфера таркиби. Атмосфера ҳавоси кўпгина газсимон моддалар аралашмасидир. Ҳавонинг таркибига, унинг асосий массасини ҳосил қилган кислород ва азотдан ташқари, инерт газлар деб аталувчи газлар (бу газлар XIX аср охирида кашф этилган), сўнгра карбонат ангидрид ва сув буғи ҳам киради. Ҳавода ана шу газлардан бошқа маълум миқдорда тўзон ва баъзи тасодифий қўшимчалар ҳам бўлади. Кислород, азот ва инерт газлар ҳавонинг доимий таркибий қисми ҳисобланади, чунки улар ҳамма ердаги ҳавода амалий жиҳатдан деярли бир хил миқдорда бўлади. Бунинг аксича, ҳаводаги карбонат ангидрид, сув буғи ва тўзон миқдори ҳар хил шароитга қараб ўзгариши мумкин.

Табиатда карбонат ангидрид ёғоч ва кўмирнинг ёниши, ҳайвонларнинг нафас чиқариши, чириш ва ҳоказолар натижасида ҳосил бўлади. Бу газ катта-катта саноат марказларида жуда кўп ёқилги ёқиладиган фабрика ва заводлардан атмосферага айниқса кўп ўтади. Карбонат ангидрид ер шарининг баъзи жойларида вулкан отилиши натижасида, шунингдек, ер ости манбалардан ҳавога чиқади.

Карбонат ангидрид атмосферага тинмай қўшилиб туришига қарамасдан, бу газнинг миқдори ҳавода бир қадар ўзгармас бўлади (ҳажм жиҳатидан олганда, ҳавонинг тахминан 0,03% ини ташкил қилади). Бунинг сабаби ўсимликларнинг карбонат ангидридни ютиши ва карбонат ангидриднинг сувда бирмунча кўп эришидир.

Сув буғи ҳавода жуда хилма-хил миқдорда бўлади. Сув буғи ҳавонинг энг ўзгарувчан таркибий қисмидир. Унинг ҳаводаги миқдори ер шарининг маълум жойига ва айниқса, температурага қараб, бир неча процентдан процентнинг улушларигача ўзгаради. Температура қанчалик юқори бўлса, ҳавода сув буғи шунчалик кўп бўлиши мумкин. Шу сабабли, қиш пайтида ҳавода намлик ёздагига қараганда камроқ бўлади.

Ҳаводаги тўзон, асосан, ер қобиғини ҳосил қилган минерал моддаларнинг энг майда заррачалари, кўмир заррачалари, ўсимлик чанглари, шунингдек, турли бактериялардан иборатдир. Ҳаводаги тўзоннинг миқдори хйла ўзгариб туради: қишда камроқ, ёзда кўпроқ бўлади. Ёмғир томчилари ўзи билан бирга, тўзон ва бактерияларни ювиб кетганидан, ёмғирдан кейин ҳаво тозароқ бўлиб қолади.

Ниҳоят, ҳаводаги тасодифий қўшимчаларга органик қолдиқлар чиришидан ҳосил бўладиган водород сульфид, аммиак, олтингурутли рудаларни куйдириш ёки олтингурутли кўмирни ёндириш вақтида ҳосил бўладиган сульфит ангидрид, атмосферада электр разрядлари бўлиши натижасида пайдо бўладиган азот оксидлар каби моддалар кирази. Бу қўшимчалар, одатда, ҳавода жуда оз миқдорда бўлади ва ёмғир сувида эриб, доимо камайиб туради.

Ҳавонинг ўзгармас таркибий қисмларигина назарга олинса, унинг таркиби 16-жадвалда келтирилган сонлар билан ифодаланади:

16-жадвал

Ҳаво таркиби

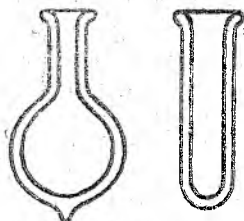
Ҳавонинг таркибий қисми	Миқдори, % ҳисобида	
	ҳажм жиҳатидан	оғирлик жиҳатидан
Азот . . . . .	78,16	75,5
Кислород . . . . .	20,9	23,2
Инерт газлар . . . . .	0,94	1,3

97. Ҳавонинг физик хоссалари. Тўзон, карбонат ангидрид ва сув буғидан тозаланган соф ҳаво мутлақо рангсиз, тиниқ бўлади; унинг-мазаси ҳам, ҳиди ҳам бўлмайдн. 1 литр тоза ҳавонинг оғирлиги 0° С да ва 760 мм *симв* уст. босимда 1,293 г га тенг. Ҳаво — 140° С дан паст температурада ва 40 атмосферага яқин босим остида қуюқлашиб, тахминан — 190° С да қайнайдиган рангсиз ва тиниқ суюқликка айланади.

Суюқ ҳаво ҳосил қилиш ҳозирги вақтда унча қийин эмас. Бу мақсадда ишлатиладиган ҳар хил типдаги кўпгина машиналар бор. Бу машиналардан кўпчилигининг ишлаши босим остидаги ҳаво кенгайганда температуранинг анча пасайишидан фойдаланишга асосланган (босим бир атмосфера камайганда, температура тахминан 0,25° С пасаяди). Масалан, 200 атмосфера босимгача сиқилган ҳаво 1 атмосфера босимгача тез кенгайса, унинг температураси 50° С пасаяди. Температуранинг пасайиши сиқилган ҳавонинг янги порциясини

совитишга сарф бўлади. Совитилган сиқилган ҳаво кенгайиб янада кўпроқ совиёди. Бу ишни бир неча марта такрорлаб пировардида, ҳаво суюқликка айлана бошлайдиган паст температурани ҳосил қилиши мумкин.

Суюқ ҳавонинг қайнаш температураси ниҳоятда паст (одатдаги босимда тахминан —  $190^{\circ}\text{C}$ ) бўлишига қарамай, уни қўш деворли шиша идишларда (деворлари орасидаги ҳаво насос билан сўриб олинган идишларда; 73-расм) узоқ вақт сақлаш мумкин.



73-расм. Суюқ ҳаво сақланадиган идиш.

Спирт, эфир ва кўпгина газлар суюқ ҳавода қаттиқ ҳолатга осон ўтади. Масалан, суюқ ҳаво орқали карбонат ангидрид ўтказилса, у қорға ўхшаш оқ массага айланади. Суюқ ҳавога туширилган симоб болғаланувчан қаттиқ металлга айланади.

Кўпгина моддалар суюқ ҳаво билан совитилганида, ўз хоссаларини бутунлай ўзгартиради. Чунончи, рух ва қалай шу қадар мўрт бўлиб қоладики, уларни осонлик билан кукунга айлантириш мумкин, кўргошиндан ясалган кўнгироқ жаранглайдиган овоз беради; суюқ ҳавода совитилган резина копток эса ерга ташланганда, шиша сингари, чил-чил бўлиб кетади.

Кислороднинг қайнаш нуқтаси ( $-183^{\circ}\text{C}$ ), азотнинг қайнаш нуқтаси ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) га қараганда юқори бўлганидан, кислород суюқликка азотдан кўра осонроқ айланади. Шу сабабли, суюқ ҳавода кислород атмосфера ҳавосидагига қараганда бирмунча кўпдир\*. Суюқ ҳаво сақланганда азот буғланади ва, натижада, суюқ ҳавода кислороднинг нисбий миқдори янада кўп бўлиб қолади.

Учи яллиғланиб турган чўп суюқ ҳавога туширилса, тоза кислородда ёнгандек, дарҳол, равшан алангаланиб ёна бошлайди, чўғлангунча қиздирилган пўлат перо суюқ ҳавода кўзини қамаштирадиган даражада аланга бериб ёнади.

Суюқ ҳавони майдалаб буғлатиш йўли билан ундан кислород билан азот олинади; шу сабабли суюқ ҳаво ҳозирги вақтда кўп миқдорда ишлаб чиқарилади.

**98. Инерт газлар.** Утган асрнинг охирига қадар, ҳаво фақат кислород билан азотдан иборат, деб ўйланар эди. Бироқ 1894 йилда инглиз физиги Рэлей ҳаводан олинган азотнинг зичлиги азот бирикмаларидан олинган соф азотнинг зичлигига қараганда ҳаминша озроқ ортиқ бўлишига эътибор берди.

\* Суюқ ҳаво таркиби тахминан куйидаги рақамлар билан ифодаланади: кислород 54%, азот 44% ва инерт газлар 2%.



Ҳаводан олинган азотнинг 1 литри 1,2572 г бўлса, азот бирикмаларидан олинган азотнинг 1 литри 1,2505 г келади. Химия профессори Рамзай Рэлейнинг кашфиётига қизиқиб қаради ва азотнинг зичлигидаги фарқ унга оғирроқ бирор бошқа газ аралашганлигидан келиб чиқади, деган фикрни айтди. Бу олимларнинг иккаласи ҳам атмосфера азотини текшира бошладилар. Рамзай тахмин қилинган газни азотдан ажратиб олмақ учун, қиздириш вақтида азотнинг магний билан бирикиб, магний нитрид  $Mg_3N_2$  ҳосил қила олишидан фойдаланди; Рамзай атмосфера азотини чўғ ҳолига келтирилган магнийли най орқали бир неча марта ўтказиб, қолдиқда магний метали билан бирикмайдиган озроқ миқдор оғир газ ҳосил қилди. Рэлей бошқача йўл тутди: у азот ва кислород аралашмасига электр учқунлари таъсир эттирди. Бундай шароитда азот кислород билан бирикиб, азот (II)-оксид  $NO$  ҳосил қилди ва у модда кейин азот (IV)-оксид  $NO_2$  га айланди; азот (IV)-оксидни ишқор эритмасига юттирилди. Натижада, Рэлей ҳам электр учқунлари таъсирида атмосфера азотидан кислород билан бирикмайдиган озроқ миқдор газ ажратиб олди. Шундай қилиб, ҳавода ўша вақтгача маълум бўлмаган янги газ борлиги топилди ва унга аргон деб ном берилди.

**Аргон**  $Ar$  рангсиз газ бўлиб, ҳаводан деярли бир ярим марта оғир: 1 л аргон нормал шароитда 1,7809 г келади; унинг атом оғирлиги 39,948 га тенг. Аргон химиявий жиҳатдан бутундай пассивдир, унинг номи ҳам шундан олинган (аргон сўзи грекча бўлиб, нофаол демакдир). У ҳар қандай шароитда ҳам ҳеч қайси элемент билан бирикмайди.

Аргондан кейин, яна тўртта газсимон элемент: гелий  $He$ , неон  $Ne$ , криптон  $Kr$  ва ксенон  $Xe$  кашф этилди; бу элементлар ҳавода ниҳоятда оз миқдорда бўлади. Уларнинг ҳаммаси, аргон билан бирга, **и н е р т г а з л а р** деб аталади, чунки улар ҳам, аргон сингари, бошқа элементлар билан реакцияга киришмайди. Шу билан бирга, инерт газларнинг бошқа хусусияти ҳам бор, бу хусусият шундан иборатки, уларнинг молекулалари фақат биргина атомдан тuzилган, бошқача айтганда, уларнинг атомлари молекулалар бўлиб бириккан эмас.

Юқорида айтиб ўтилган элементлардан ташқари, радиоактив ўзгаришларни текшириш вақтида кашф этилган радон  $Rn$  элементи ҳам инерт газларга киради, бу элемент илгари эманация ёки нитон деб ҳам аталарди. Атмосфера ҳавосида бу элемент ниҳоят даражада оз бўлади.

Инерт газлар Менделеев жадвалида ҳар қайси даврни тугаллайдиган элементлардир; улар ҳаммаси бир қўшилиб, даврий системанинг **н о л и н ч и г р у п п а с и** ни ҳосил қила-

ди. Гелийдан бошқа барча инерт газ атомларининг сиртки қаватида жуда барқарор система ҳосил қиладиган саккизта электрон бор. Гелийнинг иккита электрондан иборат сиртки электрон қавати ҳам барқарордир. Шу сабабдан, инерт газ атомлари электрон беришга ҳам, электрон бириктириб олишга ҳам мойил эмас.

## ИНЕРТ ГАЗЛАР

Элементнинг номи	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
Гелий . . . . .	He	4,0026	2	2					
Неон . . . . .	Ne	20,183	10	2	8				
Аргон . . . . .	Ar	39,948	18	2	8	8			
Криптон . . . . .	Kr	83,80	36	2	8	18	8		
Ксенон . . . . .	Xe	131,30	54	2	8	18	18	8	
Радон . . . . .	Rn	[222]	86	2	8	18	32	18	8

Инерт газлар ҳеч қайси элемент билан бирикмайди, шунинг учун уларнинг атом оғирлигини 19-параграфда баён қилинган одатдаги усуллар билан аниқлаб бўлмади. Уларнинг атом оғирлигини топиш учун бутунилай бошқача, физик усул қўлланилди, бу усул газнинг ўзгармас босимдаги иссиқлик сифимининг ўзгармас ҳажмдаги иссиқлик сифимига бўлган нисбатини аниқлашга асосланган. Шу нисбат қийматига қараб, газ молекуласидаги атомлар сони тўғрисида фикр юритиш мумкин. Инерт газларнинг молекулалари битта атомдан тузилган эканлиги ва, демак, уларнинг молекуляр оғирлиги атом оғирликларига тенглиги шу йўл билан аниқланган.

Инерт газларнинг физик хоссалари ва ҳаводаги миқдори 17-жадвалда берилган маълумотлар билан характерланади. Инерт газларнинг атом оғирлиги ёки тартиб номери қанчалик

17- жадвал

## Инерт газларнинг физик хоссалари

Хоссалари	Гелий He	Неон Ne	Аргон Ar	Криптон Kr	Ксенон Xe	Радон Rn
1 л газ оғирлиги, g ҳисобида . . . . .	0,18	0,90	1,78	3,74	5,89	9,73
Суюқланиш температураси, °C ҳисобида . . . . .	-272,2	-248,7	-189,4	-157,2	-111,8	-71
Қайиш температураси, °C ҳисобида . . . . .	-268,9	-246,1	-185,9	-153,4	108,1	-61,9
Ҳаводаги миқдори, ҳажмига нисбатан % ҳисобида	0,0005	0,0018	0,9325	$11,10 \cdot 10^{-5}$	$8,10 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 10^{-18}$

чирик бўлса, уларнинг суяқланиш ва қайнаш нуқталари шунчалик паст бўлиши жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибди: гелийнинг қайнаш нуқтаси энг паст бўлиб, радоннинг қайнаш нуқтаси энг юқоридир.

Инерт газларни бир-биридан ажратиб олиш қайнаш нуқталарининг ҳар хил бўлишига асосланган.

Инерт газлар бошқа элементлар билан реакцияга киришмаса ҳам, баъзи инерт газларнинг молекулалари паст температураларда сув молекулалари билан бирика олади, натижада, гидратлар типдаги ва таркибида олтитадан сув молекуласи бор беқарор бирикмалар ҳосил бўлади. Бундай гидратлар ҳосил бўлишига сабаб шуки, зўр қутбли сув молекулаларининг электр майлони таъсири остида инерт газларнинг қутбсиз молекулалари қутбланади, бу молекулаларда индуктивланган диполлар вужудга келади, натижада улар сув молекулаларини тортади.

Оғир инерт газларнинг баъзи органик моддалар: фенол, толуол ва бошқалар билан ҳосил қилган бирмунча барқарор молекуляр бирикмалари ҳам олинган.

Инерт газларнинг энг диққатга сазовор бўлгани гелийдир. Бу газнинг кашф қилиниши фаннинг нақадар қудратли эканига ёрқин мисол бўла олади. Гелийни дастлаб 1868 йилда атмосфера спектрларини ва қуёш протуберанецларини текшириш пайтида икки астроном — француз Жансен билан инглиз Локьер кашф қилди. Шу спектрларда оч сариқ чизик борлиги топилди; бу чизик ерда ўша замонгача маълум бўлган элементларнинг спектрида учрамаган эди. Шу чизикнинг топилиши қуёшда янги бир элемент, яъни ерда маълум бўлмаган элемент бор, деган фикрга олиб келди; бу элемент дастлаб қуёшда топилгани учун унга гелий\* деган ном берилди. Шундан 30 йилча кейин клеверит деган нодир минерални қиздириш вақтида қуёшдан топилган гелийга айнан ўхшаш газ ҳосил қилинди. Шундай қилиб, гелий ерда топилишидан анча илгари қуёшда топилган.

Барча газлар ичида водороддан кейин энг енгил гелийдир. У ҳавога қараганда 7 мартадан кўпроқ енгил.

Гелий узоқ вақтларга қадар, газлар ичида, суяқ ҳолатга айланиши мумкин бўлмаган ягона газ ҳисобланиб келди. Ниҳоят, 1908 йилда гелий минус 268,9°С да қайнайидиган суяқликка айлантирилди. Суяқ гелийни буглатиш вақтида ерда маълум бўлган энг паст температура, яъни абсолют нолдан градуснинг атиги бир неча улушлари қадар юқори бўлган температура ҳосил қилинди. Гелий дастлаб 1926 йилда қаттиқ ҳолатга айлантирилди. Қаттиқ гелий 26 атм босим остида минус 272,2°С да суяқланадиган тиниқ моддадир.

\* Грекча «гелиос» (қуёш) сўзидан олинган.

Ерда гелийнинг учрайдиган жойи ёлғиз атмосферагина эмас. У баъзи жойларда «табiiй газлар» деб аталадиган газлар (турли ёнувчи газлар аралашмаси) билан бирга ер остидан ажралиб чиқади. Қўнгина минерал булоқларининг сувидан ҳам гелий чиқиб туради.

Гелийдан сув ости ишларида фойдаланилади. Говвосларга азот ўрнида гелий қўшилган сунъий ҳаво бериш уларнинг сув остида узоқроқ туришига имкон беради ва сув бетига чиқиш вақтида босимнинг ўзгаришидан пайдо бўладиган касаллик аломатларини бирмунча камайтиради. Суюқ гелий жуда паст температуралар ҳосил қилиш учун ишлатилади.

Инерт газлар электротехникада кенг қўлланилади. Аргон актив бўлмаганлиги ва иссиқликни жуда ёмон ўтказганлиги учун, электр лампаларини тўлдиришда азот билан бирга ишлатилади. Рангдор реклама найлари ҳам аргон билан тўлдирилади, бундай найлар орқали ток ўтказилганда чиққан ёруғлик зангори рангли бўлади. Неон тўқ сариқ-қизғиш рангда равшан ёнадиган реклама найларини тўлдиришда ишлатилади. Бундан ташқари, неон тўлдирилган найлардан электротехникада тўғрилагичлар сифатида ва бошқа мақсадларда фойдаланилади. Криптон ва ксенон иссиқликни аргондан ҳам камроқ ўтказди, шу сабабдан, бундай газлар билан тўлдирилган электр лампалари азот ёки аргон билан тўлдирилган лампаларга қараганда узоқроққа чидайди ва анча тежамли бўлади.

## XIV БОБ

### ГАЛОГЕНЛАР

Элементнинг номи	Сим- воли	Атом оғир- лиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
Фтор . . . . .	F	18,9984	9	2	7				
Хлор . . . . .	Cl	35,453	17	2	8	7			
Бром . . . . .	Br	79,909	35	2	8	18	7		
Йод . . . . .	J	126,9044	53	2	8	18	18	7	

**99. Галогенларнинг умумий характеристикаси.** Даврий системанинг еттинчи группасида турган ва шу группанинг асосий группачасини\* ташкил қилган фтор, хлор, бром ва йод элементлари галогенлар деб аталади. Бу элементларнинг галогенлар деб аталишига сабаб шуки, улар металлар билан бевосита бирикиб, масалан, NaCl сингари типик тузлар ҳосил қилади, «галогенлар» деган сўзнинг айнан таржимаси «туз туғдирувчилар» демакдир.

Галогенлар атомининг сиртқи қаватида еттита электрон бор. Шу сабабли, улар биттадан электронни осонлик билан қўшиб олади ва бир валентли манфий ионларга айланади, бу ҳодиса уларнинг типик металлоид эканлигини кўрсатади (49-параграфга қаралсин). Шундай қилиб, галогенларнинг манфий валентлиги бирга тенгдир. Галогенларда мусбат валентлик ҳам намоён бўлиши мумкин, шу билан бирга, уларнинг максимал мусбат валентлиги, равшанки, еттига тенг бўлиши керак. Бироқ галогенлардан ҳозирги вақтда фақат хлор ва йоднинггина шундай валентликка эга бўлган бирикмалари маълум. Бромда энг юқори валентлик бешга тенг; фторда эса фақат битта манфий валентлик бўлади.

\* Сунъий йўл билан ҳосил қилинган 85-номерли элемент — астат ҳам шу группачага киради.

Таркибидаги галоген мусбат валентли бўлган бирикмалар (галогенларнинг кислород билан ҳосил қилган бирикмалари) таркибидаги галоген манфий валентли бўлган бирикмаларга қараганда, умуман, беқарорроқ бўлади ва табиатда деярли учрамайди.

Сиртқи электрон қаватининг тузрилиши бир хил бўлгани учун галогенлар бир-бирига жуда ўхшашдир. Бу ўхшашликни уларнинг химиявий хоссаларида ҳам, улардан ҳосил бўлган бирикмаларнинг типи ва хоссаларида ҳам кўриш мумкин. Галогенларда шундай ўхшашлик бўлгани билан, уларда сифат жиҳатидан фарқ ҳам бор. Биз галогенларнинг ҳар қайсиси устида айрим-айрим тўхтамасдан, уларнинг ҳаммасини бирга кўриб чиқамиз; бу эса уларнинг бир-биридан қандай фарқ қилишини осон топишга имкон беради.

**100. Табиатда галогенлар.** Галогенлар химиявий жиҳатдан актив элементлар бўлгани учун, табиатда ҳаминша бирикма ҳолида, асосан, галогенид кислоталарнинг тузлари ҳолида учрайди.

Фтор табиатда, кўпинча, плавик шпат  $\text{CaF}_2$  деган минерал ҳолида учрайди, бу минерал осон суюқланидиган шлаклар ҳосил қилиш учун, чўян эритиш вақтида, баъзан, темир рудасига қўшилади; унинг номи ҳам шундан келиб чиққан. Кенг тарқалган фосфорли минераллар; фосфорит ва, айниқса, апатитда ҳам кўп миқдорда фтор бўлади.

Хлорнинг энг муҳим табиий бирикмаси ош тузи, бошқача айтганда, натрий хлориддир, бу туз хлорнинг бошқа бирикмаларини ҳосил қилишда асосий хом ашёдир. Бу тузнинг асосий қисми денгиз ва океан сувларида бўлади; бундай сувларда 3,5% атрофида туз бор. Кўпгина кўл ва булоқларнинг сувида ҳам бирталай миқдорда ош тузи эриган бўлади. Сувни оқмайдиган баъзи кўлларда туз миқдори тўйиниш даражасига етади (26% атрофида бўлади) ва туз кўл тубига чўкиб қолади. Масалан, Қуйи Волга бўйидаги Эльтон ва Босқунчоқ кўллари ана шу кўллар жумласидандир, уларнинг тубига чўккан туз қазиб чиқарилади ва бу туз — «чўкма туз» деб аталади.

Туз қаттиқ ҳолда ҳам учрайди ва ер қобиғининг баъзи жойларида қалин қатламлар ҳосил қилади, бу туз тош туз деб аталади. СССР да Дон ҳавзасидан ва Уралнинг жанубидаги Оренбург области яқинидан жуда тоза тош туз олинади, бу ерлардаги туз қатламининг қалиنлиги 100 м дан ҳам ортади. Закавказье, Қозоғистон ва Сибирда ҳам тош туз конлари бор.

Хлорнинг, ош тузидан ташқари, бошқа бирикмалари ҳам табиатда кўп миқдорда учрайди, масалан, сільвин  $\text{КСі}$

ва карналлит  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$  минераллари ҳолидаги калий хлорид, денгиз сувида бўладиган ва унга тахир маза берадиган магний хлорид ва бошқалар ана шундай бирикмалардир.

Бром ҳам хлор сингари, табиатда, асосан, калий, натрий ва магний металлари билан бириккан ҳолда учрайди. Бром бирикмалари, одатда, хлор бирикмалари билан бирга учрайди, лекин улар анча кам миқдорда бўлади. Денгиз сувида ва баъзи кўллarning сувнда оз миқдорда металлarning бромидлари бўлади. СССРда Қримнинг шўр кўллари ва Каспий денгизидаги Қора-Бўғоз-Гўл кўлтигининг сувларида бром айниқса кўп.

Йод бирикмалари денгиз сувида бўлади, лекин уларнинг миқдори шу қадар озки, уларни сувдан бевосита ажратиб олиб бўлмайди. Лекин йодни денгиз сувидан ажратиб, ўз тўқималарида тўплай оладиган баъзи сув ўтлари бор. Бундай сув ўтлари Нормандия, Бретань ва Шотландия қирғоқлари ёнида айниқса кўп, улар бизда ҳам Қора денгизда ва Узоқ Шарқ денгизи бўйларида ўсади. Бу сув ўтлари куйдирилганда йодид кислота  $HJ$  тузлари ҳолидаги йоди бўлган кул қолади, шу кул Европада йод олинадиган асосий манбадир. Нефтли районларда бурғқудуқ сувларида кўп миқдор йод (1 литрида 10 мг дан 100 мг гача  $J_2$ ) бўлади.

Ер қобиғида галогенларнинг умумий миқдори жуда кам. Хлорнинг ер қобиғидаги умумий миқдори оғирлик жиҳатидан олигanda 0,20%, фторнинг умумий миқдори 0,08%, бромнинг умумий миқдори 0,001% ва йоднинг умумий миқдори 0,0001% дир.

101. Галогенларнинг физик хоссалари. Фтор одатдаги шароитда газдир, унинг қалин қавати билнар-билинмас кўкимтир-сарик рангда бўлади. Фтор қаттиқ совирилганда минус  $219,6^\circ C$  да қотадиган суюқликка айланади.

Хлор сарғиш-яшил рангли газдир, у ҳавога қараганда тахминан 2,5 марта оғир: 1 л хлорнинг нормал шароитдаги массаси 3,21 г. Хлор 6 атмосферага яқин босим остида одатдаги температурадаёқ суюқликка айланади. Суюқ ҳолдаги хлор, одатда, пўлат баллонларда ёки махсус цистерналарда сақланади ва ташилади.

Бром тўқ кўнғир тусдаги оғир суюқликдир. У жуда тез буғланиб, қизғиш-қўнғир рангли буғ ҳосил қилади. Бром терига тегса, куйдиради.

Йод қаттиқ модда бўлиб, металл каби сал ялтирайдиган тўқ кул ранг кристаллар ҳосил қилади. Йод одатдаги босим остида оҳиста қиздирилса, у сублиматланади, яъни суюқланмай туриб, гунафша тусли буғга айланади, йод буғи сови-

тилса, суюқ фазага айланмай, яна қаттиқ ҳолатга ўтади. Лекин йод, айниқса, катта босим остида бирдан қиздирилса,  $113,7^{\circ}\text{C}$  да суюқланади.

Ҳамма галогенлар жуда ўткир ҳидли бўлади. Ҳатто оз миқдордаги галоген билан нафас олиш ҳам нафас йўллари-нинг қаттиқ таъсирланишига ва томоқ билан бурун шиллиқ қаватининг яллиғланишига сабаб бўлади. Кўпроқ миқдор галоген организмнинг қаттиқ заҳарланишига сабаб бўлиши мумкин.

Галогенларнинг энг муҳим физик константалари 18-жадвалда берилган. Галогенларнинг физик хоссалари фтордан йодга томон ўтилганда маълум тартибда ўзгариши шу жадвалда келтирилган маълумотлардан кўриниб турибди: зичлиги ортади, суюқланиш ва қайнаш температуралари кўтарилади, атомларининг радиуслари узаяди.

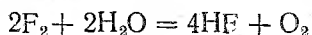
18-жадвал

Галогенларнинг энг муҳим физик константалари

Константалар	Фтор F	Хлор Cl	Бром Br	Йод J
Зичлиги, $\text{г}/\text{см}^3$ ҳисобида	1,11 (суюғи)	1,557 (суюғи)	3,12	4,93
Суюқланиш температураси, $^{\circ}\text{C}$ ҳисобида	-219,6	-101,3	-7,3	113,7
Қайнаш температураси, $^{\circ}\text{C}$ ҳисобида	-188,1	-34,1	57,9	182,8
Атомнинг радиуси, $\text{А}$ ҳисобида	0,64	0,99	1,14	1,33

Галогенлар сувда анча оз эрийди. Бир ҳажм сув одатдаги температурада тахминан  $2\frac{1}{2}$  ҳажм хлорни эритади. Бундай эритма хлорли сув деб аталади.  $0^{\circ}\text{C}$  гача совитилган сувга хлор юборилганда эритмадан кўкимтир-сарик кристаллар — хлорнинг кристал гидрати  $\text{Cl}_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$  ажралиб тушади.

Бром  $20^{\circ}\text{C}$  ли 100 г сувда тахминан 3,5 г эрिसа, йод атиги 0,02 г эрийди. Фторни сувда эритиб бўлмайди, чунки у сувни таркибий қисмларга шиддат билан парчалайди ва кислород ажратиб чиқариб,  $\text{HF}$  ҳосил қилади:



(шу вақтнинг ўзида озроқ озон ҳам ҳосил бўлади).

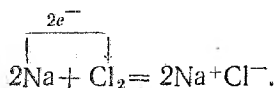
Галогенлар кўпгина органик эритувчиларда: углерод сульфид, спирт, эфир, хлороформ ва бошқаларда сувдагига қараганда анча яхши эрийди. Бромнинг ана шу ҳамма эритувчилардаги эритмаси сарғимтир-қўнғир рангда бўлади. Йод-



нинг спирт ва эфирдаги эритмаси тўқ қўнғир рангда, углерод сульфид ва хлороформдаги эритмаси гунафша рангда бўлади; эритмаларнинг рангида фарқ бўлишига сабаб шуки, сольватлар ҳосил бўлади, яъни  $J_2$  молекулалари эритувчи молекулалари билан бириқади.

Галогенларнинг органик эритувчиларда яхши эришидан уларни сувдаги эритмалардан ажратиб олишда фойдаланиш мумкин. Масалан, йоднинг сувдаги эритмаси озроқ углерод сульфид (углерод сульфид сув билан аралашмайди) билан чайқатилса, йоднинг қарийб ҳаммаси сувдан углерод сульфидга ўтади ва углерод сульфидни гунафша рангга бўяйди.

102. Галогенларнинг химиявий хоссалари. Галогенлар ғоят актив элементлардир. Улар оддий моддаларнинг қарийб ҳаммаси билан ўзаро реакцияга киришади. Галогенларнинг металллар билан бириқиш реакциялари айниқса тез боради ва реакция вақтида кўп иссиқлик чиқади. Масалан, суюқланган натрий металл хлорли идишга солинса, кўзни қамаштирарли даражада ялтираб ёнади, идиш деворида натрий хлориднинг оқ губори пайдо бўлади:

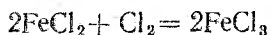


Мис, темир, калий ва бошқа кўпгина металллар ҳам хлорда ёнади ва тегишли тузлар ҳосил бўлади. Бром ва йод ҳам металллар билан худди шу тариқа реакцияга киришади. Ана шу ҳолларнинг ҳаммасида ҳам металл электронлар бериб, галоген электронлар бириктириб олади.

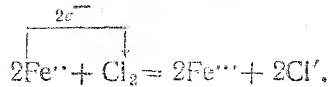
Реакция вақтида бошқа моддаларнинг электронларини бириктириб оладиган моддалар оксидловчилар дейилиши 64-параграфда айтилган эди. Галоген атомларининг электронларни шу тариқа дарҳол бириктириб олиши галогенларнинг энг характерли химиявий хоссасидир. *Галогенлар жуда кучли оксидловчилардир.* Энг кучли оксидловчи фтор бўлса, энг кучсиз оксидловчи йоддир. Галогенларнинг оксидлаш хоссалари улар ҳар хил мураккаб моддалар билан реакцияга киришганда ҳам намоён бўлади.

Бир неча мисол келтирайлик.

1. Оч яшил темир (II)-хлорид  $FeCl_2$  эритмасига хлор юборилганда, темир (II)-хлорид  $FeCl_2$  оксидланиб, темир (III)-хлорид  $FeCl_3$  га айланганидан, суюқлик сариқ рангга қиради:



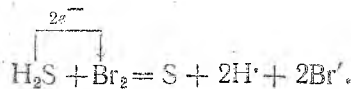
ёки ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади.



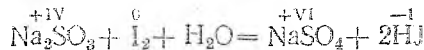
2. Агар бром эритмасига водород сульфидли сув ( $\text{H}_2\text{S}$  эритмаси) қўшилса, бромнинг сарғиш-қўнғир ранги йўқолади ва ажралиб чиққан олтингургурт туфайли суюқлик лойқаланади:



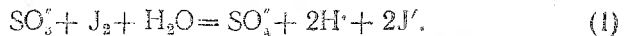
ёки



3. Натрий сульфит  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  эритмасига йоднинг сувдаги эритмаси таъсир эттирилганда, эритма рангсизланади, чунки йод натрий сульфитни оксидлаб, натрий сульфатга айлантиради, ўзи эса қайтарилиб, водород йодидга айланади. Реакция сув иштирокида боради ва қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



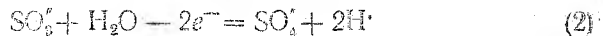
ёки ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади:



Бу ерда, аввалги реакцияларга қарама-қарши ўлароқ (аввалги реакцияларда оддий моддалар атомлари ёки элементар ионлар оксидланган эди), мураккаб ион  $\text{SO}_3^{2-}$  оксидланиб,  $\text{SO}_4^{2-}$  ионига айланади.

Бу реакцияни яхшироқ тушуниш учун оксидланиш процесси билан қайтарилиш процессини алоҳида кўриб чиқайлик.

Оксидланиш процессини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



$\text{SO}_3^{2-}$  ионининг оксидланиш бу иондан иккита электронини чиқиб кетишидан ва, шу вақтнинг ўзида, сув молекуласидан ажралган битта кислород ионининг унга бирикишидан (айни вақтда иккита водород иони озод бўлади) иборатдир. Натижада,  $\text{SO}_3^{2-}$  ионидек, манфий ( $-2$ ) зарядли  $\text{SO}_4^{2-}$  иони ҳосил бўлади, олтингургурт валентлиги  $+4$  дан  $+6$  га ўтади.

Қайтарилиш процесси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Йоднинг қайтарилиши йод молекуласига иккита электрон бириктириш натижасида содир бўлади ва бу вақтда йоднинг валентлиги 0 дан —1 га тушади.

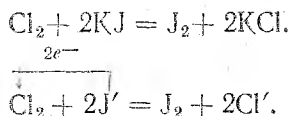
(2) ва (3) тенгламаларни қўшиб, (1) тенгламани ҳосил қиламиз.

Галогенларнинг химиявий хоссаларини таққослаш шуни кўрсатадики, уларнинг активлиги фтордан йодга томон аста-секин камаяди. Галогенларнинг тартиб номери ортган сари ядро атрофидаги электронларнинг умумий сони кўпаяди, атом радиуси узаёди, сиртқи электронлар ядродан борган сари нарироқ сурилади ва уларнинг ядрога тортилиши заифлашади. Шунин билан бирга, галоген атомларнинг электронга яқиндошлиги заифлашади ҳамда галогенларнинг манфий ионларидаги ядро билан электрон орасидаги боғнинг мустақамлиги камаяди.

Турли галогенлар манфий зарядли ионлари раидусларининг катталиклари билан электронларга яқиндошлигини солиштириш ион радиуси узайган сари электронга яқиндошликнинг секин-аста камайиб боришини кўрсатади. Бу фтордан йодга томон ўтилганда галогенлар активлигининг камайишига жуда мувофиқ келади:

	Фтор	Хлор	Бром	Йод
Манфий ион радиуси, Å ҳисобида . . . . .	1,33	1,81	1,96	2,20
Электронга яқиндошлиги, ккал/г-атом ҳисобида . . . . .	98	88	83	76

Бир галогеннинг бошқа бир галогенни унинг бирикмасидан сиқиб чиқариш сабаби, галоген атомларининг электронга яқиндошлиги ҳар хил эканлиги билан изоҳланади. Фторда атомнинг электронга яқиндошлиги энг юқори бўлганидан, у қолган галогенлар ионларининг ҳаммасидан электрон олиши мумкин; хлор фақат бром билан йод ионларидан электронлар олса, бром йод ионларидангина электронлар олади. Айни вақтда бўладиган реакциялар типик оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тарзида боради, бу реакцияларда бир галоген атоми бошқа галоген ионини оксидлайди ва ўзи ион ҳолатига ўтади. Масалан:



Бу реакцияда йод қайтарувчи сифатида иштирок этади. Галогенлар манфий ионларининг қайтарувчи сифатидаги химиявий активлиги галогенлар молекулалари ёки эркин атомларининг химиявий активлиги ўзгаришга тескари йўналишда

ўзгаради. Энг актив қайтарувчи йод иони бўлса, энг кам актив қайтарувчи фтор ионидир. Бунинг сабаби шуки, йод ионидан электрон ажралиши учун, фтор ионидан электрон ажралишига қараганда анча кам энергия керак бўлади.

Шундай қилиб, галогенлар молекулаларининг оксидловчилар сифатидаги химиявий активлиги қуйидаги тартибда ўзгаради:



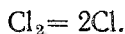
Галогенлар ионларининг қайтарувчилар сифатидаги химиявий активлиги эса тескари тартибда ўзгаради:



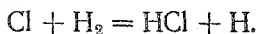
Галогенлар водородга таъсир қилганда уларнинг активликлари ўртасидаги тафовут айниқса яққол намоён бўлади. Фтор жуда паст температураларда ҳам водород билан портлаб бирикади. Хлор водород билан одатдаги температураларда жуда секин бирикади, аммо хлор билан водород аралашмаси қиздирилса, реакция портлаш билан бориб, бир лаҳзада тугайди. Бром юқорироқ температурадагина водород билан бирмунча тез бирикади; йод эса фақат юқорироқ температурага қиздирилгандагина водород билан бирика олади, лекин бу реакция қайтар бўлганлиги учун, у охиригача бормади.

Шуниси диққатга сазоворки, хлорнинг водород билан бирикиш реакциясига ёруғлик ниҳоятда катта таъсир этади. Қоронғида умуман сезиларли реакция бўлмайди, тарқалган ёруғликда у, бирмунча секинлик билан боради, қуёшнинг равшан нурида эса реакция худди қиздирилгандек тез боради ва шортлаш билан ўтади.

Бу реакцияни текшириш, у қўпгина айрим стадиялардан иборат, деган хулосага олиб келди. Хлорнинг айрим молекулалари қуёш нури энергиясини ютиб, атомларга ажралади:



Хлор атомлари унинг молекулаларига қараганда бирмунча активроқ бўлиб, водород молекулаларига қуйидаги тенглама бўйича дарҳол таъсир қилади:



Ҳосил бўладиган водород атомлари, ўз навбатида, хлор молекулаларига таъсир этади ва хлорнинг янги атомларини ҳосил қилади:



Бу хлор атомлари водород молекулалари билан яна реакцияга киришади ва ҳоказо.

Гўё кетма-кет содир бўладиган процесслар занжиридан иборат ана шу хил реакциялар узлуксиз (занжирли) реакциялар деб аталади.

Кўпгина химиявий процессларда, жумладан, ёниш процессларида узлуксиз реакциялар жуда муҳим роль ўйнайди. Узлуксиз реакциялар соҳасида академик Семёнов\* жуда катта текширишлар олиб борди.

Шундай қилиб, галогенларнинг физик хоссалари ҳам, химиявий хоссалари ҳам атом ядроларининг заряди ортиши билан ва атомдаги электронлар сонининг кўпайиши билан мунтазам равишда ўзгаради. Галогенларнинг металлоидлик хоссалари (бу хоссалар фторда айниқса яққол сезилади) секин-аста заифлашиб боради, йодда металлларга хос бўлган баъзи хусусиятлар ҳам кўрилади. Хоссалар ўзгаришидаги бу изчиллик миқдорнинг сифатга ўтиш қонунининг ёрқин ифодасидир.

**103. Галогенларнинг олиниши ва ишлатилиши.** Галогенлар табиий бирикмаларда камдан-кам бирикмалардан ташқари манфий зарядланган ионлар ҳолида бўлганидан, эркин галогенлар олишнинг қарийб ҳамма усуллари уларнинг ионларини оксидлашдан иборат. Бу ё ҳар хил оксидловчилар воситаси билан, ёки электр токи таъсир эттириш йўли билан амалга оширилади.

Маълумки, электролиз процессида электронлар катоддан мусбат зарядли ионларга ва манфий зарядли ионлардан анодга ўтади (82-параграфга қаралсин). Модомки, шундай экан, катодда қайтарилиш процесси, анодда эса оксидланиш процесси бўлади. Шундай қилиб, оксидланиш ёки қайтарилишни, бир моддани бошқа моддага таъсир эттиришдан ташқари, электр токи ёрдами билан ҳам амалга ошириш мумкин.

*Электр токи оксидлаш ва қайтариш учун энг кучли воситадир.*

Фторнинг электронга яқиндошлиги (фтор атоминининг электрон билан бирикиш қобилияти) зўр бўлганидан, фторнинг бирикмаларидан фақат электролиз йўли билангина ажратиш олиш мумкин. Фтор дастлаб 1886 йилда, тахминан 20% калий фторид KF қўшилган, сувсиз суyoқ водород фторид HF

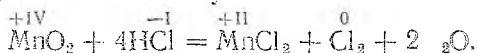
\* Семёнов Николай Николаевич (1896 йилда туғилган) вирик рус олими; Нобель мукофоти лауреати. Семёнов узлуксиз реакциялар назариясини ишлаб чиқди ва бу реакцияларнинг кенг тарқалганлиги ҳамда моҳият эътибори билан муҳимлигини исбот қилди. Семёнов узлуксиз реакциялар назариясига асосланиб, амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга бўлган ўт олиш ва портлаш назариясини яратди.

ни электр токи таъсирида парчалаш йўли билан олинди. Бунинг учун фтор таъсир қилмайдиган мисдан ясалган асбоб ишлатилди (миснинг юзаси мис фторид қавати билан қоплангандан кейин, унга фтор таъсир қилмайди). Электродлар платинадан ишланган эди.

Элементар (элемент ҳолидаги) фтор олишда фойдаланилган усул ҳозирги вақтда ҳам саноатда фтор олиш учун қўлланилмоқда. Бунинг учун,  $KF \cdot 2HF$  (суюқланиш температураси  $70^\circ C$ ) таркибли суюқланма таркибий қисмларга электр токи ёрдами билан парчаланadi. Бу суюқланма пўлат ванналарда, кўмир электродлардан фойдаланиб, электролиз қилинади.

Хлор ҳозирги вақтда ош тузи эритмаларини электролиз қилиш йўли билан кўп миқдорда олинади. Хлор анодда ажралиб чиқади, катодда эса ўювчи натрий ҳосил бўлади. Ош тузининг сувдаги эритмасини электролиз қилиш йўли билан хлор олиншини 200-параграфдан қаралсин.

Лабораторияларда хлор турли оксидловчиларни хлорид кислотага таъсир эттириш йўли билан олинади. Масалан, марганец (IV)-оксидга хлорид кислота таъсир эттириб хлор олишнинг ўрта мактаб химия курсидан маълум бўлган лаборатория усулини эслатиб ўтамиз:



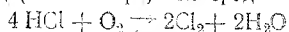
Бу реакция ионли шаклда қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Тенгламада: кўриниб турибдики, бу ерда  $Cl'$  ионлари оксидланиб, кейинчалик  $Cl_2$  молекулаларини ҳосил қилувчи хлор атомларига,  $MnO_2$  таркибига кирувчи тўрт валентли марганец қайтарилиб, икки валентли марганец ( $Mn^{2+}$  ионлари) га айланади. Шееле шу реакция ёрдами билан 1774 йилда биринчи бўлиб хлор олди.

$MnO_2$  ўрнига бошқа оксидловчиларни (масалан,  $PbO_2$ ,  $KClO_3$ ,  $KMnO_4$  ни) хлорид кислотага таъсир эттириш йўли билан ҳам хлор олиш мумкин.

Кислород одатдаги шароитда водород хлорид билан сезиларли даражада ўзаро таъсир қилмайди. Аммо водород хлорид билан кислород аралашмаси  $400^\circ C$  га қадар қиздирилган ва ичига пемза бўлаклари (пемзага катализатор сифатида мис (II)-хлорид  $CaCl_2$  берилган бўлиши керак) солинган най орқали ўтказилса, водород хлорид ( $Cl'$  ионлари) кислород билан оксидланади:



шу билан бирга, 80% атрофида хлор чиқади. Хлор олиш учун, илгари кўпинача шу реакциядан фойдаланилар эди.

Хлор олиғгани каби, бром билан йод ҳам  $\text{HBr}$  ва  $\text{HI}$  ни турли оксидловчилар билан оксидлаш орқали олиниши мумкин. Бром ва йод саноатда, одатда, металл бромид ва металл йодидларнинг эритмасига хлор таъсир эттириш йўли билан олинади. Шундай қилиб, бром билан йод олиш ҳам уларнинг ионларини оксидлашга асосланган, ammo бунда оксидловчи сифатида хлор ишлатилади. Масалан:



СССРда бром Қримдаги Сак кўлининг сувидан (бу сувда кўп миқдор бромли тузлар бор) ва Қора-Бўғоз-Гўл кўлтиғининг «рапаси» (тўйинган эритма) дан олинади. Бурғ қудуқ сувларидан бром олиш ҳам ўзлаштирилган.

Бурғ қудуқ сувлари СССРда йод олишнинг асосий манбаидир. Бундай сувлардан йод ажратиб олиш учун, биринчи беш йиллик охирида Сурахан билан Нефте-Чаледа иккита катта завод қурилди. Бу заводлар ишлаб чиқарган маҳсулот мамлакатимизнинг йодга бўлган эҳтиёжини тўла қондиради.

Галогенлар, асосан хлор, химия саноатида кенг ишлатилади.

Фтор ҳозирги вақтда углеводородларнинг нодир ҳоссаларга эга бўлган баъзи қимматбаҳо фторли ҳосилалари, масалан, юқори температурага чидамли сурков моддалари, химиявий реагентларга бардош берадиган пластмасса (тефлон), совитгич машиналар учун керак бўладиган суюқликлар (фреонлар) ҳосил қилиш ва ҳоказолар учун ишлатилади.

Хлор кўпгина анорганик ва органик бирикмалар тайёрлаш учун ишлатилади. У, хлорид кислота, хлорли оҳак, гипохлоритлар ва хлоратлар, олтингугурт хлорид ва бошқаларни ишлаб чиқаришда қўлланилади. Хлор газлама ва қоғоз тайёрлашга ишлатиладиган целлюлозани оқартириш учун эркин хлор ҳолатда ҳам, оқартгич тузлар ҳолида ҳам кўп миқдорда ишлатилади. Хлор ичиладиган сувни стериллаш ва ташланди сувларни зарарсизлантириш учун ҳам ишлатилади. Рангли металлургияда хлор баъзи металл рудаларини хлорлаш йўли билан улардан металл ажратиб олишда ишлатилади.

Турли хлор-органик маҳсулотлар сўнгги вақтларда айниқса катта аҳамиятга эга бўлиб қолди. Хлорли органик эритувчилар, яъни дихлорэтан, углевод тетрoхлорид ва бошқалар ёғларни экстракция қилиш ва металлارни ёғсизлантириш учун ишлатилади. Хлор органик препаратлар, яъни ДДТ, гексахлоран ва бошқалар экин зараркундаларига қарши курашда жуда таъсирли дора бўлиб хизмат қилади. Хлор-

органик маҳсулотлардан фойдаланиб, ҳар турли пластик масъулалар, синтетик толалар, юқори сифатли каучуклар, терининг ўринини босадиган материаллар (павинол) тайёрланади. Техника ривожланган сайин хлор-органик маҳсулотлар ишлатиладиган соҳалар тобора кўпайиб бормоқда; бу ҳол хлорни борган сайин кўпроқ ишлаб чиқаришга сабаб бўлмоқда.

Халқ хўжалигининг хилма-хил соҳаларида хлордан кенг суратда фойдаланилаётганлиги, шунингдек, хлор ишлаб чиқариш ва истеъмол қилиш кўламининг кенгайиб кетганлиги хлорни сульфат-кислота, аммиак ва сода билан бир қаторда химия саноати ишлаб чиқараётган энг муҳим маҳсулотлар жумласига киритиш имконини беради.

Бром ҳар хил дори-дармон, баъзи бўёқлар, шунингдек, фотография саноатида кўп ишлатиладиган кумуш бромид ишлаб чиқариш учун зарурдир.

Йод медицинада йод тинктураси деб аталадиган эритма (йоднинг спиртдаги 10% ли эритмаси) ҳолида кенг ишлатилади; бу эритма антисептик ва қон оқишини тўхтатувчи кучли доридир. Бундан ташқари, йод бир қатор жуда муҳим фармацевтик препаратлар таркибига ҳам киради.

**104. Галогенларнинг водород билан ҳосил қилган бирикмалари.** Галогенларнинг амалий жиҳатдан энг муҳим бирикмалари водород галогенидлар билан галогенид кислоталарининг тузларидир.

Водород галогенидларнинг ҳаммаси ҳам ўткир ҳидли рангсиз газ бўлиб, суюқликка осонгина айланади. Водород фторид 19,9°C даёқ суюқ ҳолга келади, қолган водород галогенидлар бирмунча пастроқ температурада суюқликка айланади.

Водород галогенидлар сувда жуда яхши эрийди. Масалан, 0°C да I ҳажм сувда 500 ҳажмга яқин водород хлорид эрийди; водород бромид билан водород йодиднинг эрувчанлиги ҳам тахминан шунга яқин келади. Водород фторид сувда чексиз миқдорда эрийди.

Водород галогенидларнинг сувдаги эритмалари типик кислоталардир, шу билан бирга, фақат фторид кислота бирмунча кам диссоциланадиган кислота бўлиб, қолганлари энг кучли кислоталар қаторига киради.

Водород галогениднинг ҳаммаси ҳам ҳаводаги сув буғи билан қўшилиб, тегишли кислоталарнинг майда томчиларини ҳосил қилади ва шунинг учун ҳавода тутайди.

Водород галогенидларнинг қиздиришга чидамлилиги HF да HJ га ўтган сари, галоген атомларининг электронга яқиндошлиги камайиб борганлиги учун, кучли даражада пасаяди. HF жуда юқори температураларда ҳам атомларга сезиларли



даражада диссоциланмасада водород йодид 300°C даёқ йод билан водородга анча парчланади.

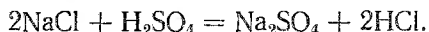
Водород галогенидларнинг энг муҳим физик константалари 19-жадвалда келтирилган.

19-жадвал

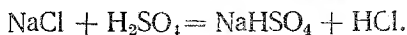
Водород галогенидларнинг энг муҳим физик константалари

Константалар	Водород галогенид			
	HF	HCl	HBr	HI
Зичлиги (суюқ ҳолатда), $g/cm^3$ ҳисобида	0,987	1,19	2,16	2,80
Суюқланиш температураси, °C ҳисобида	-83,1	-114,2	-87,0	-50,8
Қайнаш температураси, °C ҳисобида	19,9	-85,1	-66,8	-35,4
Ҳосил бўлиш иссиқлиги, $kcal/моль$ ҳисобида	+64,2	+22,063	+8,66	-6,20

Водород галогенидлар ҳосил қилишнинг умумий усули галогенид кислота тузларига концентрланган сульфат кислота таъсир эттиришдан иборат. Масалан, водород хлорид, одатда, натрий хлоридга концентрланган сульфат кислота қўшиб қиздириш йўли билан ҳосил қилинади:



Лабораторияда иш, одатда, шиша идишда олиб борилади, лекин уни қаттиқ қиздириш мумкин эмас. Шунинг учун, сульфат кислотадаги водород атомларининг фақат биттаси реакцияга киришади ва нордон туз ҳосил бўлади:



Сульфат кислотанинг ҳар бир молекуласига икки молекуладан натрий хлорид олинганда ҳам, барибир, процесс нордон туз ҳосил бўлишидан нарига бормайди. Саноатда водород хлорид ҳосил қилишда (аппаратлар яшаш учун саноатда шиша ўрнига бошқа материаллар ишлатилади), нордон туз жуда қаттиқ қиздирилганда натрий хлориднинг иккинчи молекуласи билан ўзаро таъсир қилади ва нормал туз ҳосил бўлади:

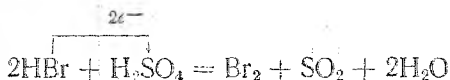


Водород фторид ҳам водород хлорид сингари йўл билан олинади. У, фторнинг табиий бирикмаси — кальций фториддан олинади:

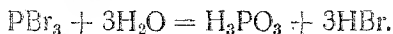


Водород фторид шишани кучли равишда емирганидан, реакция қўроғиши идишларда олиб борилади; бу идишларнинг деворида металлни емирилишдан сақловчи  $PbF_2$  қавати ҳосил бўлади.

Водород бромид билан водород йодидни ҳам металл бромид ва металл йодидларга сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олиш мумкин, бироқ бунда водород галогенидларнинг бир қисми сульфат кислота билан оксидланиб, эркин бром ва йод ажралиб чиқади. Масалан:



Шу сабабли, юқорида айтилган водород галогенидлар, одатда, бром ва йоднинг фосфорли бирикмалари  $PBr_3$  ва  $PJ_3$  га сув таъсир эттириш йўли билан олинади. Айни вақтда бу бирикмалар гидролизланиб, фосфит кислота ва тегишли водород галогенид ҳосил қилади:



Водород галогенидлар ҳосил қилиш, эркин галогенлар олишга қарама-қарши ўлароқ, оксидланиш-қайтарилиш билан боғлиқ эмас. Юқорида келтирилган мисоллардан кўриниб турибдики, оксидланиш-қайтарилиш процессларини характерлайдиган валентлик ўзгариши бу реакцияларда ҳеч содир бўлмайди.

Амалда, кўпинча, водород галогенидларнинг сувдаги эритмалари ишлатилади, бу эритмалар эса кислоталардир. Булардан энг муҳими хлорид кислотадир.

Хлорид кислота водород хлоридни сувда эритиш йўли билан олинади.

Ҳозирги вақтда саноатда водород хлорид олишнинг асосий усули уни водород ва хлордан синтез қилиш бўлиб, бу синтез

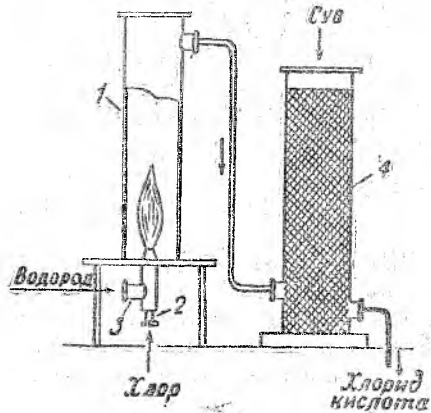


тенгламаси бўйича боради.

Бу процессни вужудга келтириш учун, водород хлор оқимида ёндирилади. Ҳосил бўлган водород хлорид сувга ютирилади ва «синтетик» хлорид кислота ҳосил қилинади.

74-расмда синтетик хлорид кислота ҳосил қилинадиган установканинг схемаси кўрсатилган. Водородни хлорда ёндириш учун хизмат қиладиган печь (I) вертикал пўлат труба бўлиб, унинг пастки қисмига махсус горелка ўрнатилган, бу

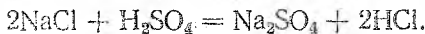
горелка концентрик равишда (бирининг ичига бири) жойлашган иккита пўлат найдан иборат. Пастдан ички най (2) га қуруқ хлор кирса, ташқи най (3) дан қуруқ водород киради. Аралашма ёндирилгандан кейин, у катта алашга бериб бир текисда ёнади ва водород хлорид ҳосил бўлади. Водород хлорид абсорбцион колонналар (4) га (расмда битта колонна кўрсатилган) боради ва унда юқоридан оқиб тушаётган сувга ютилади.



74- расм. Синтетик хлорид кислота олинадиган установканинг схемаси:

1 — водород ёндириладиган пень; 2 — пеньга хлор киритиладиган труба; 3 — пеньга водород киретиладиган труба; 4 — абсорбцион колонна.

Водород хлорид олишнинг илгариги «сульфат» усули (бу усул ҳозирги вақтда ҳам қўлланилади) концентранган сульфат кислота билан ош тузининг ўзаро таъсир қилишига асосланган. Юқори температурада бу реакциянинг бориши қуйидаги натижавий тенглама билан ифодаланади:



Қушимча маҳсулот сифатида натрий сульфат  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ҳосил бўлади.

Юқорида айтиб ўтилган иккала усулдан энг мукаммали синтетик усулдир. Бу усул электролитик йўл билан хлор олишда хлор билан бир вақтда ажралиб чиқадиган водороддан фойдаланишга ва минерал ўғитлар, бўёқлар ва бошқаларни ишлаб чиқариш учун зарур бўлган сульфат кислотани кўп миқдорда тежаб қолишга имкон беради.

Саноатда хлорид кислота олиш учун органик бирикмаларни хлорлаш натижасида ҳосил бўладиган водород хлориддан ҳам фойдаланилади.

Тоza хлорид кислота водород хлоридга хос ўткир ҳидли рангсиз суюқликдир. Водород хлориднинг  $18^\circ\text{C}$  да тўйинган эритмасида 42%  $\text{HCl}$  бўлади. Одатдаги концентранган хлорид

рид кислотада 37%  $\text{HCl}$  бўлади, бундай кислотанинг зичлиги  $1,19 \text{ г/см}^3$ . Техника мақсадларида ишлатиладиган кислотада қўшимчалар (асосан  $\text{FeCl}_3$ ) борлигидан, унинг ранги сариқ ва таркибида 27,5% атрофида  $\text{HCl}$  бўлади. Синтетик хлорид кислотада 31%  $\text{HCl}$  бўлади.

Концентранган хлорид кислота қиздирилганда, дастлаб, озроқ сув билан водород хлорид учиб кетади. Бу ҳодиса қолдиқда 20,2% ли эритма ҳосил бўлгунча давом этади; ҳосил бўлган бу эритма ўзгармас температура  $+110^\circ\text{C}$  да таркиби ўзгармаган ҳолда ҳайдалади. Бунинг аксича, суюлтирилган хлорид кислота қиздирилса, аввал сув ҳайдалади. Қолдиқнинг концентрацияси 20,2% га етгандан кейин, суюқлик, аввалги ҳолдагидек, таркиби ўзгармай ҳайдала бошлайди. Шундай қилиб, қайнатиш шу билан водород хлоридни сувдан батамом ажратиб олиб бўлмайди.

Тинмай қайнатиб турилган эритма таркиби босимга қараб ўзгаради, шу сабабли, паст температураларда хлорид кислотадан ҳар хил гидратлар (масалан,  $\text{HCl}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ва бошқалар) ажратиш олиш мумкин бўлса-да шу эритмани  $\text{HCl}$  билан сувнинг муайян химиявий бирикмаси деб қараб бўлмайди.

Хлорид кислота химия практикасида ишлатиладиган энг муҳим кислоталарнинг биридир. Капиталистик мамлакатларнинг ўзидагина ҳар йили бир миллион тоннадан ортиқроқ хлорид кислота ишлаб чиқарилишини айтиб ўтиш кифоя (100 процентли маҳсулотга айлантириб ҳисоблаганда).

Хлорид кислота кўпгина металллар билан реакцияга киришиб, водород чиқаради ва тузлар — металлларнинг хлоридлари ёки хлоридлар ҳосил қилади. Хлорид кислота, асосан, металл хлоридлари олиш, аммоний хлорид, карбонат ангидрид, бир қанча органик препаратлар тайёрлаш учун ва кўнчиликда (терини хром бирикмалари билан ошлашдан олдин ишлашда), озиқ-овқат саноатида, қалай юритиш (оқлаш) кавшарлаш ишларида ҳамда кўпгина бошқа корхоналарда ишлатилади. Одам ва ҳайвонларнинг ошқозон суюқлигида ҳам озроқ хлорид кислота бўлади ва у овқат ҳазм қилиш процессида муҳим роль ўйнайди.

Кўнчилик металлларнинг хлоридлари сувда яхши эрийди ва, шу сабабдан, лаборатория практикасида бирор металл ионини реакцияга киритиш зарур бўлганда кўп ишлатилади. Металл хлоридлардан энг муҳимлари кумушнинг, бир валентли симоб ва мис хлоридлари ( $\text{AgCl}$ ,  $\text{CuCl}$ ,  $\text{HgCl}_2$ ) сувда эримайди. Қўрғошин хлорид  $\text{PbCl}_2$  жуда кам эрийди.

Хлоридлардан энг муҳимларини айтиб ўтамиз.

*Натрий хлорид*  $\text{NaCl}$ , бошқача айтганда, ош тузи турмушимизда гоят катта аҳамиятга эга. Ош тузи, аввало, овқатга ишлатилади. Бундан ташқари, ош тузи кўпгина озиқ маҳсулотларни, масалан гўшт, ёғ, мой, балиқ ва бошқаларни бузилишдан сақлаш воситаси сифатида муҳим роль ўйнайди.

Ош тузи хлор, хлорид кислота, ўювчи натрий ишлаб чиқаришда ҳам ашё бўлиб хизмат қилади, бўёқчиликда, совун пиширишда ва бошқа кўпгина корхоналарда ишлатилади.

*Калий хлорид*  $KCl$  қишлоқ хўжалигида ўғит сифатида жуда кўплаб ишлатилади.

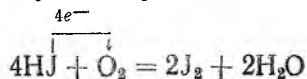
*Кальций хлорид*  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  совитувчи аралашмалар тайёрлаш учун ишлатилади. Сувсиз кальций хлорид лаборатория практикасида газларни қуритиш учун, эфир ва бошқа кўпгина суюқ органик моддаларни сувсизлантириш учун, сувни шиддат билан ютувчи модда сифатида кенг қўлланилади.

*Симоб (II)-хлорид*  $HgCl_2$  бошқача айтганда, сулема жуда кучли заҳардир. Ёғоч ва анатомия препаратларини консервлаш (бузилишдан сақлаш) ва симобнинг бошқа бирикмаларини тайёрлаш учун ишлатилади. Сулеманинг жуда суюлтирилган (1 : 1000) эритмалари медицинада жуда яхши дезинфекцияловчи модда сифатида ишлатилади.

*Кумуш хлорид*  $AgCl$  хлорид кислотанинг энг оз эрийдиган тузидир. Хлор ионлари билан кумуш ионлари ўзаро таъсир қилганда кумуш хлорид чўкмасининг ҳосил бўлиши хлор ионларининг борлигини билиш учун характерли реакциядир. Кумуш хлорид фотография саноатида ёруғлик сезувчи пластинка ва қоғознинг баъзи хилларини тайёрлашда ишлатилади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, ўзгарувчан валентли металл хлорид кислота ёки бошқа бирор галогенид кислота билан иккита ҳар хил туз ҳосил қила олса, бундай тузларга ном беришда, аввал металл номи, ундан кейин қавслар ичида шу металл валентлиги кўрсатилиб, сўнгра дефис қўйилиб, кислота номи ёзилади. Масалан,  $CoCl_2$  кобальт (II)-хлорид ва  $CoCl_3$  кобальт (III)-хлорид;  $Hg_2Cl_2$  симоб (I)-хлорид ва  $HgCl_2$  симоб (II)-хлорид ва ҳоказо.

Бромид кислота ва йодид кислота ўз хоссалари жиҳатидан хлорид кислотага жуда ўхшайди, аммо бир оз беқарорлиги билан ундан фарқ қилади. Бром ва йод атомларининг электронга яқиндошлиги хлор атомлариникига қараганда камроқ бўлганидан,  $Br'$  ва  $I'$  ионлари  $Cl'$  ионларидан кўра осонроқ оксидланади, буни биз бромли ва йодли металлларга сульфат кислота таъсир қилиш реакцияси мисолида кўрган эдик. Йод иони ўз электронини айниқса осон беради, бу ион ҳаво кислороди билан ҳам оксидланади. Шунинг учун, водород йодид эритмаси ҳавода эркин йод ажратиб, тезда қўнғир тусга киради:



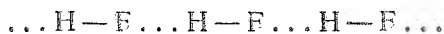
Ерувлик бу реакцияни жуда тезлаштиради. Йод ионлари ўз электронларини осон беради, шунинг учун, *водород йодид кучли қайтарувчидир.*

Бромид ва йодид кислотанинг тузлари, тегишли суратда, бромид ва йодид тузлар ёки бромид ва йодидлар деб аталади. Уларнинг кўпчилиги сувда яхши эрийди. Хлоридлари сувда эрмайдиган металлларнинг бромид ва йодидлари ҳам сувда эрмайди.

Калий ва натрий бромид эритмалари медицинада нерв системасини тинчлантириш учун ишлатилади ва «бром» деган нотўғри ном билан юритилади. Кумуш бромид фотография пластинкалари, плёнка ва қоғозлари тайёрлашда кўп миқдорда ишлатилади. Калий йодид медицинада баъзи касалликларни даволашда қўлланилади.

Плавик кислота — водород фториднинг сувдаги эритмасидир. Водород фторид, одатда, плавик шпатдан олинади, плавик кислотанинг номи ҳам шундан келиб чиққан.

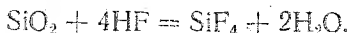
Водород фторид ҳам, плавик кислота ҳам ўз хоссалари жиҳатидан бошқа водород галогенидлардан ва галогенид кислоталардан фарқ қилади. Суюқланиш ва қайнаш нуқталари ўзининг кичик молекуляр оғирлигига мос келмайдиган водород фториднинг физик хоссаларидаёқ намоён бўладиган бу фарқнинг сабаби шуки, унинг молекулалари кучли даражада ассоциланган бўлади, бундай ассоциацияга сабаб, водород фторид молекулалари ўртасида водород боғланишининг пайдо бўлишидир.



Водород фторид буғининг зичлиги 32°C да  $(\text{HF})_2$  формуласига мувофиқ келади ва 90°C дагина унинг буғи оддий HF молекулаларидан иборат бўлади. HF молекулалари эритмаларда ҳам худди шу тариқа кучли ассоциланган ҳолда бўлади.

Плавик кислота хлорид, бромид ва йодид кислоталарга қараганда хийла кучсиз диссоциланади ва унда, F<sup>-</sup> ионлари билан бир қаторда, F<sup>+</sup> ионларининг HF молекулалари билан бирикишидан ҳосил бўлувчи HF<sup>+</sup> ионлари ҳам кўп бўлади. Шу сабабли, плавик кислота худди икки негизли кислота сингари, бир қанча нордон тузларни, масалан KHF<sub>2</sub> ни ҳосил қилади.

Плавик кислотанинг шиша таркибига кирувчи кремний (IV)-оксид, яъни силикат ангидрид SiO<sub>2</sub> га таъсир этиб, кремний фторид SiF<sub>4</sub> ва сув ҳосил қила олиши унинг ажойиб хоссасидир:



Шишага гул солиш, хат ёзиш, шунингдек шиша буюмлар (масалан, электр лампочкалари) сиртини хира қилиш учун

плавик кислотадан фойдаланиш ҳам ана шу реакцияга асосланган.

Шишага гул солиш учун, шиша аввал HF таъсир қилмайдиган моддалар — мум ёки парафин қавати билан қопланади, сўнгра шишанинг гул тушириш лозим бўлган жойлари мумдан тозаланади ва шу жойларга плавик кислота ёки водород фторид буғи бир қанча вақт таъсир эттирилади.

Алюминий олиш (220- параграфга қаралсин) учун зарур бўлган сунъий криолит ишлаб чиқаришда кўп миқдор водород фторид ишлатилади. Бундан ташқари, водород фторид ҳар хил химиявий процессларда, масалан, аъло навли мотор ёнилғиси ишлаб чиқаришда катализатор сифатида қўлланилади.

Плавик кислота совитиш машиналарида фойдаланиладиган органик фторидлар ҳосил қилишда, баъзи тур бўёқлар, сурков мойлари ва пластик массалар синтез қилишда ҳам ишлатилади. Аналитик лабораторияларда ҳар хил силикатларни (силикат кислота тузларини) эритиш учун плавик кислотадан фойдаланилади.

Плавик кислотанинг буғи жуда заҳарлидир. Концентрацияланган плавик кислота терига текканда, тери куйди ва унда қийин тuzаладиган яралар пайдо бўлади. Шу сабабли, бу кислота билан ишлашда жуда эҳтиёт бўлиш керак. Плавик кислота эбонит ёки мумдан ясалган идишларда сақланади, бундай идишларга плавик кислота таъсир қилмайди.

Плавик кислота тузларининг — металл фторидларнинг бошқача айтганда, фторидларнинг кўпчилиги, бошқа галогенид кислоталарининг тузларига қарама-қарши ўлароқ, сувда эримайди. Аммо кумуш фторид  $AgF$  сувда яхши эрийди, ваҳолонки, кумуш хлорид  $AgCl$  кумуш бромид  $AgBr$  ва кумуш йодид  $AgI$  сувда амалда эримайди.

Натрий фторид  $NaF$  консерваловчи модда сифатида ёғочга шимдириш учун ишлатилади.

**105. Галогенларнинг кислородли бирикмалари.** Галогенлар кислород билан бевосита бирикмайди, шу сабабли, уларнинг кислородли бирикмалари бевосита усул билан ҳосил қилади. Бу бирикмалар бирмунча беқарор моддалар қаторига киради. Уларнинг ичида энг барқарорлари кислородли кислоталар тузлари бўлса, оксидлар энг беқарорларидир. Галогенлар кислородли ҳамма бирикмаларида мусбат валентли бўлади, уларнинг валентлиги хлор билан йоднинг кислородли юқори бирикмаларида еттига етади.

Хлорнинг кислородли бирикмалари энг кўп тарқалган ва амалий жиҳатдан муҳим бирикмалардир; ана шу бирикмаларни бирмунча батафсилроқ кўриб чиқамиз.

20-жадвалда, умумий тушунчага эга бўлиш учун, хлор оксидлари ва кислоталарининг формулалари, шунингдек, кислоталар ва тузларининг номлари келтирилган. Таркиблари жадвалда ёзилганидек деб фараз қилинадиган, ammo ҳали ҳосил қилинмаган бирикмалар қавс ичига олинган.

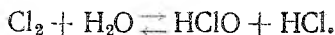
20-жадвал

Хлорнинг кислородли бирикмалари

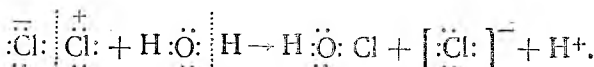
Оксидлар	Кислоталар		Тузларининг номи
	Формуласи	номи	
$\text{Cl}_2\text{O}$	$\text{HClO}$	Гипохлорит кислота	Гипохлоритлар
$\text{Cl}_2\text{O}_3$	$\text{HClO}_2$	Хлорит кислота	Хлоритлар
$\text{ClO}_2$	—	—	—
$\text{Cl}_2\text{O}_5$	$\text{HClO}_3$	Хлорат кислота	Хлоратлар
$\text{Cl}_2\text{O}_7$	$\text{HClO}_4$	Перхлорат кислота	Перхлоратлар

Хлорнинг кислородли барча бирикмалари кучли оксидловчилардир. Хлорнинг мусбат зарядли атоми бир моддани оксидлар экан, унинг ўзи, одатда, ё нейтрал хлоргача, ёки манфий зарядли  $\text{Cl}^-$  ионигача қайтарилади. Амалда, гипохлорит ва хлорат, кислота тузлари — гипохлоритлар ёки хлоратлар кенг ишлатилади.

**Гипохлоритлар.** Гипохлоритлар ҳосил қилиш хлор билан сувнинг гипохлорит кислота ҳосил қиладиган қуйидаги реакциясига асосланган:



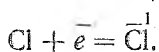
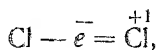
Бу реакция хлор гидролизининг худди ўзгинасидир. Гидролиздан аввал  $\text{Cl}_2$  молекуласидаги хлор атомлари орасидаги ковалент боғланиш қутбланади, яъни умумий жуфт электронлар сувнинг қутбли молекулалари таъсири остида атомлардан бирига томон сурилади, деб фараз қилиш мумкин. Хлорнинг мусбат зарядланган атоми протонни сиқиб чиқариб, сув гидроксиди билан бирикади ва, шу билан бир, вақтда, хлорнинг бошқа атоми, қуйидаги схемада кўрсатилгандек,  $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}:]^-$  ионига айланади:



Схемадан кўриниб турибдики, хлор гидролизи оксидланиш-қайтарилиш реакциясидир, бу реакцияда хлорнинг бир



атоми иккинчи атомининг электронини бириктириб олиб қайтарилса, иккинчи атоми оксидланади:



Ана шундай процесс, яъни реакцияда бир элементнинг баъзи атомлари оксидловчи, баъзилари қайтарувчи бўлган процесс ўзи оксидланиш-ўзи қайтарилиш процесси дейилади.

Хлор гидролизида ҳосил бўладиган  $\text{HCl}$  ва  $\text{HClO}$ , ўз навбатида, ўзаро таъсир этиб, яна хлор ва сув ҳосил қила олади, шунинг учун реакция охиригача бормайди. Эритилган хлорнинг тахминан  $\frac{1}{3}$  қисми реакцияга киришиб бўлганидан кейин, мувозанат қарор топади. Шундай қилиб, хлорли сувда, ҳамшиша,  $\text{Cl}_2$  молекулалари билан бир қаторда, анча миқдорда хлорид кислота ва гипохлорит кислота ҳам бўлади.

Хлор гидролизида хлор атомлари орасидаги ковалент боғланишнинг узиллиши табиатан бир бошқа бўлса, хлорга ёруғлик таъсир қилганда бу боғланишнинг узиллиши, бир бошқа бўлади ва, натижада, хлорнинг эркин атомлари ҳосил бўлади:



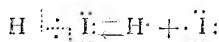
Боғланишнинг гидролиз вақтида узиллиши



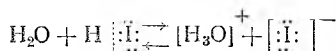
Боғланишнинг ёруғлик таъсирида узиллиши

Ковалент боғланишнинг биринчи хил узиллиши бир жинсли бўлмаган узиллиш, иккинчи хили эса бир жинсли узиллиш деб аталади.

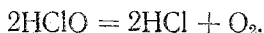
Боғланишнинг бир жинслимас ва бир жинсли узиллишига водород йодиднинг қиздирилганда термик диссоциацияси:



ва водород йодиднинг сувдаги электролитик диссоциацияси ҳам мисол бўлади.



*Гипохлорид кислота*  $\text{HClO}$  жуда беқарор бўлиб, эритмада водород хлорид билан кислородга секин-аста ажралади:

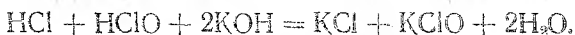


Гипохлорит кислота ажралган сари хлор билан сув орасида бўладиган ва 362-бетда келтирилган реакция мувозанати ўннга томон силжийди ва, натижада, хлорнинг ҳаммаси сув билан реакцияга киришиб кетади-да, эритмада фақат  $\text{HCl}$  қолади. Ёруғлик бу реакцияни жуда тезлаштиради, шу сабабли, хлорли сув ҳамшиша қоронғи жойда сақланиши керак.

Гипохлорит кислота жуда кучли оксидловчидир; хлорнинг оқартиш хоссалари сув билан хлор ўзаро таъсир қилганда шу кислота ҳосил бўлишидан келиб чиқади. Мутдақо қуруқ

хлорнинг ўзи нарсаларни оқартирмайди, ammo нам иштирокида хлор гидролизинда ҳосил бўладиган гипохлорит кислотата бўёқ моддаларини тез парчалаб юборади.

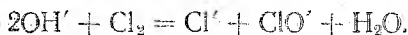
Хлорли сувга оз-оздан ишқор қўшилса, гипохлорит ва хлорид кислоталарнинг нейтралланиши туфайли, хлор гидролизини реакциясининг мувозанати ҳам ўнгга силжийди; натижада, таркибда гипохлорит кислота тузи билан хлорид кислота тузи бор эритма ҳосил бўлади:



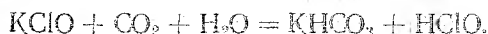
Ишқорнинг совуқ эритмасига тўғридан-тўғри хлор юборилганда ҳам худди шундай натижа келиб чиқади:



ёки ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади:



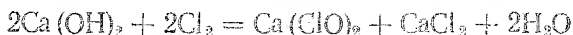
Шу йўл билан ҳосил қилинган ва эритмада гипохлорит кислота тузи билан хлорид кислота тузи аралашмаси бўлган суюқлик ж а в е л ь суви деб аталади. (Javelle — Париж яқинидаги бир жой бўлиб, бундай сув дастлаб ўша ерда тайёрлана бошланган эди) ва нарсаларни оқартириш учун ишлатилади; бу суюқликда оқартиш хоссасининг бўлишига сабаб шуки, калий гипохлорит ҳаводаги карбонат ангидрид таъсиридаёқ осон ажралиб кетади, бунда гипохлорит кислота ажралиб чиқади:



Бу кислота бўёқ моддаларига таъсир этиб, уларни рангсизлантиради.

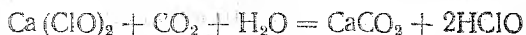
Таркибда натрий гипохлорит бўлган бундай эритма ўювчи натрий эритмасига хлор юборилганда ҳам ҳосил бўлади. Калий хлорид ёки натрий хлоридни электролиз қилиш йўли билан ҳам юқорида айтилган иккала эритмани ҳосил қилиш мумкин, лекин бунинг учун, ажралиб чиққан хлор электролиз пайтида ҳосил бўлган ишқорлар билан реакцияга киришса олиши шарт.

Хлор сўндирилган қуруқ оҳакка таъсир этганда, о қ а р т г и ч о ҳ а к ёки хлорли оҳак деб аталадиган маҳсулот ҳосил бўлади. Унинг асосий таркибий қисми қуйидаги реакцияда ҳосил бўладиган кальций гипохлорит  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  дир:



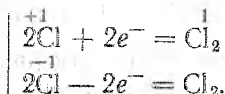
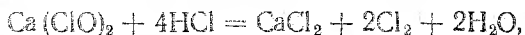
Хлорли оҳак ўткир ҳидли, оқ рангли кукун бўлиб, кучли оксидлаш хоссаларига эга. У нам ҳавода карбонат ангидрид

таъсири остида аста-секин парчаланиб, гипохлорит кислота чиқаради.



ундан ўзига хос ҳид чиқишининг сабаби ҳам ана шу.

Хлорли оҳакка хлорид кислота таъсир қилганда хлор ажралиб чиқади:



Хлорли оҳак ўсимлик толасини (газлама, қоғозни) оқартириш, кир ўралар, ҳожатхоналар, ариқ ва бошқаларни дезинфекция қилиш учун кўп ишлатилади. Химиявий ҳужумдан мудофаа қилишда, хлорли оҳак заҳарли моддалар билан зарарланган жойларни дегазация қилиш воситаси сифатида муҳим роль ўйнайди.

Хлорли оҳакнинг сифати ундаги «актив хлор», яъни хлорид кислота таъсирида ажралиб чиқадиган хлор миқдори билан белгиланади. Хлорнинг бу миқдори хлорли оҳакнинг умумий оғирлигига nisbatan олинган процент билан ifodalanaди. Стандарт хлорли оҳакда 35 процент атрофида актив хлор бўлади.

Деярли бутунлай кальций гипохлоритдан иборат хлорли оҳак оҳак сутига — сўндирилган оҳак билан оз миқдор сув аралашмасига хлор таъсир эттириш билан олинади. Ҳосил бўладиган кальций гипохлорит  $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  таркибли майда кристаллар ҳолида ажралиб чиқади. Реакция тамом бўлгандан кейин, чўкма филтрланади ва қурилади. Шу тариқа ҳосил қилинган техник маҳсулотда 70% гача актив хлор бўлади.

Хлоратлар хийла беқарор хлорат кислота  $\text{HClO}_3$  ning тузларидир. Булардан ҳаммага маълум бўлгани ва энг муҳими *калий хлорат*  $\text{KClO}_3$ , бошқача айтганда, бертоле тузидир.

Калий гипохлорит эритмаси қиздирилса, ўзининг оқартиш хоссаларини йўқотади. Бунга сабаб шуки,  $\text{KClO}$  қуйидаги тенглама бўйича ажралиб, бертоле тузи ҳосил қилади:



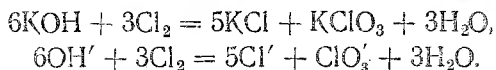
ёки ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади:



Бу реакцияда хлорнинг  $\text{ClO}'$  ионлари таркибига кирган ҳамда валентлиги +1 бўлган атомларининг  $\frac{2}{3}$  қисми  $\text{Cl}'$  ионлари

га айланади, яъни қайтариледи, айни вақтда, шу атомларнинг  $\frac{1}{3}$  қисми +1 валентли ҳолатдан +5 валентли ҳолатга ўтади, яъни оксидланади.

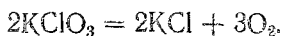
Ўловчи калийнинг қайноқ эритмасига хлор юборилса, у вақтда,  $\text{KClO}$  ўрнига бирданига  $\text{KClO}_3$  ҳосил бўлади:



Бунда хлор атомларининг  $\frac{1}{6}$  қисми  $\text{ClO}_3'$  ионларига қадар оксидланса,  $\frac{5}{6}$  қисми  $\text{Cl}'$  ионларига қадар қайтариледи.

Бертоле тузи сувда оз эриганидан, у, эритма совитилганда кристаллар ҳолида чўқади ва, шу тариқа, эритмада қолган калий хлориддан ажралади.

Бертоле тузи қиздирилганда осон парчланади ва кислород ажралиб чиқади:

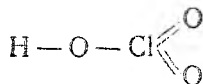


Бертоле тузи ёнувчи ҳар хил моддалар (олтингургурт, кўмир, фосфор) билан бирикиб, зарб таъсиридан қаттиқ портловчи аралашмалар ҳосил қилади. Артиллерияда запаллар тайёрлаш учун бертоле туздан фойдаланиш шунга асосланган. Бертоле тузи пиротехникада ранг-баранг бўлиб ёнадиган мушаклар ва осон ўт оловчи бошқа аралашмалар тайёрлаш учун ишлатилади. Бертоле тузи жуда кўп ишлатиладиган соҳа гургурт саноатидир. Расмий гургурт чўпи каллагиде 50% атрофида бертоле тузи бўлади.

Баъзи хлоратлар (магний, кальций, натрий хлоратлари) дефолиантлар, яъни ўсимликларнинг баргини тўқадиган моддалардир (ўсимликларнинг баргини тўқиш ҳосилни машиналар билан йиғиб олишни осонлаштиради), катта концентрацияларда эса улар гербицидлар, яъни бегона ўтларни йўқотадиган моддалардир.

Хлоратларга мувофиқ келадиган *хлорат кислота*  $\text{HClO}_3$  сувдаги эритма ҳолидагина маълум; бу кислотани буглатиб, концентрациясини 50% гача етказиш мумкин. Хлорат кислотада кучли оксидлаш хоссаси бор.

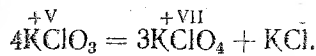
Хлорат кислотанинг структура формуласи:



Хлорат кислотанинг ангидриди маълум эмас. Хлорат кислота, масалан, бертоле тузига концентранган сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан ажратилганда ангидрид ўрнига ўзига хос ҳиди бор сарғиш-қўнғир газ — *хлор (IV)*.

оксид  $\text{ClO}_2$  ажралиб чиқади. Хлор (IV)- оксид жуда беқарор бўлиб, қиздирилганда, органик моддалар ва бошқалар қўшилганда портлайди ва хлор ҳамда кислородга осон ажралади. Бертоле тузи билан шакар аралашмасига бир томчи сульфат кислота қўшилса, ажралиб чиқувчи хлор (IV)- оксид кучли оксидловчи бўлганидан, аралашма ўт олиб кетади.

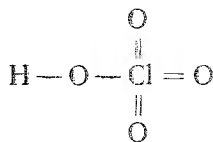
Бертоле тузи катализаторсиз оҳисталик билан қиздирилганда унинг бир қисми ажралиб, кислород чиқаради, бир қисми эса перхлорат кислота тузи — калий перхлорат  $\text{KClO}_4$  га айланади:



Перхлоратлар хлоратларга қараганда бирмунча барқарор бирикмалардир. Калий перхлоратга сульфат кислота таъсир эттириб, эркин перхлорат кислота  $\text{HClO}_4$  олиши мумкин, бу кислота рангсиз суюқлик бўлиб, минус  $112^\circ\text{C}$  да музлайди.

Хлорнинг кислородли кислоталаридан энг барқарори *перхлорат кислота*  $\text{HClO}_4$  дир. Шу билан бир вақтда, бу кислота маълум кислоталар ичида энг кучлиси ҳисобланади: унинг 0,5 н. эритмасидаги шартли диссоциация даражаси 88% га тенг, яъни шундай шароитдаги хлорид кислотадагидан ҳам кўпроқдир. Перхлорат кислотанинг оксидлаш хоссалари хлорат кислотанинг оксидлаш хоссаларига қараганда заифроқ.

Перхлорат кислотанинг тузилиши қуйидаги формула билан ифодаланади:



Агар перхлорат кислота ундан сувни тортиб олувчи фосфат ангидрид билан қиздирилса, *перхлорат ангидрид* ҳосил бўлади:



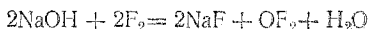
Перхлорат ангидрид  $83^\circ\text{C}$  да қайнайдиган мойсимон суюқликдир; у, зарб таъсиридан қаттиқ портлайди.

Хлорнинг кислородли энг муҳим бирикмалари хоссаларини таққослаб кўриб, қуйидаги умумий хулосани чиқариш мумкин: *хлорнинг валентлиги орган сари кислородли кислоталарининг барқарорлиги ортади, аммо бу кислоталарнинг оксидлаш қобилияти камаяди. Энг кучли оксидловчи гипо-*

хлорит кислота, энг кучсиз оксидловчи перхлорат кислота-дир. Бунинг аксича, хлорнинг кислородли кислоталарининг кучи кислотадаги хлор валентлиги кўпайган сари ортади. Гипохлорит кислота энг кучсиз (унинг диссоциация константаси  $10^{-8}$  атрофида), перхлорат кислота энг кучли кислотадир.

Фторнинг кислородли бирикмалари. Фтор билан кислороднинг чуқур ўрнанилган бирикмаси фтор(II)-оксид—кислород фторид  $\text{OF}_2$  бўлиб, у дастлаб 1927 йилда ҳосил қилинган. Бу  $-145^\circ\text{C}$  да суюқликка айланган, жуда заҳарли ва сувда оз эрийдиган рангсиз газдир.

Кислород фторид ишқорнинг 2% ли эритмасига фтор таъсир эттирилганда ҳосил бўлади:



Кислород фториднинг ҳамма белгилари (қайнаш температурасининг пастлиги, сувда кам эриши), бу бирикмада кислород ва фтор ионлари бири-бири билан ковалент боғ асосида боғланганлигини кўрсатади. Унинг тузилишини қуйидагича тасвирлаш мумкин:

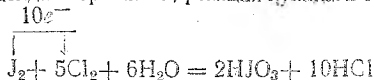


Фторнинг металлондлик хоссалари кислороднинг металлоидлик хоссаларига қараганда кўп бўлганидан, кислород фториддаги фтор манфий валентлик ( $-1$ ), кислород эса мусбат валентлик ( $-2$ ) намоён қилади, деб ҳисоблаш керак.

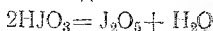
Бром ва йоднинг кислородли бирикмалари. Бромнинг кислородли бирикмаларидан фақат гипобромит кислота  $\text{HBrO}$  билан бромат кислота  $\text{HBrO}_3$  ва уларнинг тузлари маълум. Бу моддалар хлорнинг тегишли бирикмалари сингари ҳосил қилинади, лекин бирмунча беқарорлиги билан улардан фарқ қилади. Пербромат кислота ҳам, унинг тузлари ҳам маълум эмас. Бром оксидлари жуда беқарор бирикма бўлиб, паст температурадагина мавжуд бўла олади.

Йод ҳам биргина оксид  $\text{I}_2\text{O}_5$ —йодат ангидрид ҳосил қилади; бу ангидридга йодат кислота  $\text{HIO}_3$  мувофиқ келади. Бу кислотанинг натрийли тузи чили селитрасида қўшимча тарқасида учрайди. Унинг калийли тузи бертоле тузини олишда қўлланилган усул билан, яъни ишқорнинг қайноқ эритмасига йод таъсир эттириш йўли билан ҳосил қилиниши мумкин.

Эркин йодат кислота йодни сув иштирокида оксидлаш йўли билан олинади. Агар оксидловчи сифатида хлор олинса, реакция қуйидаги тенглама бўйича боради:

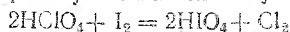


Йодат кислота одатдаги температурада етарли даражада барқарор, оқ кристалл моддадир. Йодат кислота  $200^\circ\text{C}$  гача қиздирилганда қаттиқ йодат ангидридга айланади:



Йодат ангидрид, ўз навбатида,  $300^\circ\text{C}$  дан юқори температурада йод билан кислородга ажралади.

Йодат кислотадан ташқари, перйодат кислота  $\text{HIO}_4$  ҳам маълум, бунинг  $\text{HClO}_4$  га йод таъсир эттириш йўли билан олиш мумкин:



Перйодат кислота эритмаси буглатилганда,  $\text{HIO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  тарқибли ва  $130^\circ\text{C}$  да суюқланадиган рангсиз кристаллар ҳосил бўлади. Бироқ бу кристаллгидратин беш негизли янги (ортойодат) кислота  $\text{H}_5\text{IO}_6$  деб қараш керак, чунки бешта водород атомининг ҳаммаси ҳам металлларга алмашилиб тузлар ҳосил қилади (масалан,  $\text{Ag}_5\text{IO}_6$ ).

Перйодат ангидрид  $\text{I}_2\text{O}_7$  ҳосил қилинган эмас.

106. Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламаларини тузиш. Галогенларнинг хоссалари билан танишилганда, оксидланиш-қайтарилиш реакциялари кўп учраган эди. Бу реакциялар, кўпинча, мураккаб тенгламалар билан ифодаланади ва реакцияда иштирок этадиган моддалар олдида катта коэффициентлар бўлади. Бундай тенгламаларни тузишда асосий қийинчилик коэффициентларни тўғри танлашдан иборат бўлади. Коэффициент топишнинг бир нечта усуллари бор: реакцияга киришувчи моддаларнинг оладиган ва берадиган электронларини санашга асосланган усул энг содда усулдир.

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида электронлар четдан келмай, бир атом ёки ионлардан бошқа атом ёки ионларга ўтганидан, оксидловчи оладиган электронлар қайтарувчи шу вақтда берадиган электронлар сонига тенг бўлиши керак. Шу сабабли, оксидловчи ва қайтарувчи моддалар орасида бўладиган реакциялар тенгламасини тузишда, шу моддалар формулалари олдидаги коэффициентларни шундай танлаб олиш керакки, оксидловчи модданинг реакцияга киришадиган атомлари ёки молекулалари сони билан улар оладиган электронлар сони орасидаги кўпайтма қайтарувчидаги худди шундай кўпайтмага тенг бўлсин.

Оксидловчи ва қайтарувчи атоми ёки ионларининг валентликлари реакция натижасида қандай ўзгариши маълум бўлса, қайтарувчи берадиган ва оксидловчи оладиган электронлар сонини санаб чиқиш қийин эмас.

Оксидланиш-қайтарилиш реакциялари тенгламасини тузишда оксидловчи ва қайтарувчи моддалар реакция натижасида қандай моддаларга айланишини, албатта, билиш керак. Иккада модданинг маълум бўлган хоссаларига асосланиб, буни, кўпинча, олдиндан айтиб бериш мумкин. Шунинг ҳам ҳисобга олиш керакки, реакция эритмада борадиган бўлса, реакцияда сув иштирок қилиши мумкин; сувнинг иштирок қилиши тўғрисидаги масала реакция тенгламасини тузиш процессида ҳал қилинади.

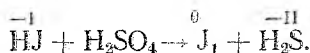
Коэффициентлар топиш усули билан конкрет мисолларда танишмоқ учун, юқорида айтилганларга амал қилиб, бир нечта оксидланиш-қайтарилиш реакцияларининг тенгламасини тузиб кўрамиз.

1. Водород йодиднинг концентранган сульфат кислотаси билан оксидланиши. Водород йодидга концентранган сульфат кислотаси таъсир қилганда, эркин йод ажралиб чиқади, сульфат кислотаси эса водород сульфидга қайтарилади,

Бу реакция схемаси мана шундай:

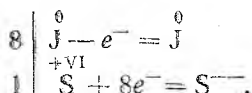


Оксидланиш-қайтарилишда иштирок этадиган элементларнинг реакциядан олдинги ва реакциядан кейинги валентликларини аниқлаймиз ва буни ҳар қайси элементнинг символи устига рим рақамлари билан ёзиб қўямиз:



Схемадан кўришиб турибдики, йоднинг валентлиги  $-1$  дан  $0$  га кўтарилди, демак, йод оксидланди ва унинг ҳар бир иони реакция процессида бир электрон йўқотди. Олтингургуртнинг валентлиги эса  $+6$  дан  $-2$  га тушиб қолди, яъни олтингургурт қайтарилди. Олтингургурт валентлигининг камайишига сабаб шуки, электронлар йоддан сульфат кислотага ўтади. Айни вақтда, олтингургуртнинг сульфат кислотадаги кислород атомлари билан ковалент боғланган ҳар қайси атоми саккизтадан электрон бириктириб олиб,  $\overset{+VI}{\text{S}^{--}}$  ионига айланади, деб фараз қилса бўлади.

Бу атомни  $\text{S}$  билан белгилаб, реакция вақтидаги электронларнинг кўчишини қуйидаги электронли тенгламалар шаклида ёзамиз\*:



Йод ионлари берадиган электронларнинг сонин сульфат кислота молекуласидаги олтингургурт атомлари  $\text{S}$  бириктириб оладиган электронлар сонига барабар бўлиши лозим; шу сабабдан олтингургуртнинг ҳар қайси атомига йод ионидан саккизта, яъни бир молекула  $\text{H}_2\text{SO}_4$  га саккиз молекула  $\text{HJ}$  олиш керак; юқоридаги тенгламаларнинг чап томонига қўйилган рақамлар ҳам худди шуни кўрсатади. Оксидловчи ва қайтарувчининг коэффициентларини, шу билан бирга, оксидланиш-қайтарилиш натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг коэффициентларини шу тарихқа топамиз, чунки водород йодид саккизта молекуласидан тўртта йод молекуласи ва сульфат кислотанинг битта молекуласидан биргина водород сульфид молекуласи ҳосил бўлиши мутлақо равшандир. Топилган коэффициентларини схемага қўйсак,



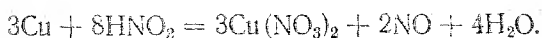
келиб чиқади.

\* Шундан кейин, мураккаб моддалар молекуласида ёки мураккаб ионларда ковалент боғланмиш билан боғланган атомларни тегишли элементлар символлари билан белгилаб, бу символлар устига элементнинг (атомнинг) валентлигини кўрсатувчи рим рақамларини ёзиб қўямиз.



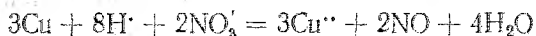


Энди, водород атомлари сонини текширайлик. Схеманин чап қисмида водороднинг саккизта атоми бор, ҳолбуки, унинг ўнг қисмида водород мутлақо йўқ. Афтидан, реакция вақти да сувнинг тўртта молекуласи ҳам ҳосил бўлади. Схеманин ўнг қисмига сув молекулаларини ёзиб, реакциянинг тугал тенгласини ҳосил қиламиз:



Баъзи реакцияларда оксидловчи ёки қайтарувчи ўзининг асосий вазифасини бажаришдан ташқари, реакция вақтида ҳосил бўладиган ионларнинг боғланишига ҳам сарфланади бу хилдаги реакциялар анча кўп учрайди. Бундай ҳолларнинг ҳаммасида, коэффициент ҳаммиса юқорида айтилгандей танланади.

Юқоридаги реакция ионли шаклда қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



учта мис атомини оксидлашга атиги иккита  $\text{NO}_3^-$  иони, яъни молекуляр тенгламада кўрсатилганидек, нитрат кислотанинг саккизта молекуласи эмас, балки икки молекуласи сарф бўлиши бу тенгламадан айниқса яққол кўриниб турибди.

Ионли тенгламаларнинг қанчалик тўғри тузилганлигини текширишда, шунинг назарда тутиш керакки, ҳар қайси ионли тенгламада унинг иккала қисмидаги ҳар қайси элемент атомлари сонигина барабар бўлиб қолмай, тенгламанин чап томонидаги ҳамма зарядларнинг алгебраик йиғиндиси тенгламанин ўнг томонидаги ҳамма зарядларнинг алгебраик йиғиндисига тенг бўлиши ҳам керак. Масалан, айна ҳолда, тенгламанин ўнг томонида олтига мусбат заряд  $(+2 \times 3)$  бор, чап қисмидаги зарядларнинг алгебраик йиғиндиси ҳам олтига тенг  $(+8 - 2)$ .

Келтирилган мисолларни таҳлил қилиб чиқиб, оксидланиш-қайтарилш реакцияларини тузишда қуйидаги тартибга амал қилишни тавсия этса бўлади:

1. Реакцияга киришадиган моддаларни ва оксидланиш-қайтарилш маҳсулотларини кўрсатиб, реакция схемасини тузиш.

2. Реакцияга киришадиган элементларнинг реакциядан аввалги ва ундан кейинги валентлигини аниқлаш ва атом ёки ионларнинг қайсылари оксидланиб, қайсылари қайтарилшини топиш.

3. Оксидланиш процесси билан қайтарилш процесси учун электронли тенгламалар тузиш ва иккала тенгламадаги

электронлар сони бир хил бўлиши учун, бу тенгламаларни ўлчайтириш лозим бўлган сонлардан энг кичигини топиш.

Топилган сонлар оксидловчи ва қайтарувчининг коэффициентлари бўлади. Шу билан оксидланиш-қайтарилиш натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг коэффициентлари топилади. Реакцияда бошқа моддалар ҳам иштирок қилган бўлса, бу моддалар учун коэффициентлар тенгламанинг икка-та қисмидаги атом (ион) ларни санаш йўли билан энг кейинги навбатда таъналади.

Пировардида шуни айтиш керакки, кўпгина моддалар фақат муайян муҳитда — кислотали ёки ишқорий муҳитдагина оксидлаш ёки қайтариш хоссаларини намоён қилади. Масалан, нитрат кислота ёки, аниқроқ айтганда,  $\text{NO}_3^-$  иони кислотали муҳитда кучли оксидловчи сифатида реакцияга қиришади, лекин уни нитрат кислотанинг бирор тузи ҳолида олсак, у, нейтрал муҳитда оксидлаш хоссаларини намоён қилмайди; галогенлар (хлор, бром) оксидлаш хоссаларини ишқорий муҳитда хйла кўпроқ намоён қилади ва ҳоказо.

Эритмада кислотали муҳит вужудга келтириш учун, амалда, аксари, сульфат кислотадан, ишқорий муҳит вужудга келтириш учун эса ўювчи натрий ёки ўювчи калийдан фойдаланилади.

Асосий оксидловчилар: сульфат кислотали эритмадаги калий перманганат ва калий бихромат, нитрат кислота, галогенлар, бертоле тузи, натрий гипохлорит, водород пероксид.

Асосий қайтарувчилар: ноасл металллар ва водород, кўмир, кремний, углерод (II)-оксид, икки валентли қалай бирикмалари, водород сульфид, сульфат кислота, водород йодид ва бошқалар.

XV БОБ

КИСЛОРОД ГРУППАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши						
Кислород . . . . .	O	15,9994	8	2	6					
Олтингургурт . . . . .	S	32,064	16	2	8	6				
Селен . . . . .	Se	78,96	34	2	8	18	6			
Теллур . . . . .	Te	127,60	52	2	8	18	18	6		
Полоний . . . . .	Po	210	84	2	8	18	32	18	6	

107. Кислород группасининг умумий характеристикаси. Кислород группасига даврий системадаги олтинчи группанинг типик элементлари — кислород билан олтингургурт ва тоқ қаторларнинг атом тузилиши жиҳатидан шу элементларга ўхшайдиган элементлари — селен, теллур ва полоний киради. Полоний радиоактив элемент бўлиб, химиявий жиҳатдан текширилмаган дейиш мумкин.

Кўриб чиқилаётган элементлар атомларининг сиртқи қаватида олтитадан электрон бўлганлигидан, улар галогенларга қараганда камроқ актив бўлса-да, металлоидлар деб таърифланиши мумкин. Бу группа элементларининг атомлари икки электронни бириктириб олиб, икки зарядли манфий ионларга айланади, бу элементлар шундай ионлар ҳолида металллар билан ҳосил қилган бирикмалари таркибига киради. Улар водород билан ҳосил қилган бирикмаларида ҳам манфий икки валентли бўлади. Бироқ бу элементларнинг валентлиги, масалан, кислородли бирикмаларда мусбат бўлиши ҳам мумкин; бундай бирикмаларда уларнинг валентлиги +4 ёки +6 бўлади. Кислороднинг ўзи бундан мустасно, ундаги, сиртқи олтига электрон ядро билан шундай маҳкам боғланганки, фтордан бошқа бу электронларни кислород атомидан ажратиб ола оладиган бирорта ҳам элемент бўлмаса

керак. Шу сабабдан, кислород ( $\text{OF}_2$  дан бошқа) ҳамма бирик-маларда фақат манфий икки валентли бўлади.

Кислород группасидаги элементларнинг физик ва химиявий хоссалари, галогенлар группасидагидек, тартиб номери ортган сари қонуний суратда ўзгариб боради. Янги электрон қаватларининг вужудга келиши атомлар радиусининг узайишига сабаб бўлади, шунга кўра, атомнинг электронга яқиндошлиги камаяди, нейтрал атомларнинг оксидловчи сифатидаги активлиги сусайиб, манфий зарядланган ионларнинг қайтариш хоссалари кучаяди. Умуман олганда, металлоидларнинг хоссалари кислородда яққол кўринса, теллурда жуда сусайиб қолади.

Кислород группаси элементларининг энг муҳим константалари 21-жадвалда берилган.

21-жадвал

Кислород группаси элементларининг энг муҳим физик константалари

Константалар	Кислород O	Олтингурут S	Селен Se	Теллур Te
Энчилиги, $g/cm^3$ ҳисобида	1,429 (суяқ)	2,07 (ромб.)	4,82	6,24
Суяқланиш температураси, °C	—218,8	112,8	220,5	452,5
Қайнаш температураси, °C	—183,0	444,6	657	1012
Атомнинг радиуси, А° ҳисобида	0,66	1,04	1,6	1,73
R'' ионининг радиуси, А° ҳисобида	1,36	1,82	1,93	2,11

### КИСЛОРОД (Oxygenium); атом оғирлиги 15,9994

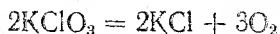
108. Табиатда кислород. Кислороднинг олинishi ва хоссалари. Ер юзида учрайдиган элементларнинг энг кўп тарқалгани кислороддир. Кислород эркин ҳолатда атмосфера ҳавосида бўлади, атмосфера ҳавосининг оғирлик жиҳатидан 23,2 процентини, ҳажм жиҳатидан эса 20,9 процентини кислород ташкил қилади. Кислород боғланган ҳолда сув таркибига (88,9%), турли минерал ва тоғ жинслари таркибига, шунингдек, бутун ўсимлик ва ҳайвонлар танаси таркибига киради. Ер шарининг сиртқи қобиғидаги (ҳаво, сув ва ер пўстлоғидаги) кислороднинг умумий миқдори ернинг сиртқи қобиғи оғирлигининг тахминан ярмига тенг.

Тоза ҳолдаги кислородни даставвал 1772 йилда Шееле, ундан кейин эса, 1774 йилда Пристли ажратиб олган эдилар,

Пристиги тоза кислородни симоб (II)-оксиддан олган эди Аммо у, ўзи ажратиб олган газнинг ҳаво таркибига кириши-ни билмас эди. Бир неча йил ўтгандан кейингина, шу газ-нинг хоссаларини мукамал текширган олим Лавуазье бу газ ҳавонинг таркибий қисми эканлигини аниқлади ва уни кислород деб атади.

Кислород — рангсиз газ бўлиб, унинг ҳеч қандай ҳиди йўқ. Кислород ҳаводан бир оз оғир: 1 л кислород нормал шароит-да 1,43 г, 1 л ҳаво эса 1,29 г келади. Кислород —183°C тем-пературада ва одатдаги босимда осон ҳаракатланадиган оч ҳаво ранг суюқликка айланади, —218,8°C да эса қотиб, қорга ўхшаш массага айланади. Кислород сувда, гарчи жуда оз миқдорда бўлса ҳам, эрийди: 100 ҳажм сувда 0°C да 4,9 ҳажм кислород, 20°C да эса 3,1 ҳажм кислород эрийди.

Кислород лабораторияларда, одатда, бертоле тузидан оли-нади. Бертоле тузи марганец (IV)-оксид (каталлизатор) иш-тирокида қиздирилганда кислород ва калий хлоридга ажра-лади:



Техника мақсадларда ишлатиладиган кислород ҳаводан олинади. Бунинг учун ҳавони сиқиб суюқлантирилади, бу аралашма таркибида 54% суюқ кислород, 44% суюқ азот ва 2% суюқ аргон бўлади. Сўнгра суюқ кислороднинг қайнаш температураси (—183°C) билан суюқ азотнинг қайнаш тем-ператураси (—195,8°C) орасида бўлган, бир оз бўлса ҳам кичик, тафовутдан фойдаланилиб, улар ажратилади. Ҳозирги вақтда бу аралашмаларни ажратиш учун қўлланиладиган аппарататура уларни жуда тоза ҳолда ажратиб чиқаришга им-кон беради. Суюқ ҳавони ажратиш йўли билан олинган азот техника мақсадлари учун (асосан, аммиак ишлаб чиқариш-да) ишлатилади.

Жуда тоза кислород сувни электролиз қилиш йўли билан олиниши мумкин. Бу усул арзон электр энергияси кўп бўлган мамлакатларда кенг тарқалган.

Олинган кислород ишлаб чиқарилган жойнинг ўзида иш-латилади ёки керак жойларга суюқлигича махсус транспорт танкларида, ё темир йўл цистерналарида ташилади. Кисло-род, кўпинча, пўлат баллонларда ҳам ташилади, кислород бу баллонларга 150 атм босим остида жойланади.

Кислороднинг энг характерли хоссаларидан бири шуки, у қўлгина элементлар билан бирика олади, кислород элемент-лар билан бирикканда иссиқлик ва ёруғлик чиқади. Маълум-ки, бу процесс ёниш деб аталади. 1746 йилда Лавуазье ёниш

процесси ёнувчи модданинг ҳаво кислороди билан бирикишидан иборат эканлигини исбот қилди.

Моддалар тоза кислородда ҳаводагига қараганда шиддатлироқ ёнади. Улар тоза кислородда ёнганда ҳавода ёнгандгича иссиқлик чиқса ҳам, аммо процесс тезроқ борганлиги ва чиқаётган иссиқлик ҳаво азотини қиздириш учун сарф бўлганлиги учун, моддаларнинг кислородда ёнишидан ҳосил бўладиган температура ҳавода ёнишидан ҳосил бўладиган температурага қараганда анча юқори бўлади.

Кислород табиатда гоят муҳим роль ўйнайди. Ҳаётий процессларнинг энг муҳимларидан бири, яъни нафас олиш процесси кислород иштирокида бўлади. Кислород иштироки билан бўладиган яна бир процесснинг, яъни нобуд бўлган ўсимлик ҳамда ҳайвонларнинг яллиғланиш ва чириш процессининг ҳам аҳамияти кам эмас; бу процессда ўсимлик ҳамда организмлар танаси таркибига кирган мураккаб органик моддалар анча оддийроқ моддаларга, оқибатда, карбонат ангидрид, сув ва азотга айланади, оддийроқ моддалар эса моддаларнинг табиатда айланиш процессида яна иштирок этади.

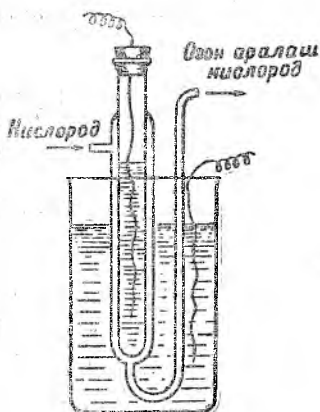
Кислород амалда хилма-хил соҳаларда ишлатилади. Кислород, кўпгина ишлаб чиқаришларда (масалан, сульфат кислота ҳамда нитрат кислота ишлаб чиқаришларида, домна процессида ва ҳоказоларда) химиявий процессларни тезлатишда ишлатилади. Кислороддан юқори температура ҳосил қилиш учун фойдаланилади, юқори температура ҳосил қилиш учун, ёнувчи газлар (водород, ацетилен, ёритгич газ), маҳсус горелкаларда ёндирилади (масалан, 62-параграфга қаралсин). Кислород медицинада ҳам ишлатилади (углерод (II)-оксид таъсиридан заҳарланган ёки нафас олиши оғирлашиб қолган кишиларни кислород билан нафас олдиришда ва бошқаларда).

Суюқ кислороднинг кукун ҳолдаги кўмир, ёғоч кукунни, мой ёки бошқа ёнувчи моддалар билан аралашмалари оксидликвитлар деб аталади. Бу аралашмалар ниҳоятда зўр портлайди, шунинг учун улардан портлатиш ишларида фойдаланилади.

**109. Озон.** Кислород ёки ҳаво орқали электр учқунлари ўтказилганда ўзига хос ҳид пайдо бўлади, электр машиналари ёки индукцион ғалтак билан ишлаган ҳар қандай киши бу ҳидни жуда яхши билади. Бундай ҳид чиқишининг сабаби шундаки, янги газсимон модда — о з о н ҳосил бўлади. Озон ниҳоятда тоза, қуруқ кислородга электр учқунни таъсир эттириш йўли билан олиниши мумкин бўлганлиги учун, озон фақат кислороддан иборат бўлиб, бу элементнинг алоҳида бир шакл ўзгаришидир, деган хулосага келамиз.

Озоннинг молекуляр оғирлиги 48 га, ҳолбуки, кислороднинг молекуляр оғирлиги 32 га тенг. Кислороднинг атом оғирлиги 16\* бўлгани учун, озоннинг молекуласи уч атом кислороддан, кислороднинг молекуласи эса фақат икки атом кислороддан иборатдир. Шундай қилиб, кислород эркин ҳолатда иккита аллотропик шакл ўзгариш ҳолида: одатдаги кислород  $O_2$  ва озон  $O_3$  ҳолида бўлиши мумкин.

Озон ҳосил қилиш учун суств электр разрядларининг кислородга таъсиридан фойдаланилади. Бу мақсадда ишлатиладиган асбоблар озонаторлар деб аталади. 75-расм:



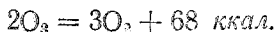
75- расм. Озонатор.

озонатор кўрсатилган бўлиб, у асосан, иккита шиша найдан иборат, бу шиша найнинг бири иккинчиси ичига кириб туради. Кислород шу найлар оралигида секин-аста ўтади. Ички найга сульфат кислотанинг суюлтирилган эритмаси қуйилади, бутун асбоб эса худди ўшандай эритма солинган стаканга жойлаштирилади. Индукцион ғалтакка уланган симларнинг учи эритмаларга туширилади. Шундай қилиб, эритмалар ҳам электрод вазифасини бажаради, ҳам газни совитиб туради. Индукцион ғалтак ишлаганда найларнинг деворлари орасида суств электр разряди ҳосил бўлади. Асбобдан чиқаётган кислородда бир неча процент озон бўлади. Температура қанча паст бўлса, шунча кўп озон олинади.

Кислороддан озонни ажратиб олиш учун асбобдан чиқаётган кислородни жуда қаттиқ совитиш керак, бунда озон қуйилиб, минус  $112^{\circ}C$  да қайнайдиган кўк суюқликка айланади. Суюқ озон осон портлайди.

Озоннинг сувда эрувчанлиги кислороднинг сувда эрувчанлигига қараганда анча катта: 100 ҳажм сувда  $0^{\circ}C$  да 49 ҳажм озон эрийди.

Озон одатдаги температурада анча барқарор, аммо қиздирилганда осон ажралиб, яна кислородга айланади. Озон ажралганда иссиқлик чиқади, ҳажми 1,5 марта ортади, чунки ҳар икки молекула озондан уч молекула кислород ҳосил бўлади.



\* Аниқроғи, тегишли равишда, 47,9982; 31,9988 ва 15,9994 дир.



Химиявий жиҳатдан олганда, озон оксидлаш хоссаеси анча кучли бўлиши билан кислороддан фарқ қилади: ялтираб турган кумуш пластинка озон таъсиридан тезда қорайиб, кумуш пероксид  $\text{Ag}_2\text{O}_2$  қавати билан қопланади; металлларнинг олтингугуртли бирикмалари (сульфидлари) озонда оксидланиб, сульфат кислота тузларига айланади; скипидарга ботириб олинган қоғоз озон таъсиридан ўт олиб кетади, бўёқ моддаларнинг кўпчилиги рангсизланади. Бунда озон молекуласи бир атом кислородни йўқотади ва озон одатдаги кислородга айланади.

Озон калий йодид эритмасидан йодни ажратиб чиқаради:



Агар таркибида озон бўлган ҳавога калий йодид эритмаси ва крахмал клейстери билан ҳўлланган қоғоз қўйилса, бу қоғоз дарҳол кўкаради. Бу реакциядан озоннинг борлигини билиш учун фойдаланилади.

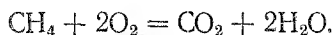
Озон кучли оксидловчи бўлганлигидан, бактерияларни ўлдиреди ва, шунинг учун, сувни зарарсизлантиришда ва ҳавонинг дезинфекция қилишда ишлатилади.

Атмосферада электр разрядлари бўлганда ҳамма вақт озроқ миқдорда озон ҳосил бўлади. Ҳар хил оксидланиш процессларида, масалан, нам фосфор, скипидар, смола моддалар ва шу қабилар оксидланганда ҳам озон ҳосил бўлиши мумкин. Нинабаргли дарахт ўрмонлари ҳавосида озон бўлишининг сабаби ҳам смола моддаларнинг оксидланишидир; бу ҳаво соғлиқ учун айниқса фойдали, чунки унда бактериялар бўлмайди.

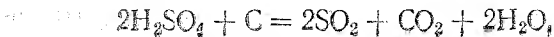
**110. Оксидлар ва уларнинг гидратлари.** Кислороднинг бошқа элементлар билан бирикишидан ҳосил бўладиган маҳсулотлар оксидлар деб аталади.

Жуда кўп оксидлар ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgO}$  ва бошқалар) мувофиқ элементларнинг кислород билан бевосита бирикиши натижасида ҳосил бўлади.

Мураккаб моддалар ёнганда, одатда, шу мураккаб моддаларни ташкил этган элементларнинг оксидлари ҳосил бўлади. Масалан, метан  $\text{CH}_4$  ёнганда углерод ва водород оксидлари ҳосил бўлади:



Таркибида кислород бўлган моддалар иштирок этадиган реакцияларда ҳам оксидлар ҳосил бўлиши мумкин. Масалан, сульфат кислотага кўмир қўшиб қиздирилганда сульфит ангидрид, карбонат ангидрид ва сув ҳосил бўлади:



Қарийб ҳамма элементларнинг оксидларини ҳосил қилиш мумкин, бунинг учун, тегишли усуллардан фойдаланилади. Ҳавода бўладиган инерт газлар бундан мустасно, инерт газлар ҳар қандай элемент билан ҳам мутлақо бирикмайди.

Оксидлар физик хоссалари жиҳатидан ниҳоятда хилма-хил бўлади. Одатдаги температурада оксидларнинг кўпчилиги қаттиқ моддалардир, жуда озчилик оксидлар газсиммон моддалар бўлиб, баъзи бирларигина суюқ бўлади. Оксидларнинг солиштирма оғирлиги, суюқланиш температураси ва қайнаш температураси ҳам жуда хилма-хил бўлади.

Оксидларнинг химиявий хоссаларидан, биринчи навбатда, уларнинг сувга муносабатини айтиб ўтиш керак. Оксидларнинг кўпчилиги сув билан бевосита ёки билвосита бирикади, оксидлар билан сув бирикмасининг умумий номи оксид гидратлари, бошқача айтганда, гидроксидлардир. Гидроксидларнинг қарийб ҳаммаси қиздирилганда яна сувга ва оксидга ажралади. Гидроксидлар анорганик бирикмаларнинг ҳар хил синфларига киради; баъзи гидроксидлар кислотали характерга эга бўлиб, кислоталар синфига кирса, баъзилари асослар синфига киради, баъзилари эса амфотер хоссага эга бўлади.

Оксидларнинг сувга муносабатига ва оксидлардан ҳосил бўладиган гидроксидлар хоссалари орасидаги фарққа асосланиб туриб, оксидлар маълум группаларга бўлинади. Оксидларнинг ҳаммасини қуйидаги бешта группага бўлиш мумкин.

1. Кислотали оксидлар. Гидратлари кислоталар бўлган оксидлар кислотали оксидлар деб аталади. Бу группага металлондларнинг оксидлари ҳам, металлларнинг баъзи юқори оксидлари ҳам (масалан,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  ва бошқалар) киради. Кислотали оксидларнинг кўпи сув билан бевосита бирикиб, кислоталар ҳосил қилади. Масалан, олти валентли олтингурут оксиди сув билан реакцияга киришганда, бу оксиднинг гидрати, яъни сульфат кислота ҳосил бўлади: азот оксиди  $\text{N}_2\text{O}_5$  сув билан бирикиб, гидрат-нитрат кислота  $\text{HNO}_3$  ҳосил қилади ва ҳоказо. Кислотали оксидларнинг сув билан бевосита бирикмайдиган гидратлари билвосита йўл билан ҳосил қилинади.

Кислотали оксидларнинг ўзига хос асосий аломатлари уларнинг ишқорлар билан ўзаро таъсир этиб, тузлар ҳосил қилиш хусусиятидир. Масалан:

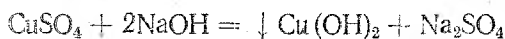


Кислоталар, одатда, кислотали оксидларга таъсир этмайди. Кислоталар жуда камдан-кам ҳолларда кислотали оксид-

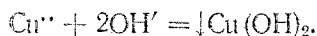
ларга таъсир этади, ammo бунда туз ҳосил бўлмайди (HF нинг  $\text{SiO}_2$  га таъсири билан солиштириб кўринг, 360-бет).

2. Асосли оксидлар. Бу группага гидратлари асослар бўлган оксидлар киради.

Энг актив металлларнинг: калий, натрий, кальций ва бошқа металлларнинг оксидларигина сув билан бевосита бирикиб, сувда эрийдиган асослар — ишқорлар ҳосил қилади. Асосли оксидларнинг кўпчилиги эса сув билан ўзаро таъсир этмайди. Бу оксидларга мувофиқ гидратлар (асослар) сувда эрмайди, улар мувофиқ металлларнинг тузларига ишқорлар таъсир эттириш йўли билан олинади. Масалан:

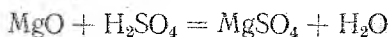


ёки

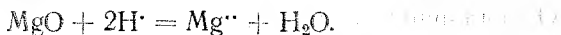


Асосли оксидларни металллар ҳосил қилади.

Асосли оксидларнинг ҳаммаси кислоталар билан ўзаро таъсир этиб, тузлар ҳосил қилади. Масалан:



ёки

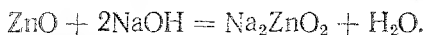


Асосли оксидлар ишқорлар билан ўзаро таъсир этмайди.

3. Амфотер оксидлар. Ҳам кислотали оксидлар, ҳам асосли оксидлар хоссаларига эга бўлган оксидлар амфотер оксидлар деб аталади. Улар кислоталарга худди асосли оксидлар каби таъсир этади, кислоталарда эрийди, натижада, тузлар ҳосил бўлади; амфотер оксидлар ишқорларда ҳам эриб, тузлар ҳосил қилади. Рух оксид амфотер оксидга мисол бўла олади. Рух оксид қандай кислота билан реакцияга киришса, ўша кислотанинг тузини ҳосил қилади:



Рух оксиднинг ишқорлар билан бўладиган реакцияси, соддалаштирилган ҳолда, қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Аmmo ҳақиқатда эса бу реакция натижасида ҳосил бўладиган ва натрий цинкат деб аталадиган тузнинг тузилиши бир оз бошқача бўлади (215-параграфга қаралсин).

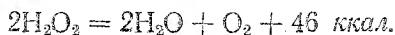
Амфотер оксидларнинг гидратлари — амфотер гидроксидлар ҳам худди шундай икки ёқлама характерга эга, улар ҳам кислоталик хоссаларни, ҳам асослик хоссаларни намоён қилади (88-параграфга қаралсин).

Биз танишиб чиққан уч группа оксидларнинг энг муҳим хоссаси туз ҳосил қилиш хоссасидир: кислотали оксидлар ишқорлар таъсир этганда, асосли оксидлар кислоталар таъсир этганда, амфотер оксидлар эса асослар таъсир этганда ҳам, кислоталар таъсир этганда ҳам туз ҳосил қилади. Шунинг учун, биринчи уч группага оид оксидларнинг ҳаммаси умумий бир ном билан туз ҳосил қилувчи оксидлар деб аталади.

4. Бефарқ оксидлар. Туз ҳосил қилувчи оксидлардан ташқари, яна бир неча оксидлар борки, улар бевосита йўл билан ҳам, бивосита йўл билан ҳам, гидратлар ҳосил қилмайди ва кислоталар билан ҳам, ишқорлар билан ҳам реакцияга киришмайди. Бундай оксидлар бефарқ оксидлар деб аталади. Азот (II)-оксид NO шундай оксидларга мисол бўла олади.

5. Пероксидлар. Пероксидлар деб аталадиган оксидлар алоҳида бир группани ташкил этади. Одатдаги оксидларда кислород бошқа элемент билан бевосита химиявий боғланган бўлса, пероксидларда кислород атомлари бошқа атомлар билангина эмас, балки ўзаро ҳам боғланган бўлади. Пероксидларни оксидлар синфига расмангина киритиш мумкин, аслини олганда эса улар жуда кучсиз кислота — водород пероксиднинг тузларидир.

111. Водород пероксид  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Тоza водород пероксид деярли рангсиз, сиролга ўхшаш суюқлик бўлиб, зичлиги  $1,46 \text{ г/см}^3$  га тенг, минус  $0,46^\circ\text{C}$  да қотиб, нана шаклли кристаллар ҳосил қилади. Водород пероксид ниҳоятда беқарор модда бўлиб, портлаб сув ва кислородга ажралади, бунда жуда кўп иссиқлик чиқади:



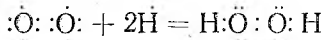
Водород пероксиднинг сувдаги эритмалари бирмунча барқарор бўлади, улар салқин жойда узоқ вақт туриши мумкин. Водород пероксиднинг сувдаги эритмалари иситилса ва ёруқча чиқарилса, уларнинг ажралиши жуда тезлашади: эритмадан кислород пуфакчалари ажралиб чиқади ва, ниҳоят, идишдан тоза сувнинг ўзи қолади.

Водород пероксиднинг ажралишини турли катализатор ёрдами билан ҳам тезлатиш мумкин. Масалан, ичига водород пероксид эритмаси солинган пробиркага озгина марганец (IV)-оксид  $\text{MnO}_2$  ташланса, шиддатли реакция содир бўлиб, пробирка оғзидан кислород чиқа бошлайди. Шу билан бирга, баъзи моддалар водород пероксиднинг ажралишини сусайтиради. Бундай моддалар жумласига, масалан, фосфат кислотанинг баъзи тузлари киради.

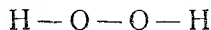
Водород ёнганда оралик маҳсулот сифатида водород пероксид ҳосил бўлади, аммо аланганинг температураси юқори бўлганлиги учун, ҳосил бўлган водород пероксид дарҳол сув ва кислородга ажралади. Агар водород алангасига бир бўлак муз тутилса, муз эришидан ҳосил бўлган сувда водород пероксид борлигини билиш мумкин.

Атомар водородни одатдаги (молекуляр) кислородга таъсир эттириш йўли билан ҳам водород пероксид олиш мумкин.

Атомар водород ва кислороддан водород пероксид ҳосил бўлишида водород атомлари кислород молекуласига кирадиган кислород атомлари билан ковалент боғланади, бунда улар орасидаги қўш боғланиш одатдаги боғланишга айланади; буни қуйидаги схемада кўриш мумкин.



Шунга биноан, водород пероксиднинг одатдаги структура формуласини қуйидагича кўрсатса бўлади, бу формулада боғланишлар чизиқчалар билан кўрсатилган:



Аммо бу формула водород пероксид  $\text{H}_2\text{O}_2$  молекуласининг фазовий тузилишини акс эттирмайди, водород пероксид молекулаларида водород атомлари ҳамда кислород атомлари ўртасидаги боғланиш билан кислород атомлари ўртасидаги боғланиш ўзаро тахминан  $100^\circ\text{C}$  га яқин бурчак ҳосил қилади, бунинг натижасида, водород пероксид молекулалари бирмунча қутбланган бўлади.

Водород пероксид молекуласида кислород атомлари ўзаро қутбсиз ковалент боғланган, ҳолбуки, водород атомлари билан кислород атомлари орасидаги боғланиш (умумий электронларнинг кислород томонига қараб силжиганлиги учун) қутбли боғланишдир. Шунинг учун, водород пероксид ўзининг сувдаги эритмасида, сувнинг қутбли молекулалари таъсири остида, водород ионларини ажратиб чиқариши мумкин.

Водород пероксид бир қанча усуллар билан олиниши мумкин. Водород пероксид, узоқ вақт, суюлтирилган сульфат кислота эритмасини барий пероксид  $\text{BaO}_2$  га ёки натрий пероксид  $\text{Na}_2\text{O}_2$  га таъсир эттириш йўли билан олиниб келди.

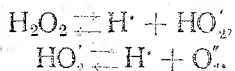


Ҳозирги вақтда, электрохимиявий йўл билан водород пероксид олиш усули ишлаб чиқилганлиги учун, юқорида айтилган усул ўз аҳамиятини йўқотди.

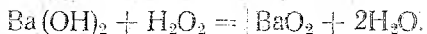
Водород пероксид олишнинг электрохимиявий усуллари водород пероксиднинг тоза ва юқори концентралланган (85—

90% ли) эритмаларини ҳосил қилишга имкон беради, водород пероксиднинг бундай эритмалари анча барқарор эритмалардир.

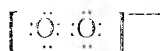
Водород пероксидда жуда кучсиз икки негизли кислоталарнинг ҳоссалари бор ( $K = 1,5 \cdot 10^{-12}$ ). Водород пероксид сувда эритилганда, гарчи жуда оз даражада бўлса ҳам, ионларга ажралади:



Водород пероксид баъзи асослар билан алмашишиш реакциясига бевосита киришиб, тузлар ҳосил қилади. Масалан, водород пероксид барий гидроксиднинг сувдаги эритмасига таъсир эттирилганда, водород пероксиднинг барийли тузи чўкмага тушади:

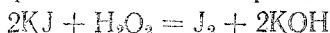


Водород пероксид тузлари пероксидлар деб аталади. Улар, худди бошқа тузлар каби, мусбат ва манфий зарядланган ионлардан иборат бўлади, шу билан бирга, айни ҳолда, манфий зарядланган ионлар  $\text{O}_2^{2-}$  ионларидир, бу ионларнинг тузилиши мана бундай формула билан ифодаланади:

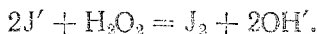


Пероксидларга кислоталар таъсир эттирилса, яна водород пероксид ва тегишли кислотанинг тузи ҳосил бўлади. Шундай қилиб, барий пероксиддан водород пероксид олишнинг юқорида келтирилган реакцияси кучли кислотанинг кучсиз кислотани унинг тузидан сиқиб чиқариш реакциясининг ўзидир.

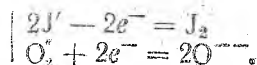
Водород пероксиднинг энг характерли химиявий ҳоссаи унинг аниқ ифодаланган оксидлаш хусусиятидир, водород пероксид ана шундай хусусиятга эга бўлганлиги сабабли, у жуда кўп моддаларни оксидлай олади. Мисол тариқасида, водород пероксиднинг калий йодидни оксидлаш реакциясини кўриб чиқамиз, бу реакцияда йод ажралиб чиқади:



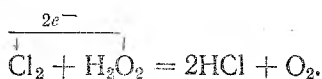
ёки юқоридаги реакция ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади:



Водород пероксид молекулалари  $\text{H}_2\text{O}_2$  нинг сувдаги эритмасида  $\text{O}_2^-$  ионларини ажратиб чиқара олганлиги учун, бўладиган процессни  $\text{O}'$  ионларининг  $\text{J}'$  ионларини оксидлаши деб қараш мумкин:



Йод ионлари  $O_2^+$  ионларига иккита электрон бериб, йоднинг нейтрал атомларига айланади, йоднинг бу нейтрал атомлари ўзаро бирикиб,  $I_2$  молекуласига айланади,  $O_2^+$  иони эса иккита электронни бириктириб олиб, иккита  $O^{2-}$  ионига айланади, бу ионлар водород ионлари билан бирикиб, иккита гидроксил ионларини ҳосил қилади. Шундай қилиб,  $O_2^+$  иони оксидловчи бўлиб,  $J^-$  иони қайтарувчидир. Водород пероксид камдан-кам ҳолларда, фақат жуда кучли оксидловчилар билан ўзаро таъсир этгандагина, қайтарувчи хоссаларни намоён қилиши мумкин. Масалан, водород пероксид хлор билан ўзаро таъсир этганда қуйидаги реакция содир бўлади:

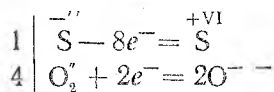
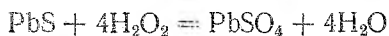


Бунда  $O_2^+$  иони қайтарувчидир.  $O_2^+$  иони хлор атомларига иккита электрон бериб, ўзи электронейтрал молекула  $O_2$  га айланади.

Водород пероксиднинг амалда кенг ишлатилиши унинг ана шу оксидлаш хоссаларига асосланган. Водород пероксид ҳар хил бўёқ моддаларга оксидловчи сифатида таъсир этганлигидан, тўқималарни, похолни, патларни оқартириш учун жуда яхши восита сифатида ишлатилади; водород пероксид бўёқ моддаларни емиради-ю, аммо оқартирилаётган материалга мутлақо зарар етказмайди.

Водород пероксид мой бўёқлар билан солинган ва маълум вақт ўтгандан кейин, қўرғошинли белиланинг ҳаводаги водород сульфид асарлари таъсири остида қора қўрғошин сульфидга айланиши натижасида хираланиб қолган расмларни очиш учун ҳам ишлатилади.

Бундай расмлар водород пероксид билан ювилганда қора қўрғошин сульфид оксидланиб, оқ қўрғошин сульфатга айланади:



Кучли концентранган (85—90% ли) водород пероксид, баъзи ёнувчи материаллар билан аралаштирилган ҳолда, портловчи моддалар ҳосил қилиш учун ишлатилади. Водород пероксиднинг кучсиз (одатда, 3% ли) эритмаси медицинада дезинфекцияловчи восита сифатида яраларни ювиш, томоқни чайқаш ва шу кабилар учун ишлатилади.

## ОЛТИНГУГУРТ (Sulfur); атом оғирлиги 32,064

112. Табиатда олтингугурт. Олтивгугуртнинг олиниши. Табиатда олтингугурт эркин ҳолатда, «туғма» деб аталадиган олтингугурт ҳолида ҳам, ҳар хил бирикмалар таркибига кирган ҳолда ҳам учрайди.

Иттифоқимизда туғма олтингугуртнинг энг катта конлари Туркменистоннинг Қорақум саҳроларидадир. Олтингугурт конлари Ўзбекистон ССР, Волга қирғоқларидаги баъзи жойларда ҳам бор. Чет мамлакатларда олтингугуртнинг энг катта конлари АҚШ, Италия ва Япониядадир.

Олтингугуртнинг ҳар хил металллар билан ҳосил қилган бирикмалари жуда кўп тарқалган. Бу бирикмаларнинг кўплари қимматли рудалар бўлиб, улардан металллар ажратиб олинади (масалан, қўргошин ялтироғи  $PbS$ , алдама рух  $ZnS$ , мис ялтироғи  $Cu_2S$  ва бошқалар шундай рудалардандир).

Сульфат кислотанинг баъзи тузлари ҳам табиатда кўп тарқалган. Масалан, сульфат кислотанинг кальцийли тузи  $CaSO_4$  табиатда гипс ва ангидрит минераллари ҳолида учрайди, бу минераллар баъзи жойларда тоғ-тоғ бўлиб ётади; магнийли тузи  $MgSO_4$  денгиз суви таркибида бўлади ва магний хлорид билан бирга қўшилиб, сувнинг таъминини тахирроқ қилади. Ниҳоят, олтингугурт ўсимлик ва ҳайвонларда бўладиган моддаларнинг таркибига ҳам киради.

Ер пўстлоғидаги олтингугуртнинг умумий миқдори 0,1% дир.

Туғма олтингугуртга, одатда, маълум миқдорда бекорчи моддалар аралашган бўлади. Бу моддалардан олтингугуртни ажратиб олиш учун, олтингугуртнинг осон суюқланиш хусусиятидан фойдаланилади. Олтингугурт ҳар хил усуллар билан суюқлантириб олинади. Бу усуллардан қайси бирининг танлаб олиниши, асосан, рудадаги олтингугурт миқдорига, шунингдек, бекорчи жинснинг таркиби ва хоссаларига боғлиқ бўлади.

Рудани суюқлантириш йўли билан ажратиб олинган олтингугуртда, одатда, яна кўп қўшимчалар бўлади, бундай олтингугурт п а л а х с а олтингугурт деб аталади. Бу олтингугурт ҳайдаш йўли билан тозаланади.

Олтингугуртни ҳайдаш учун рафинадлаш печлари деб аталадиган печлардан фойдаланилади. Олтингугурт қайнаганда ҳосил бўладиган буғ гишт билан ишланган каттакон камерага киради. Дастлаб, камера совуқ бўлгани учун, олтингугурт буғи тўғридан-тўғри қаттиқ ҳолатга ўтади ва камера деворларига оч сариқ кукун ҳолида ўтириб қолади, бу олтингугурт ол т и н г у г у р т г у л и деб аталади. Камера

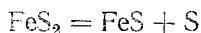


120°C дан юқори температурагача қизигандан кейин, олтингургурт суюқликка айлана бошлайди ва камерадан ёғоч қолипларга қуйилади, олтингургурт бу ёғоч қолипларда таёқчалар шаклида қотади. Шундай йўл билан олинган олтингургурт таёқча олтингургурт деб аталади.

Олтингургурт ажратиб олинадиган энг муҳим манба темир колчедани, яъни пирит  $\text{FeS}_2$  ва таркибида миснинг, рух ва рангдор бошқа металлларнинг олтингургуртли бирикмалари, шунингдек, темир колчедани билан бекорчи жинслар бўладиган полиметалли рудаларидир.

Пиритдан олтингургурт ажратиб олиш учун руда шахта печида 600° дан юқори температурагача қиздирилади.

Содир бўладиган процесс қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Полиметалли рудалардан олтингургурт бошқа металллар билан бирга рудани суюқлантириб қайтариши вақтида олинади.

Олтингургуртнинг озроқ миқдори (газ ҳолатдаги олтингургурт) кўмирни кокшлашда ва газификация қилишда ҳосил бўладиган газлардан ажратиб олинади.

Бутун дунёда (СССР дан ташқари) ҳозирги вақтда йилига 18 млн. т олтингургурт олинади.

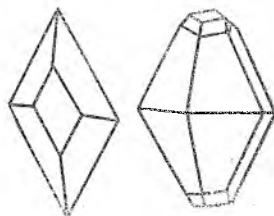
**113. Олтингургуртнинг хоссалари ва ишлатилиши.** Олтингургурт эркин ҳолатда бир неча аллотропик шакл ўзгаришлари ҳосил қиладиган элементлар жумласидандир.

Тоza табиий олтингургурт — қаттиқ, сариқ тусли кристалл модда бўлиб, унинг зичлиги  $2,07 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси эса 112,8°C га тенг. Олтингургурт сувда эримайди, аммо углерод сульфидда, бензолда ва

бошқа баъзи суюқликларда анча яхши эрийди. Бу эритмалар буғланганда олтингургурт ромбик системадаги тиниқ сариқ кристаллар ҳолида ажралиб қолади, бу кристаллар октаэдр шаклига эга, бу октаэдрларнинг, одатда бурчаклари ёки қирраларининг бир қисми гўё кертиб олингандек кўринади (76-расм). Бундай олтингургурт ромбик олтингургурт деб аталади.

Сотиладиган таёқча олтингургурт худди шундай кристаллардан иборат бўлади, аммо бу кристаллар жуда майда ва ёмон шакланган бўлади.

Агар суюқлантирилган олтингургурт бирор идишда жуда секин совитилса ва у қисман қотгандан кейин, олтингургурт-



76-расм. Ромбик олтингургурт кристалли.

нинг ҳали қотишга улгура олмаган қисми бошқа идишга қуйиб олинса, кристалларнинг шакли мутлақо бошқача бўлади. Бундай шароитда идишнинг девори ички томондан жуда кўп, узун, игнасимон тўқ сариқ кристаллар билан қопланади, бу кристаллар моноклиник системада бўлади (77-расм). Бу, моноклиник олтингурут дир, унинг зичлиги  $1,96 \text{ г/см}^3$  га ва суюқланиш температураси  $119^\circ\text{С}$  га тенг. Аммо



77-расм. Моноклиник олтингурут кристалли.

бундай олтингурут фақат  $96^\circ\text{С}$  дан юқори температурадагина ўзгармай қолиши мумкин. Одатдаги температурада моноклиник олтингурутнинг кристаллари тез орада оқаради ва ромбик олтингурутнинг барча хоссаларига эга бўлиб қолади. Бу кристаллар, сиртдан қараганда, призматик шаклни сақлаб қолган бўлса ҳам, аммо ниҳоятда кичкина октаэдр кристаллчалардан иборатдир, бу олтингурут бирор нарса устига қуйиб силкитилса, худди шундай кристаллчаларга ажралади. Шу билан бирга, унинг суюқланиш температураси ва зичлиги худди ромбик олтингурутники сингарилигича қолади.

Агар олтингурут қайнаш температурасигача қиздирилса, унда жуда ажойиб ўзгаришлар бўлади. Олтингурут  $112,8^\circ\text{С}$  да суюқланиб, ҳаракатчан сариқ суюқликка айланади. У яна қиздирилаверса, суюқлик қорая бориб, қизғиш-қўнғир рангга киради,  $250^\circ\text{С}$  га яқин температурада эса шундай қуюлиб қоладикки, идиш тўнкарилганда ҳам бирмунча вақт тўкилмай туради. Олтингурут  $300^\circ\text{С}$  дан юқори температурагача қиздирилганда яна ҳаракатчан суюқликка айланади, аммо унинг ранги қорамтирлигича қолади. Ниҳоят, олтингурут  $444,6^\circ\text{С}$  да қайнаб, сарғиш-зарғалдоқ тусли буғ ҳосил қилади. Агар бу буғ совутилса, юқорида баён этилган ҳодисалар тескари тартибда такрорланади.

Агар суюқлантирилган олтингурут қайнаш температурасигача қиздирилиб, совуқ сувга жуда жилдиратиб қуйилса, у юмшоқ, худди резинага ўхшаш жигар ранг массага айланади, бу массани ип қилиб чўзиш мумкин (78-расм). Олтингурутнинг бу модификацияси пластик олтингурут деб аталади. Пластик олтингурут бир неча соатдан кейин мўрт бўлиб қолади, сарғаяди ва секин-аста ромбик олтингурутга айланади.



78-расм. Пластик олтингурут ҳосил қилиш.

Олтингургуртнинг юқорида танишиб чиқилган учта шакл ўзгаришидан ташқари, бошқа шакл ўзгаришлари ҳам маълум, улар устидан биз бу ерда тўхтаб ўтирмаймиз. Уларнинг ҳаммаси беқарор шакл ўзгаришлари бўлиб, маълум вақт ўтгандан кейин, ромбик олтингургуртга айланади. Табиатда учрайдиган олтингургуртнинг ҳаммаси ромбик шакл ўзгаришида бўлишининг сабаби ҳам ана шу.

Олтингургуртнинг бензолдаги эритмалари музлаш температураларининг пасайишига қараб молекуляр оғирлигини аниқлаш натижасида, олтингургурт молекуласи бундай шароитда 8 та атомдан ( $S_8$ ) иборат бўлади, деган хулоса чиқариш мумкин. Афтидан, олтингургурт кристаллари ҳам худди ана шундай молекулалардан тузилган. Шундай қилиб, олтингургуртнинг кристаллик модификациялари хоссалари ўртасидаги фарқнинг сабаби молекулалардаги атомлар сонининг ҳар хиллигида (масалан, кислород ва озондаги каби) эмас, балки кристаллари структурасининг бир хил эмаслигидадир (полиморфизм).

Олтингургурт буғи паст температураларда, асосан  $S_6$  молекулалардан,  $800^\circ\text{C}$  дан юқори температурада эса  $S_2$  молекулалардан иборат бўлади.

Олтингургурт типик металлоиддир. Олтингургурт кўпгина металллар билан масалан, темир, рух ва бошқа металллар билан бевосита бирикади, бунда анча иссиқлик чиқади. Олтингургурт қарийб барча металлоидлар билан ҳам бирикади. Аммо металлоидлар билан бирикиши металллар билан бирикишига қараганда сустроқ бўлади. Олтингургурт кислород билан бирикиб, бир неча оксид ҳосил қилади, бу оксидлардан иккитаси ( $\text{SO}_2$  ва  $\text{SO}_3$ ) энг муҳим оксидлар бўлиб, сульфит кислота  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ва сульфат кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ларнинг ангидридларидир. Олтингургуртнинг водород билан ҳосил қилган бирикмаси — водород сульфид  $\text{H}_2\text{S}$  гази бўлиб, унинг сувдаги эритмаси кислоталик хоссаларга эга.

Олтингургурт халқ хўжалигида кўп ишлатилади. Олтингургурт гули боғ дарахтлари паразитларини қириш учун жуда кўп миқдорда ишлатилади.

Олтингургурт резина саноатида каучукни резинага айлантириш процессида ишлатиладиган ниҳоятда муҳим материалдир. Каучук ўзининг қимматли хоссаларини, яъни эластиклик ва бошқа хоссаларини олтингургурт аралаштирилгандан ва маълум температурагача қиздирилгандан кейингина ҳосил қилади. Бундай процесс каучукни вулканизация деб аталади.

Таркибида жуда кўп олтингургурт бўлган каучук жуда яхши электр изолятори бўлган қаттиқ модда — эбонит ҳосил

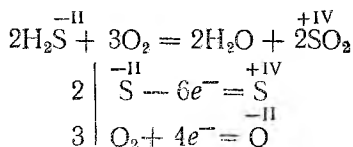
қилади. Олтингургурт қора порох, гургурт, мушаклар, ультрамарин (кўк бўёқ), углерод сульфид ва бошқа бирмунча моддалар тайёрлашда ҳам ишлатилади. Олтингургурт кўп мамлакатларда сульфат кислота ишлаб чиқариш учун хом ашё сифатида олтингургурт фойдаланилади. Олтингургурт медицинада баъзи тери касалликларини даволаш учун ишлатилади.

**114. Водород сульфид  $H_2S$ .** Олтингургурт юқори температурада водород билан бевосита бирика олади, бунда водород сульфид гази ҳосил бўлади.

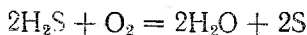
Амалда металл сульфидларга, масалан темир (II)-сульфидга, суюлтирилган кислоталар таъсир эттириш йўли билан водород сульфид олинади:



Водород сульфид — рангсиз газ, ундан палағда тухум ҳиди келади. Водород сульфид ҳаводан бир оз оғир, —  $60,8^\circ C$  да суюқланиб,  $-85,7^\circ C$  да қотади. Водород сульфид ҳавода оқ ҳаво ранг тусли аланга билан ёнади, бунда сульфит ангидрид ва сув, яъни водород сульфид таркибига кирган элементларнинг оксидлари ҳосил бўлади:



Агар водород сульфиднинг алангасига совуқ бирор нарса, масалан, чинни косача тугилса, температуранинг анча пасайганлиги туфайли, водород сульфид фақат олтингургуртгача оксидланади, олтингургурт ажралиб чиқиб, косачага сариқ доғга ўхшаб ёпишиб қолади:



Водород сульфид ёнувчи модда бўлганлигидан унинг ҳаво билан аралашмаси портлайди. Водород сульфид жуда заҳарлидир. Таркибида озгина водород сульфид бўлган ҳаво билан узок вақт нафас олган киши қаттиқ заҳарланади.

Водород сульфид сувда эрийди.  $20^\circ C$  да бир ҳажм сувда 2 ҳажм водород сульфид эрийди. Водород сульфиднинг сувдаги эритмаси водород сульфидли сув деб аталади. Водород сульфидли сув ҳавода, айниқса, ёруғликда туриб қолса, олтингургурт ажралиб чиққанлиги сабабли, тезда лойқаланади. Бунинг сабаби шуки, водород сульфид ҳаводаги кислород билан оксидланади (бундан олдинги реакцияга қаралсин). Водород сульфиднинг сувдаги эритмаси кислота-

ларга хос бўлган барча хусусиятларга эга. Бу кислота икки негизли кислотадир, чунки  $\text{H}_2\text{S}$  молекуласидаги иккала водород атомининг ўрнини металл атомлари олиши мумкин, бунда сульфид кислотанинг тузлари ҳосил бўлади. Масалан, ўювчи натрий эритмасига водород сульфид юборилса, сульфид кислотанинг сувда эрийдиган натрийли тузи ҳосил бўлади:



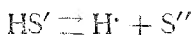
Агар водород сульфид мўл бўлса, масалан, эритмага шу эритма тўйингунча юборилса, нордон туз — натрий гидросульфид ҳосил бўлади:



Сульфид кислота жуда кучсиз кислоталар жумласидандир. Унинг 0,1 н. эритмасидаги диссоциация даражаси атиги 0,07 га тенг. Диссоциацияни, асосан, қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:

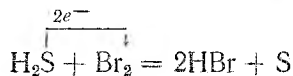


аммо, бу билан бирга, гарчи жуда оз миқдорда бўлса ҳам,  $\text{S}''$  ионлари ҳосил бўлади:



Водород сульфид кучли қайтариш хусусиятига эга. Водород сульфидининг қайтариш хоссалари  $\text{S}''$  ионларининг ўз электронларини осон бериб, олтингугуртнинг нейтрал атомларига айланишидан келиб чиқади. Шу сабабдан, табиатда органик моддаларнинг чириши натижасида доимо ҳосил бўлиб турадиган водород сульфид ҳавода унча тўпланмайди, чунки ҳаво кислороди уни дарҳол оксидлаб, эркин олтингугуртга айлантиради.

Водород сульфидни галогенлар янада осонроқ оксидлаб, галогенид кислоталаргача қайтаради. Масалан:



Умуман олганда, барча оксидловчилар, ҳатто нисбатан кучсизроқ оксидловчилар ҳам, водород сульфидни тез оксидлаб, олтингугурт ажратиб чиқаради. Шундай қилиб, *водород сульфид энг кучли қайтарувчилардан биридир.*

Водород сульфид табиатда вулкан газларида ва минерал манбаларнинг сувларида, масалан, Кавказда — Пятигорск ва Матчестада, Старая Руссада ва бошқа жойларда учрайди. Бундан ташқари, одам ва ҳайвонлар мурдаси ва ўсимликлар таркибига кирадиган оқсил моддаларнинг, шунингдек, ҳар

қандай ташландиқларнинг чиришида водород сульфид доимо ҳосил бўлиб туради; шу сабабдан, кўпинча, ахлат ўралардан, ифлос сувлардан, ахлат ағдарилган жойлардан ва шу кабилардан водород сульфид ҳиди келади. Тухум оқили чириганда водород сульфид айниқса кўп ҳосил бўлади, палағда тухумдан келадиган ҳиднинг сабаби ҳам ана шу.

**115. Металл сульфидлар.** Сульфид кислотанинг тузлари сульфидлар деб аталади. Улар металллар билан олтингургуртни бевосита бириктириш йўли билан олиниши мумкин. Масалан, темир қишқлар олтингургурт кукуни билан аралаштирилиб, бу аралашманинг бир жойи қиздирилса, темир билан олтингургуртнинг бирикиш реакцияси бошланиб кетади, шундан кейин реакция ўз-ўзидан давом этаверади, бунда жуда кўп иссиқлик чиқади ва темир (II)-сульфид ҳосил бўлади:



Кўпгина сульфидлар тегишли металлларнинг сувда эрийдиган тузларига водород сульфид таъсир эттириш йўли билан олиниши мумкин. Масалан, миснинг бирор тузи эритмасига водород сульфид юборилса, мис (II)-сульфиднинг қора чўкмаси дарҳол ҳосил бўлади.

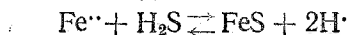


ёки бу тенглама ионли шаклда ёзилса, мана бундай бўлади:



Ҳосил бўлган чўкма сув у ёқда турсин, суюлтирилган кислоталарда ҳам эримайди. Агар чўкма суюлтирилган кислоталарда эриганда эди, тенгламадан кўриниб туришича, у бутунлай ҳосил бўлмаган бўлар эди, чунки реакция вақтида водород ионлари ҳосил бўлади. Водород сульфид кумуш, қўрғошин, симоб ва баъзи бошқа металлларнинг тузларига ҳам, худди мис тузларига таъсир этгани каби, таъсир қилади.

Агар водород сульфидли сув темирнинг бирор тузи эритмасига қуйилса, ҳеч қандай чўкма ҳосил бўлмайди. Темир (II)-сульфид суюлтирилган кислоталарда эрийди, натижада водород сульфид ажралиб чиқади, аммо реакция вақтида, темир (II)-сульфид билан бир қаторда, водород ионлари ҳам ҳосил бўлганлиги учун, бу водород ионлари FeS билан ўзаро таъсир этиб, яна водород сульфид ва темир ионларини ҳосил қилади. Шундай қилиб, водород сульфид билан темир тузлари орасида борадиган реакция қайтар реакция бўлиб, мувозанат ҳолатига олиб келади.



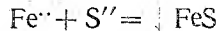
бу мувозанат водород сульфид ва темир ионлари ҳосил бўлиш томонига батамом силжиган.

Бу реакцияни чапдан ўнгга томон борадиган қилиш учун, ҳосил бўлаётган водород ионларини ҳамма вақт ташқарига чиқариб туриш керак. Бунга эришмоқ учун, эритмага ишқор қўшиш зарур бўлади. Гидроксил ионлари водород ионлари химиявий жиҳатдан боғлайди ва реакция ўнг томонга қараб охиригача боради.

Темир тузига сувда эрийдиган бирорта металл сульфидни, масалан,  $\text{Na}_2\text{S}$ ни таъсир эттириш водород сульфидни таъсир эттиришдан кўра анча осон; бунда, реакция вақтида, водород ионлари мутлақо ҳосил бўлмайди ва темир (II)-сульфид қора чўкма ҳолида дарҳол ажралиб тушади:



ёки



Марганец ва рух сульфидлар ҳам худди юқоридаги йўл билан олинади, марганец сульфид билан рух сульфид сувда эрмайди, аммо суюлтирилган кислоталарда эрийди.

Ниҳоят, сувда эрийдиган сульфидлар ҳам бор, масалан, натрий сульфид  $\text{Na}_2\text{S}$ , калий сульфиди  $\text{K}_2\text{S}$ . Маълумки, бу сульфидларни тегишли тузларга водород сульфид таъсир эттириш йўли билан ҳам, бошқа сульфидлар таъсир эттириш йўли билан ҳам ҳосил қилиб бўлмайди.

Аналитик химияда металлларни уларнинг тузлари аралашмасидан бирин-кетин чўктириш учун, сульфидларнинг эрувчанлиги орасидаги фарқдан фойдаланилади.

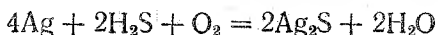
Сульфидлар жуда кучсиз кислоталарнинг тузлари бўлганлигидан, уларни гидролиз қилиш жуда осон. Масалан, натрий сульфид сувда эритилганда батамом деярли гидролизланиб, нордон туз ҳосил қилади:



Водород сульфид баъзи металллар билан реакцияга тўғридан-тўғри ҳам киришаверади, бунда сульфидлар ҳосил бўлади.

Масалан, ялтираб турган кумуш тангани водород сульфидли сувга туширайлик. Танга дарҳол қораяди, чунки унинг сиртида кумуш сульфид ҳосил бўлади.

Бу реакция ҳаво кислороди иштирокида қуйидаги тенгламага мувофиқ боради:

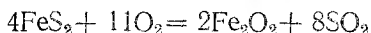


Кумуш ва мис буюмларнинг водород сульфид аралашган ҳавода турганда дарҳол қора доғ билан қопланиб қолишининг сабаби ҳам ана шу.

Сульфидлар бўёқчиликда, шунингдек, тери саноатида кенг ишлатилади; тери саноатида калий сульфид билан натрий сульфидни оҳакка аралаштирилган ҳолда, терининг жуни-ни улитиб тушириш учун ишлатилади.

Полисульфидлар сунъий каучукнинг баъзи хилларини синтез қилишда ишлатилади.

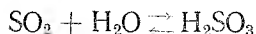
**116. Сульфит ангидрид  $\text{SO}_2$  ва сульфит кислота  $\text{H}_2\text{SO}_3$ .** Сульфит ангидрид олтингугурт (IV)-оксид ва олтингугуртли газ деб ҳам аталади; олтингугурт ҳавода ёки кислородда ёндирилса, олтингугурт билан кислороддан тўғридан-тўғри сульфит ангидрид ҳосил бўлади. Ҳар хил металл сульфидлар, масалан темир колчедани, ҳавода қаттиқ қиздирилганда («куйдирилганда») ҳам сульфит ангидрид ҳосил бўлади:



Саноатда сульфит ангидрид худди ана шу реакция ёрдами билан олинади.

Сульфит ангидрид ўткир ҳидли, рангсиз газдир, унинг ҳиди ёнаётган олтингугурт ҳидига ўхшашлиги билан ҳаммага маълум. У осон қуюлиб, рангсиз суюқликка айланади, бу суюқлик минус  $10^\circ\text{C}$  да қайнайди. Суюқ сульфит ангидрид буғлатилганда температура жуда пасайиб кетади (минус  $50^\circ\text{C}$  га тушади).

Сульфит ангидрид сувда яхши эрийди.  $20^\circ\text{C}$  да 1 ҳажм сувда 40 ҳажмга яқин сульфит ангидрид эрийди, бунда сув билан қисман реакцияга ҳам киришиб, сульфит кислота ҳосил қилади, бу реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



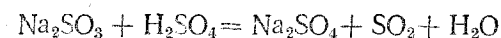
Қиздирилганда, сульфит ангидрид эрувчанлигининг камайиши туфайли, бу реакциянинг мувозанати чап томонга силжийди ва эриган сульфит ангидриднинг ҳаммаси эритмадан секин-аста яна ажралиб чиқади.

Амалда сульфит ангидрид похол, юнг, ипакни оқартириш учун ишлатилади. Сульфит ангидрид дезинфекцияловчи модда сифатида ҳам ишлатилади, у кўпгина микроорганизмларнинг эмбрионларини ўлдиради; шунинг учун зах подваллар ва ертўлалар, вино бочкалари, бижғитиш чанлари ва бошқалар пўпанак замбуруғларни ўлдириш учун сульфит ангидрид билан димланади.

Сульфит кислота  $\text{H}_2\text{SO}_3$  ниҳоятда беқарор бирикмадир. У фақат сувдаги эритмадагина тура олади. Сульфит



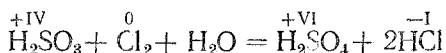
кислотани сувдан ажратиб олиш ёки бирор бошқа йўл билан тоза ҳолда ажратиб олиш йўлида қилинган уринишларда у дарҳол сульфит ангидрид ва сувга ажралиб кетади. Масалан,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  га концентрланган сульфат кислота таъсир эттирилганда сульфит кислота ўрнига сульфит ангидрид ажралиб чиқади:



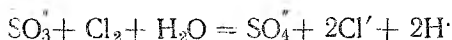
Сульфит кислота эритмаси ҳаво кирмайдиган жойда сақланиши керак. Акс ҳолда, сульфит кислота ҳаводаги кислородни ютиб, дарҳол оксидланади ва сульфат кислотага айланади:



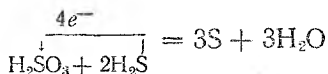
*Сульфит кислота* осон оксидланганлиги учун *жууда яхши қайтарувчидир*. Масалан, сульфит кислота эркин галогенларни қайтариб, галогенид кислоталар ҳосил қилади:



ёки, бу тенглама ионли шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



Аммо сульфит кислота, баъзан оксидловчи ролини ўйнаши ҳам мумкин, масалан у, кучли қайтарувчи бўлган водород сульфидга таъсир этганда оксидловчи вазифасини ўтайди:



Бу ҳолда олтингугуртнинг мусбат зарядланган атомлари ( $\text{H}_2^+\text{O}_3$  молекулаларидаги атомлари) манфий зарядланган  $\text{S}^{--}$  ионларидан электронларни тортиб олади, бунинг натижасида, олтингугуртнинг мусбат зарядланган атомлари ҳам, манфий зарядланган ионлари ҳам олтингугуртнинг электронейтрал атомларига айланади.

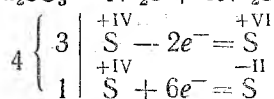
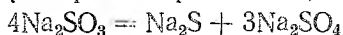
Сульфит кислота икки негизли кислота бўлиб, икки қатор тузлар — ўрта ва нордон тузлар ҳосил қилади. Агар бирор ишқор эритмасига (масалан, ўювчи натрий эритмасига) шу ишқор тўйингунча сульфит ангидрид юборилса, нордон туз ҳосил бўлади:



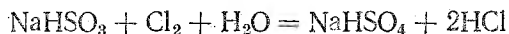
Ишқор мўл олинса, нормал туз ҳосил бўлади.

Сульфит кислотанинг нормал тузлари сульфитлар деб, нордон тузлари эса гидросульфитлар\* деб аталади.

Сульфитлар, худди эркин сульфит кислота каби, ҳаво килороди билан ҳам осон оксидланиб, сульфатларга, яъни сульфат кислота тузларига айланади. Сульфитлар қиздирилганда парчаланиб, сульфидлар ва сульфатлар ҳосил бўлади (ўзи оксидланиш-ўзи қайтарилиш реакцияси):



Сульфит кислотанинг баъзи тузлари техникада муҳим аҳамиятга эга бўлиб, жуда кўп миқдорда тайёрланади. Натрий гидросульфит  $\text{NaHSO}_3$  антихлор деб аталиб, оқартирилган тўқималардаги хлор асарларини йўқотиш учун ишлатилади, чунки у хлорни қайтариб, водород хлоридга айлантиради:



Кальций гидросульфит  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  ёғочни сульфитли целлюлоза деб аталадиган материалга айлантириш учун ишлатилади, сульфитли целлюлозадан эса қоғоз ишлаб чиқарилади.

**117. Тиосульфат (гипосульфит) кислота  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .** Агар  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  нинг сувдаги эритмасига олтингугурт қўшиб қайнатиб, ортиқча олтингугурт филтраб олинган, суюқлик совитилса, эритмадан рангсиз тиниқ кристалл ҳолидаги янги модда ажралиб чиқади, бу модданинг таркиби  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  формуласи билан ифодаланиши мумкин. Бу модда тиосульфат кислота  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  нинг натрийли тузидир. *Тиосульфат кислота* молекуласидаги бир атом килород олтингугурт билан ўрин алмашган сульфат кислотадир.

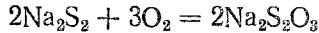
Одатдаги кислоталарнинг молекуласидаги барча килород атомларини ёки уларнинг бир қисмини олтингугуртга алмаштириш йўли билан олинадиган моддалар умумий ном билан т и о к и с л о т л а р деб, уларга мувофиқ келадиган тузлар эса т и о т у з л а р деб аталади. Шунинг учун ҳам  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ҳозирги вақтда «тиосульфат кислота» деб аталади, бу ном унинг эски вақтда қабул қилинган «гипосульфит кислота» номи ўрнига қўйилган.

Тиосульфат кислота эркин ҳолда олинган эмас, аммо унинг кўпгина тузлари — тиосульфатлар борлиги маълум. Бу тузлар-

\* Эски терминологияга биноан, б и с у л ь ф и т л а р деб аталади.

нинг энг кўп ишлатиладигани *натрий тиосульфат*  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  бўлиб, «гипосульфит» деган нотўғри ном билан кўпроқ машҳурдир.

Техникада натрий тиосульфат полисульфитларни ҳаво кислороди билан оксидлаш орқали олинади. Масалан:



Агар натрий тиосульфат эритмасига бирор кислота, масалан, хлорид кислота қўшилса, сульфит ангидрид ҳиди келади ва маълум вақт ўтганидан кейин, олтингугурт ажралиб чиқаётганлиги сабабли, суyoқлик лойқаланади.

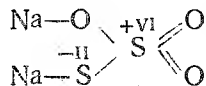
Афтидан, аввал тиосульфат кислота ҳосил бўлади:



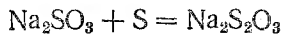
аммо бу кислота тезда ажралади, унинг ажралиши қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



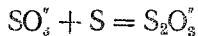
Натрий тиосульфатнинг хоссаларини ўрганиш унинг таркибига кирган олтингугурт атомлари ҳар хил валентликка эга эканлигини кўрсатади: улардан бирининг валентлигини  $+6$ , иккинчисининг валентлигини эса  $-2$  деб ҳисобламоқ керак. Шунинг учун, натрий тиосульфатнинг структура формуласини қуйидагича тасвирлаш мумкин:



Бундан,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  эритмасига олтингугурт қўшиб қайнатганда натрий тиосульфат ҳосил бўлиш реакцияси:

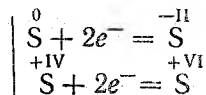


ёки

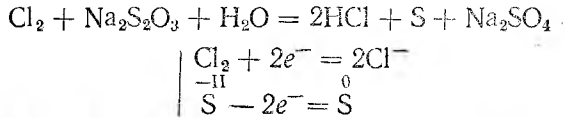


оксидланиш-қайтарилиш реакциясидир, деган хулоса чиқариш керак. Бу ерда, эркин олтингугурт оксидловчи,  $\text{SO}_3^-$  ионлари эса қайтарувчидир. Олтингугуртнинг электронейтрал атомлари оксидловчи вазифасини бажариб, ўзи қайтарилади ва валентлигини

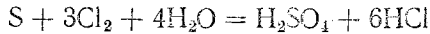
0 дан  $-2$  га туширади, сульфит-ион  $\text{SO}_3^-$  даги S атомлари эса оксидланади ва уларнинг валентлиги  $+4$  дан  $+6$  га чиқади:



Натрий тиосульфат молекуласида икки валентли олтингургурт <sup>-II</sup> S бўлганлигидан, натрий тиосульфат ҳам қайтариш хоссаларига эга. Масалан, хлор натрий тиосульфатда қайтарилиб, водород хлоридга айланади; реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланеди:



Хлор мўл бўлганда даставвал ажралиб чиқаётган олтингургурт сульфат кислотагача оксидланиши мумкин:

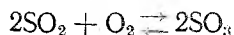


Натрий тиосульфатнинг дастлабки противогазларда хлорни юттириш учун ишлатилиши юқоридаги реакцияга асосланган эди.

Натрий тиосульфат кўп миқдорда фотографияда очилтирилган фотопластинка ва фотоқоғозни қотириш учун (фиксаж сифатида) ишлатилади, чунки унда кумуш хлорид ва кумуш бромидни эритиш хоссаси бор.

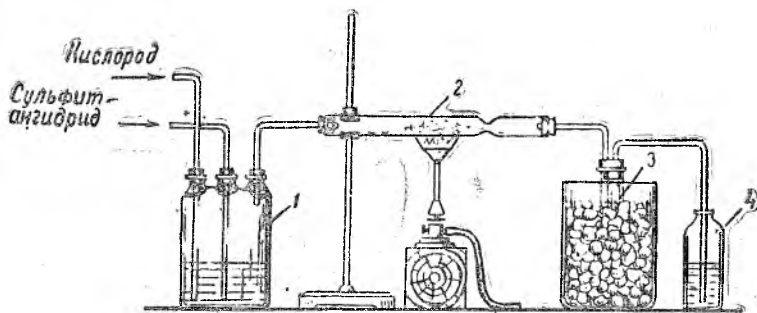
**118. Сульфат ангидрид SO<sub>3</sub>.** Сульфит ангидрид ўзига кислород бириктириб олиб, сульфат ангидридга [олтингургурт (VI)-оксидга] айланиши мумкин. Одатдаги шароитда сульфит ангидриднинг кислород билан бевосита бирикиши ниҳоятда суст боради. Бу реакция юқори температурада ва баъзи катализаторлар, масалан, жуда майдаланган платина иштирокида, ванадий, темир, хром ва бошқа металлларнинг оксидлари иштирокида анча тез ва осон боради.

Лабораторияда оз миқдорда сульфат ангидрид олиш учун, 79-расмда кўрсатилган асбобдан фойдаланса бўлади. Кислород билан сульфит ангидрид аралашмаси, концентранган кислота солинган уч бўғизли склянка (1) дан ўтказиб қуритилади. Газлар аралашмаси склянкадан най (2) га ўтади, бу най (2) га платиналанган асбест (майдаланган платина қўшилган асбест) солинган бўлади, най горелка ёрдами билан қиздирилади. Бу ерда кислород сульфат ангидрид билан бирикади:



Ҳосил бўлаётган сульфат ангидрид буғи ортиқча газлар билан бирликда, муз билан совитиб туриладиган колба (3) га ўтади. Бу колбада сульфат ангидриднинг бир қисми қуюқлашади, қуюлишга улгурмаган буғ эса склянка (4) га тушади, бу ерда сув билан бирикиб, сульфат кислота ҳосил қилади.

Тоза сульфат ангидрид осон ҳаракатланувчи рангсиз суюқлик бўлиб, унинг зичлиги  $1,92 \text{ г/см}^3$  га тенг, тоза сульфат ангидрид  $44,9^\circ\text{C}$  да қайнайди ва  $16,8^\circ\text{C}$  да қотиб, тиниқ кристалл массага айланади. Бу модда сақлаб қўйилганда, айниқса бир оз нам бўлса, шаклини ўзгартиради, узун, худди ипакка ўхшаш кристалларга айланади, бу кристаллар  $50^\circ\text{C}$  да суюқланмасдан туриб, сублиматланади. Сульфат ангидрид-



79-расм. Сульфат ангидрид ҳосил қилиш учун ишлатиладиган асбоб:

1 — уч бўғнакли склянка; 2 — реакция борадиган най; 3 — қолба; 4 — юттириш склянкаси

нинг иккинчи модификациясининг молекуляр оғирлиги  $(\text{SO}_3)_x$  формулага мувофиқ келади.

Сульфат ангидрид сув билан шиддатли равишда бирикиб, жуда кўп миқдорда иссиқлик ажратиб чиқаради ва сульфат кислота ҳосил қилади:



119. Сульфат кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Тоза сульфат кислота мойсимон, рангсиз суюқлик бўлиб,  $10,4^\circ\text{C}$  да қаттиқ кристалл массага айланади. Сувсиз сульфат кислота (бу кислота «моногидрат» деб аталади) қиздирилганда  $\text{SO}_3$  ажралиб чиқади. Таркибида  $98,3\%$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  бўлган ва  $338^\circ\text{C}$  да ўз таркибини ўзгартирмай қайнайдиған эритма ҳосил бўлгувча  $\text{SO}_3$  нинг ажралиб чиқиши давом этаверади.

Сотиладиган концентрланган кислота таркибида одатда,  $96,5\%$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  бўлиб, унинг зичлиги  $1,84 \text{ г/см}^3$  га тенг. Сульфат кислота мойсимон ҳолатда бўлганлиги учун уни, баъзан купорос мойи деб ҳам атайдилар. Бу ном темир купороси қаттиқ қиздирилиб, сульфат кислота ҳосил қилинган вақтдан бери сақланиб келмоқда.

Сульфат кислота кўп миқдор сульфат ангидридни эритиши мумкин. Бундай эритмалар олеумлар деб аталади (404-бетга қаранг).

Сульфат кислота сувда эритилганда, гидратлар ҳосил бўлгани туфайли, жуда кўп иссиқлик чиқади (бир *моль* кислота эриганда 19 *ккал* иссиқлик чиқади). Сульфат кислотанинг гидратлари паст температураларда эритмадан қаттиқ ҳолда ажратиб олиниши мумкин. Таркиби  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  бўлган гидрат —  $39,5^\circ\text{C}$  да, таркиби  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  бўлган гидрат эса —  $28,2^\circ\text{C}$  да суyoқланади.

Сульфат кислотада сув буғини ниҳоятда тез ютиш хусусияти бор, шунинг учун у, кўпинча, газларни қуриштиш учун ишлатилади. Кўпгина органик моддаларга, айниқса, углеводлар синфига оид органик моддаларга (целлюлоза, шакар ва бошқаларга) концентранган сульфат кислота таъсир эттирилганда бу моддаларнинг қорайиб (кўмирланиб) қолишининг сабаби ҳам сульфат кислотанинг сувни ютиш хусусиятига эга эканлигидир. Сув таркибига кирган водород билан кислород қандай нисбатда бўлса, углеводлар таркибидаги водород билан кислород ҳам худди шундай оғирлик нисбатига бўлади. Сульфат кислота углеводлардан сув элементларини тортиб олади, углерод эса кўмир тарзида ажралиб чиқади.

Сульфат кислотанинг учувчанлиги оз бўлганлигидан, бошқа анча учувчан кислоталарни шу кислоталар тузларидан сиқиб чиқариш учун доимо сульфат кислотадан фойдаланилади.

*Сульфат кислота анча кучли оксидланувчидир*; унинг оксидлаш хоссалари кўпгина моддаларга таъсир этганда намoён бўлади.

Ҳақиқатан олганда, ҳар қандай кислотада ҳам оксидлаш хоссалари бўлади, чунки кислота таркибида бошқа моддалардан электронлар тортиб олишга қобил водород ионлари бўлади. Масалан, рухга хлорид кислота таъсир эттирилганда водород ионлари рухнинг нейтрал атомларидан электронлар тортиб олади ва уларни мусбат зарядланган ионларга айлантиради, яъни оксидлайди:



ёки, бу тенглама ионли шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



Бу ҳолда хлорид кислота оксидловчи родини ўйнайди.

Аммо бирор кислотанинг оксидлаш хоссалари тўғрисида гапирилганда, водород ионлари эмас, балки кислота таркибига кирадиган элементлардан бирининг, яъни, одатда, кислотага ном беришда асос қилиб олинадиган элементнинг атом-

лари (масалан, сульфат кислотада олтингугурт атомлари, нитрат кислотада азот атомлари ва ҳоказолар) кўзда тутилади.

Сульфат кислотада олтингугурт юқори даражагача оксидланган ҳолатда бўлиб, +6 валентликни намоён қилади. Аммо у ( $\text{H}_2\text{SO}_3$  даги ёки  $\text{SO}_3^{+IV}$  ионидаги (S ҳолатигача ёки) эркин олтингугуртдаги) S гача, ё бўлмаса, ҳатто, (водород сульфиддаги)  $\text{S}^{-II}$

S гача қайтариллиши мумкин.

Шуни таъкидлаб ўтмоқ зарурки, олти валентли олтингугуртнинг оксидлаш хоссалари концентрланган сульфат кислота олинганидагина намоён бўлади. Масалан, концентрланган сульфат кислотага кўмир қўшиб қиздирилса, кўмир оксидланиб, карбонат ангидридга айланади, сульфат кислота эса  $\text{SO}_2$  гача қайтарилди:

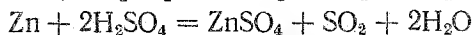


Агар суюлтирилган кислота олинса, бу реакция бормайди.

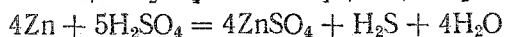
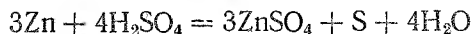
Сульфат кислотанинг металлларга таъсир этишини кўриб чиқайлик.

Суюлтирилган сульфат кислота металлларга таъсир эттирилса, водород иони оксидловчи бўлади. Аммо бу ион фақат металлларнинг активлик қаторида водороддан олдин турган металлларни, масалан, магний, рух, темир ва бошқаларнигина оксидлай олади. Водороддан кейин турган металлларга, масалан, мис, кумуш, симобга суюлтирилган сульфат кислота таъсир этмайди. Концентрланган сульфат кислота қиздирилганда қарийб ҳамма металлларни оксидлайди, аммо бунда водород ажралиб чиқмайди, чунки бунда металлларни сульфат кислотанинг диссоциланмаган молекулалари оксидлайди.

Сульфат кислота молекулалари, металлнинг активлигига қараб,  $\text{SO}_2$  гача, эркин олтингугуртгача ёки  $\text{H}_2\text{S}$  гача қайтариллиши мумкин. Кўпинча, сульфат кислота  $\text{SO}_2$  гача қайтарилди. Масалан:



Кейинги ҳолда, рух актив бўлганлиги учун, бир вақтда қуйидаги реакциялар ҳам бўлади:

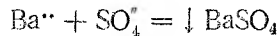


Сульфат кислота энг кучли кислоталардан биридир. Сульфат кислота сувдаги эритмаларида, асосан,  $\text{H}^+$  ва  $\text{HSO}_4^-$  ионларига диссоциланади.

Сульфат кислота икки негизли кислота бўлганлиги учун икки қатор тузлар: нормал ва нордон тузлар ҳосил қилади. Сульфат кислотанинг нормал тузлари сульфатлар деб, нордон тузлари эса гидросульфатлар деб аталади.

Сульфат кислотанинг кўпчилик тузлари сувда жуда яхши эрийди. Энг маълум металлларнинг тузларидан амалда эримайдиганлари барий сульфат  $BaSO_4$  ва қўрғошин сульфат  $PbSO_4$  дир. Кальций сульфат  $CaSO_4$  жуда оз эрийди.

Барий сульфат сувдагина эмас, ҳатто кислоталарда ҳам эримайди. Барийнинг бошқа тузлари ё сувда, ёки кислоталарда эрийдиган тузлар бўлганлиги учун, бирор эритмага барий тузи таъсир эттирилса, кислоталарда эримайдиган оқ чўкма ҳосил бўлиши эритмада сульфат кислота ёки сульфат кислота тузлари, яъни  $SO_4^{2-}$  ионлари борлигидан дарак беради:



Шундай қилиб, барийнинг сувда эрийдиган тузлари  $SO_4^{2-}$  иони га реактивдир.

Сульфат кислотанинг қуйидаги тузлари катта амалий аҳамиятга эга:

1. *Натрий сульфат*  $Na_2SO_4$ . Сувдаги эритмаларидан ўн молекула сув билан бирга кристалланади ( $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ ) ва бундай ҳолда глаубер тузи деб аталади, бу ном врач ва химик Глаубер шарафига қўйилган, Глаубер ош тузига сульфат кислота таъсир эттириб, бу тузни жаҳонда биринчи бўлиб ҳосил қилган ва дори сифатида ишлатган эди. Сульфат усули билан сода олишда ва шиша тайёрлашда сувсиз натрий сульфат ишлатилади.

2. *Магний сульфат*  $MgSO_4$ . Магний сульфат денгиз сувида бўлади. Эритмаларидан  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  гидрати ҳолида кристалланади. Тахир туз номи билан сурги сифатида ишлатилади.

3. *Кальций сульфат*  $CaSO_4$ . Табиатда гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  минерали тариқасида жуда кўп миқдорда учрайди. Гипс  $150-170^\circ C$  гача қиздирилса, таркибидаги кристаллизация сувининг  $\frac{2}{3}$  қисмини йўқотиб, куйдирилган гипс ёки алебастр ( $2CaSO_4 \cdot H_2O$ ) деб аталадиган моддага айланади. Куйдирилган гипс сувга қориб, суyoқ бўтқа ҳосил қилинса, у тез қотади ва яна  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  га айланади. Гипс ана шундай хоссаси туфайли, қуйма қолиплар, ҳар хил фигуралар тайёрлаш учун, шунингдек, девор ва шипларни сувашда сувоқ материали сифатида ишлатилади. Хирургияда гипс синган суякларни гипслаш учун ишлатилади, гипс қотгандан кейин, ўринга туширилган (солинган) суякни то битиб кетгунча қўзғатмай туради.



4. *Купорослар.* Мис, темир, рух ва баъзи бошқа металларнинг таркибида кристаллизация суви бўладиган сульфатлари купорослар деб аталади.

Мис купороси  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  кўк кристаллар ҳосил қилади, бу кристаллар таркибида беш молекула кристаллизация суви бўлади. Мис купороси металларни мис билан қоплашда, баъзи минерал бўёқлар тайёрлашда, шунингдек, миснинг бошқа бирикмаларини ҳосил қилишда ҳам ашё сифатида ишлатилади. Қишлоқ хўжалигида мис купоросининг суюлтирилган эритмасидан ўсимликларга пуркаш учун ва донларни экиш олдидан дорилаш учун фойдаланилади, уруғ дориланганда зараркунанда замбуруғларнинг споралари нобуд бўлади.

Темир купороси  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Оч яшил кристаллар ҳолида кристалланади, бу кристалл таркибида етти молекула кристаллизация суви бўлади. Темир купороси техникада жуда кенг ишлатилади. У, ёғочни чиришдан сақлаш учун темир купороси шимдирилади, сиёҳлар, берлин зангориси тайёрлашда, ёритгич газни водород сульфиддан ва таркибида циан бўладиган бирикмалардан тозалашда, бўёқчиликда хуруш сифатида, қишлоқ хўжалигида зараркунандаларга қарши курашишда ва фотографияда ишлатилади.

5. *Аччиқтошлар.* Агар алюминий сульфат  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  эритмасига калий сульфат  $\text{K}_2\text{SO}_4$  эритмаси қўшиб кристаллантвирилса, ундан рангсиз гўзал кристаллар ажралиб чиқади, бу кристалларнинг таркиби  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  ёки  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  формуласи билан ифодаланиши мумкин. Бу модда расмий аччиқтош ёки алюминийли аччиқтош бўлиб, у сульфат кислотанинг ҳамда калий ва алюминий металларининг қўш тузидир.

Қўш тузлар фақат қаттиқ ҳолдагина мавжуд бўла олади. Аччиқтош сувда эритилса, таркибида  $\text{K}$ ,  $\text{Al}^{+++}$  ва  $\text{SO}_4^{--}$  ионлари бор эритмалар ҳосил бўлади.

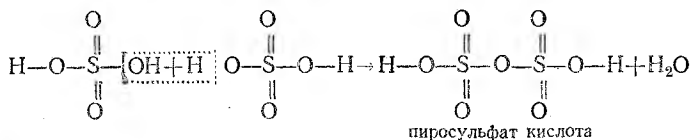
Хилма-хил таркибли аччиқтошлар бўлади. Аччиқтош таркибига алюминий ўрнига бошқа уч валентли металлар — темир, хром, калий ўрнига — натрий ёки аммоний кириши мумкин. Масалан, хромли аччиқтош таркиби  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  формула билан ифодаланади. Аччиқтошлар тери ишлаб чиқаришда, териларни ошлашда ва бўёқчиликда ишлатилади.

120. *Пиросульфат кислота  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ .* Сульфат ангидрид сульфат кислотата эритилса,  $\text{SO}_3$  молекулалари  $\text{H}_2\text{SO}_4$  молекулалари билан бирикиб, янги кислота — пиросульфат кислота ҳосил бўлади:

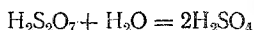


Ҳосил қилинган эритма совутилганда пиросульфат кислота  $35^\circ \text{C}$  да суюқланадиган рангсиз кристаллар ҳолида ажралиб чиқади.

Пиросульфат кислота сульфат кислотанинг чала ангидриди деб, яъни икки молекула сульфат кислотадан бир молекула сув ажралиб чиқишдан ҳосил бўлган маҳсулот деб қарамоқ мумкин:

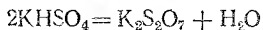


Дарҳақиқат, пиросульфат кислота гидратланганда сульфат кислота ҳосил бўлади:

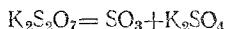


Пиросульфат кислота сульфат кислотага ўхшаш таъсир этадиган оксидловчидир. Пиросульфат кислотанинг сульфат кислота (олеум)даги эритмаси кўпинча, саноатда, масалан нефть маҳсулотларини тозалаш, баъзи бўёқлар ишлаб чиқариш, портловчи моддалар ишлаб чиқариш ва ҳоказолар учун ишлатилади.

Пиросульфат кислотанинг тузлари — пиросульфатлар — гидросульфатларнинг қиздирилишидан ҳосил бўлади. Масалан:



Пиросульфатлар суюқланиш температурасидан юқори температурагача қиздирилганда ажралиб, сульфат ангидрид чиқади. пиросульфатлар эса сульфатларга айланади:



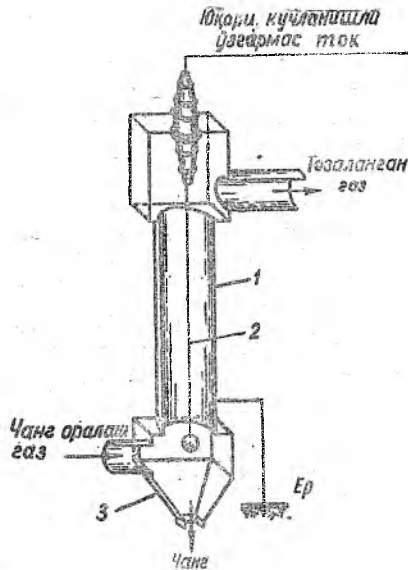
**121. Саноатда сульфат кислота олиш.** Саноатда сульфат кислота сульфит ангидридни оксидлаб сульфат ангидридга айлантириш ва ҳосил қилинган сульфат ангидрид билан сувни ўзаро таъсир эттириш йўли билан олинади.

Кислота ишлаб чиқариши учун керак бўладиган сульфит ангидрид техникада ҳар хил усуллар билан олинади. Бу усулларнинг энг кўп тарқалгани олтингугурт колчеданини ҳаво кирмайдиган махсус печларда куйдириш усулидир (394-бетга қаранг).

СССРда, бу мақсад учун атайлаб қазиб олинadиган руда — пирит ўрнига таркибида оз миқдорда мис бўладиган мис рудаларини флотация қилиш (639-бетга қаранг) натижасида чиқадиган маҳсулот — флотацион колчеданни таркибида кўп миқдорда олтингугурт бўладиган тошкўмирни бойитиш вақтида ҳосил бўладиган кўмирлик колчедан куйдирилади.

Колчеданни куйдириш натижасида ҳосил бўладиган темир (III)-оксид («колчедан куюнди») печдан чиқариб ташланади, ундан темир ажратиб олиш учун фойдаланса ҳам бўлади, сульфид ангидриднинг ҳаво кислороди ва азоти билан аралашмаси бир қатор аппаратлардан ўтказилади, бу аппаратларда аралашма чангдан ва бошқа қўшимчалардан тозаланади.

Газларни чангдан ва муаллақ ҳолатдаги зарралардан тозалаш учун ҳозирги вақтда тозаланишнинг электростатик усулидан кенг фойдаланилади. Тозаланиши керак бўлган газлар электр филтрдан ўтказилади (80-расм), бундай филтрнинг энг оддийси кенг темир трубадан иборат бу темир труба ўқи бўйлаб, ингичка темир сим осиб қўйилади, бу симнинг бир учи юқори кучлинишли ток манбаининг манфий қутбига уланади. Труба ва мусбат ўтказгич ерга уланади. Потенциаллар орасидаги 200 минг вольтга етадиган жуда катта айирмада майдоининг ўтказгичга яқин жойдаги кучлиниши шундай катталikka эришадикки, бунда ҳаво ионланади. Ҳосил бўладиган манфий зарядли ионлар трубага ички юзаси томон, мусбат зарядли ионлар эса ўтказгичга томон ҳаракатланади. Бу ионлар чанг зарралари билан тўқнашиб, уларни ҳам зарядлайди. Ионлаш юзасидан ташқарида (ионланиш юзаси труба ҳажмининг жуда оз қисмини ташкил этади) фақат манфий ионлар ҳаракат қилганлигидан, чангнинг электрофилтрдан ўтаётган асосий массаси манфий зарядланади ва трубаининг ички юзасига тортилиб, унга ўтириб қолади. Мусбат зарядланадиган чанг зарралари манфий ўтказгичга ўтиради. Бу ерда газ чангдан деярли батамом тозаланади.



80-расм. Электр филтрининг схемаси:

1 — труба; 2 — сим; 3 — бункер.

Олтингургуртни ёндириш йўли билан ҳам сульфид ангидрид олинади. Бунда зарарли қўшимчалардан холи газ ҳосил бўлади; шунинг учун тозалаш системасига зарурат қолмайди, бу эса сульфат кислота ишлаб чиқаришни анча соддалаштиради.

Сульфит ангидрид олишнинг ниҳоятда муҳим манбаи рангдор металлургия заводларидан чиқадиган газлардир. Бу манбаининг аҳамиятини шундан кўриш мумкинки, 1 т мис суюқлантириб олишда 7,5 т  $\text{SO}_2$  ажралиб чиқади, бунда эса 10 т дан ортиқ сульфат кислота ҳосил қилиш мумкин.

Ўтхона газларида, айниқса, таркибидаги олтингургурт миқдори анчагина бўлган тошкўмир ёқилганда чиқадиган газларда кўп миқдорда сульфит ангидрид бўлади.

Табиатда гипс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ва ангидрид  $\text{CaSO}_4$  ҳолида учрайдиган кальций сульфат сульфит ангидрид ажратиб олинadиган хом ашёдир. Бу минераллар 1350—1400°C температурада қуйидаги реакция бўйича парчаланadi:



Кальций сульфатга кўмир қўшилса, парчаланиш температураси анча пасайиши мумкин.

Агар зарур пропорцияда темир (III)-оксид  $Fe_2O_3$ , алюминий оксид  $Al_2O_3$  ва қумтупроқ  $SiO_2$  аралаштирилган гипс қаттиқ қиздирилса, сульфит ангидрид билан бир қаторда цемент ҳам ҳосил бўлади.

Сульфат кислота ҳосил қилишда сульфит ангидрид икки хил усул билан: контакт усули ва нитроза усули билан оксидлантирилади.

Контакт усули кислород сульфит ангидрид билан тўқнашганда сульфит ангидриднинг кислородни бириктириб олишига асосланган.

Реакция натижасида ҳосил бўлган газларни қўшимчалардан батамом тозалаш, процесснинг муваффақиятли бориши учун зарур шартлардан биридир, чунки аралашмада баъзи моддалар (мишь-як, фосфор ва бошқа элементлар бирикмаларининг) бир оз бўлса ҳам аралашган бўлса катализатор «заҳарланади» ва тезда ўзининг активлигини йўқотиб қўяди.

Илгари, сульфит ангидридни оксидлаш учун, катализатор сифатида платиналанган асбестдан фойдаланилар эди. Кейинги вақтларда катализатор сифатида ванадат ангидрид  $V_2O_5$  ва ванадийнинг баъзи бошқа бирикмалари ишлатилади. Ванадийли катализаторлар активлик жиҳатидан платинадан қолишмайди

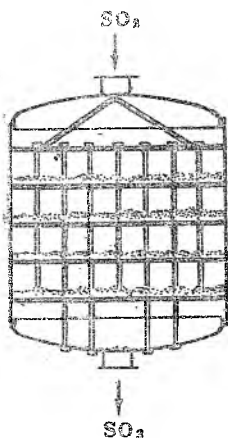
деса бўлади, у арзон туради ва, шу билан бирга, қийин заҳарланади, яъни активлигини анча секин йўқотади, бу эса газларни анча осон тозалашга имкон беради.

Контакт усули билан сульфат кислота ҳосил қилишда сульфит ангидрид ва ҳаво аралашмаси қўшимчаларидан тозалангандан кейин, махсус иситгичдан ўтиб, контакт аппаратиغا киради, иситгич контакт аппаратидан миқабган газлар билан иситилиб туради. Контакт аппаратларидан бирининг схемаси 81-расмда кўрсатилган. Бу аппарат катта цилиндрдан иборат бўлиб, цилиндр ичида панжарали тўртта полка бор. Бу полкаларга катализатор қўйилади. Газ аппаратининг юқорисидан кириб, тўрт қават контакт массасидан ўтади ва аппаратнинг паст томонидан чиқиб кетади.

Катализаторда сульфит ангидридни сульфат ангидридга оксидланиш процесси бўлади, бу процессда жуда кўп иссиқлик чиқади:



Контакт аппаратининг температураси доимо  $450^\circ C$  да тутиб турилади, чунки температура  $450^\circ C$  дан паст бўлса, газларнинг бирикиши жуда суст боради,  $450^\circ C$  дан юқори бўлганда эса тескари реакция кучайиб кетади,

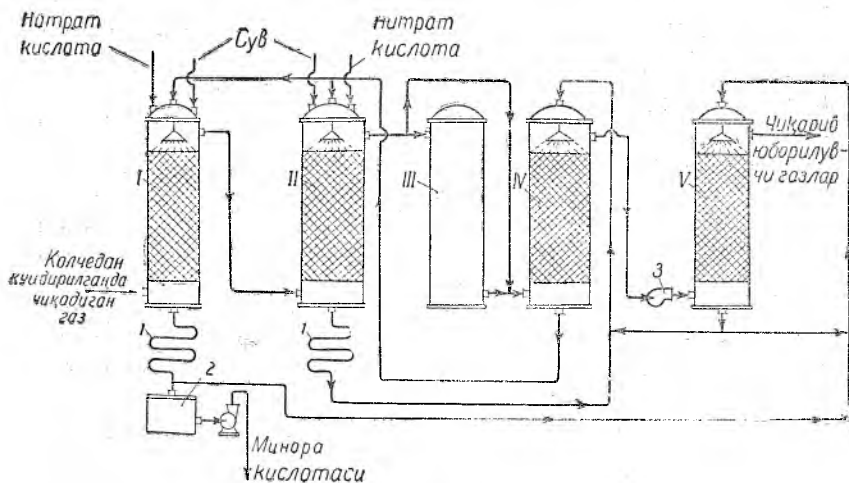


81-расм. Контакт аппаратининг схемаси.

Масалан,  $700^{\circ}\text{C}$  да ва қолчеданни қуйдириш йўли билан олинадиган газлар аралашмасининг таркиби одатдагича (7%  $\text{SO}_2$ , 11%  $\text{O}_2$  ва 82%  $\text{N}_2$ ) бўлганда,  $\text{SO}_2$  нинг фақат 15% и  $\text{SO}_3$  га айланади. Аралашмада кислород миқдорини ортириш натижасида, сульфат ангидрид кўпроқ чиқади ва реакциянинг мувозанати ўнг томонга силжийди. Амалда  $450^{\circ}\text{C}$  да шунингдек, газлар аралашмасида кислород мўл бўлганда  $\text{SO}_2$  нинг  $\text{SO}_3$  га айланиш даражаси 95—97% га етади.

Контакт аппаратда ҳосил бўлган сульфат ангидридни юттириш учун, у, 96—98% ли сульфат кислотадан ўтказилади, бунда сульфат кислота сульфат ангидридга тўйиниб, олеумга айланади. Олеумни сув билан суюлтириб, ҳар қандай концентрацияли жуда тоза сульфат кислота олиш мумкин.

Россияда контакт усули билан сульфат кислота ишлаб чиқариш биринчи марта Петербургда Тентелев заводида (ҳозирги «Красний химик» заводида) йўлга қўйилган эди. Бу завод химиклари ишлаб чиққан «тентелев системаси» ўз вақтида энг такомиллашган системалардан бири эди, шунинг учун бу система дунёга машҳур бўлди. Бир қатор мамлакатларда, жумладан Япония ва АҚШда, контакт установакалари худди ана шу система асосида қурилган эди.



82- расм. Сульфат кислота ишлаб чиқариладиган минора установакасининг схемаси:

I ва II — продукция миноралар (маҳсулот миноралари); III — окислаш минораси; IV ва V — юттириш миноралари; 1 — софитчлар; 2 — тайер маҳсулот йиғинч; 3 — вентилятор.

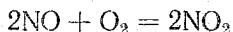
Нитроза методи. Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг контакт усули қўлланила бошланганига унча кўп бўлган эмас. Шунга қадар сульфат кислота нуқул нитроза методи билан олинар эди, нитроза методининг моҳияти сульфит ан-

гидридни сув иштирокида азот (IV)-оксид  $\text{NO}_2$  билан оксидлашдан иборат.

Азот (IV)-оксид нитрат кислотадан олинади; азот (IV)-оксид қизил-қўнғир газ бўлиб, сульфит ангидрид билан реакцияга киришади, бу реакцияни қуйидаги теңлама билан ифодалаш мумкин:



Азот (IV)-оксид ўз кислородининг бир қисмини сульфит ангидридга бериб, рангсиз газ — азот (II)-оксид  $\text{NO}$  га айланади. Азот (II)-оксид ҳаводаги кислородни тўғридан-тўғри бириктириб олиб, яна азот (IV)-оксидга айланиш хусусиятига эга:

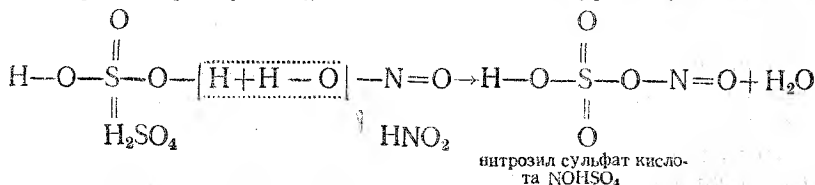


Ҳосил бўлган азот (IV)-оксид эса яна сульфит ангидриднинг янги порцияларини оксидлаш учун кетади.

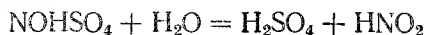
Шундай қилиб, сульфат кислота ишлаб чиқаришда азот (II)-оксид назарий жиҳатдан олганда сарф бўлмайди ва, ҳақиқатда, сульфит ангидридни оксидлаш процессини тезлатадиган катализатор вазифасини ўтайди (123-параграфга қаралсин).

Сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг нитроза методи практикада икки усул билан амалга оширилади, бу усуллардан бири камера процесси деб, иккинчиси эса минора процесси деб аталади. Камера процесси эскириб қолган ва қарийб ҳеч қаерда қўлланилмай қўйган. Минора процессида бирининг схемаси 82-расмда тасвирланган установакаларда амалга оширилади.

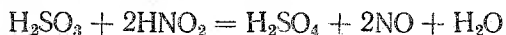
Минора усулида сульфат кислота ҳосил қилишда, колчедан печидан чиқаётган ва чангдан тозаланган ҳамда таркибида сульфит ангидрид бўлган иссиқ газлар аввал «продукцион» миноралар (I ва II) дан ўтади, продукцион миноралар кислотага чидамли керамик ҳалқалар билан тўлдирилган бўлиб, бу ҳалқаларга нитроза деб аталадиган модда берилиб туради. Нитроза нитрозил сульфат кислота  $\text{NOHSO}_4$  ни эритган сульфат кислотадир, бу кислота ўз структураси жиҳатидан сульфат ва нитрит ( $\text{HNO}_2$ ) кислоталарнинг аралаш ангидридидир, буни қуйидаги схемадан кўрса бўлади:



I ва II минораларига нитрозодан ташқари, сув ҳам киритилади. Газларнинг температураси юқори бўлганлигидан нитрозил сульфат кислота гидролизланади, бунинг натижасида, сульфат кислота билан нитрит кислота ҳосил бўлади:

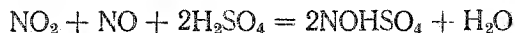


Нитрит кислота сульфит ангидрид билан сувдан ҳосил бўладиган сульфит кислотани оксидлаб, сульфат кислотага айлантиради:



Продукцион минораларнинг иш режими шундай тартибга солиб туриладики, бошда олинган сульфит ангидридининг 90 процентгача бўлган миқдори сульфат кислотага айлантирилади.

Шундан кейин, таркибида  $\text{NO}_2$  ва  $\text{NO}$  бўлган газлар иккита «абсорбцион» миноралар (IV ва V) дан ўтади, бу миноралар кварц парчалари билан тўлдирилган бўлиб, унга сульфат кислота келиб туради. Бу минораларда нитрозил сульфат кислота ҳосил бўлади:



Шундай қилиб, азот оксидлари IV ва V минораларида тутиб қолинади ва атмосферага чиқмайди.

Минора (II) дан чиқадиган газнинг таркибидаги азот оксидлари, асосан  $\text{NO}$  тарзида бўлади. Газлар аралашмасидаги  $\text{NO}$  билан  $\text{NO}_2$  орасида процесснинг бориши учун керакли нисбат минора (III) да ҳосил қилинади. Насадка билан тўлдирилмаган ва сульфат кислота бериб турилмаган бу минорада зарур миқдор азот (II)-оксид оксидлантирилиб, азот (IV)-оксидга айлантирилади.

Минора (I) да ҳосил бўладиган сульфат кислота системадан чиқарилади ва совитгич (1) да совитилгандан кейин, тайёр маҳсулот йиғиладиган идиш (2) га юборилади; кислотанинг бир қисми минора (V) га берилади. Минора (II) даги сульфат кислота минора (IV) га юборилади. Суяқлик минорадан минорага насослар ёрдамида ўтказилади. Системада газларни ҳаракатлантириб туриш учун кучли вентилятордан фойдаланилади, бу вентилятор IV ва V миноралари оралиғига ўрнатилган бўлади. Минора процессида азот оксидларининг маълум бир қисми йўқолади, унинг ўрнини тўлатиш учун, продукциянинг минораларга 50—60 процентли нитрат кислота юбориб турилади.

Сульфат кислота асосий химия саноатининг энг муҳим маҳсулотларидан биридир, асосий химия саноатининг вазифаси кислота, ишқор, туз, минерал ўғитлар ва хлор ишлаб чиқаришдан иборат. Ҳеч қандай химиявий маҳсулот сульфат кислотадек кўп ишлаб чиқарилмайди. Сульфат кис-

лота, асосан, минерал ўғитлар (масалан, суперфосфат ва аммоний сульфат) ишлаб чиқариш учун сарф бўлади. Бундан ташқари, сульфат кислота бошқа ҳамма кислоталарни ўша кислоталарнинг тузларидан тайёрлашда, портловчи моддалар ишлаб чиқаришда, керосин, нефть мойларини ва коксохимия саноатининг маҳсулотларини (бензол, толуолини) тозалашда, ҳар хил купорослар тайёрлашда, бўёқлар тайёрлашда, қора металлларни заҳарлашда (куюндидан тозалашда) ва бошқа мақсадларда ҳам кўп ишлатилади. 1960 йилда фақат капиталистик мамлакатларда ишлаб чиқарилган сульфат кислота миқдори (100% ли кислотага айлантириб ҳисоблаганда) 41 млн т ни ташкил этди.

Октябрь революциясигача мамлакатимизда сульфат кислота бошқа мамлакатлардагига қараганда жуда ҳам оз миқдорда ишлаб чиқарилар эди. Чор Россиясидаги сульфат кислота ишлаб чиқарадиган кичик-кичик заводлари, асосан, четдан келтириладиган колчедан билан ишлар эди. 1913 йилда бутун заводлар атиги 145 минг т сульфат кислота ишлаб чиқарган эди.

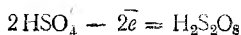
Революциядан кейин аҳвол тубдан ўзгариб кетди. Эски заводлар кенгайтирилди ва янгидан жиҳозланди. Сульфат кислота саноати учун ўз ватанимизда хом ашё базаси яратилди. Бу эса сульфат кислотани кўп миқдорда ишлаб чиқаришга имкон берди ва қўйидаги миқдорларда сульфат кислота ишлаб чиқарилди:

Йиллар	Минг т
1940 . . . . .	1587
1954 . . . . .	3292
1964 . . . . .	7647

Сульфат кислота саноатининг ривожланиши минора ва контакт установкалар қуриш йўлидан борди. Сульфат кислота ишлаб чиқарадиган кўпчилик заводларнинг печь бўлимларига механик печлар ва флотацион колчедан муаллақ ҳолатда куйдириладиган махсус печлар ўрнатилди.

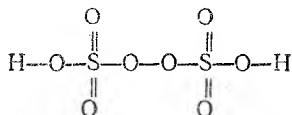
Сульфат кислота ишлаб чиқариш учун хем ашё сифатида соф ҳолдаги олтингугуртдан, қора ва рангдор металлургиянинг чиқинди газларидан ҳамда водород сульфиддан фойдаланиш йилдан-йилга ортиб бормоқда. Қислород ишлатиш ва колчеданни «қайновчи қаватда» куйдириш сульфат кислота саноатига кенг истиқболлар очиб бермоқда.

122. Персульфат кислота  $H_2S_2O_8$ . Сульфат кислотанинг 50% ли эритмасидан электр токи ўтказилса, катодда водород ажралиб чиқади, анодда эса  $HSO_4^-$  ионлари ўз зарядларини йўқотиб, жуфт-жуфт бўлиб бирилади ва персульфат кислота  $H_2S_2O_8$  ҳосил қилади:





Персульфат кислота водород пероксиднинг ҳосиласи бўлиб, электрохимиявий йўл билан водород пероксид олишда оралиқ маҳсулотдир. Персульфат кислотанинг тузилиши қуйидаги формула билан ифодаланади:



Персульфат кислотада, худди водород пероксиддаги каби, кислороднинг икки атоми ўзаро ковалент боғланади ва пероксидлар учун характерли «занжир» ҳосил қилади. Бундай кислоталар перкислоталар деган умумий ном билан аталади; олтингугуртдан ташқари, бошқа бир қатор элементларнинг ҳам перкислоталари маълум. Перкислоталарни ўрғаниш соҳасида Писаржевский\* кўпгина ишлар қилди.

Ҳамма перкислоталарнинг молекулаларида пероксид занжир бўлганлигидан улар, худди пероксидлар сингари, кучли оксидлаш хоссаларига эгадир.

Персульфат кислота тузлари — персульфатлар баъзи техник мақсадларда ва оқартуш воситаси сифатида ишлатилади.

**123. Катализ.** Сульфат кислота олишнинг юқорида танишиб чиқилган ва катализаторлар таъсирига асосланган техник усуллари химияда каталитик ҳодисалар ўйнайдиган муҳим роль тўғрисида баъзи тасаввурлар ҳосил қилишга имкон беради. Бу параграфда каталитик процесслар билан мукамалроқ танишиб чиқамиз.

Химиявий реакцияларнинг тезлигига ҳар хил «бегона» моддаларнинг таъсир этиши XIX аснинг бошларидаёқ пайқалган эди. Масалан, 1811 йилда рус олими К. С. Кирхгоф сульфат кислота крахмалнинг шакарга айланиш процессини тезлатишини аниқлади. 1835 йилда Берцелиус бундай моддаларни «катализаторлар» деб аташни таклиф қилди, бу ном ҳозирга қадар сақланиб келмоқда. Катализаторлар реакция маҳсулотлари таркибига кирмаганлигидан, Берцелиус улар бошқа моддаларнинг химиявий активлигини уйғотади, лекин бўлаётган реакцияда бевосита иштирок этмайди деб ўйлади. Шундай қилиб, Берцелиус катализаторларда «ажойиб» хоссалар, яъни реакциялар тезлигини ўзгартириб, реакцияга киришаётган моддалар билан ўзаро ҳеч қандай таъсир этмаслик хоссалари бор, деган фикрни баён қилди.

Катализаторларни алхимикларнинг мистик «философия тоши» га ўхшатган Берцелиуснинг идеалистик реакцияларига, кўпгина буржуа-идеалист олимлари тарафдор бўлиб

\* Лев Владимирович Писаржевский (1874—1938) химиявий процессларни ўрғаниш ва уларнинг сабабларини изоҳлашда физикада қўлга киритилган ютуқлардан дадил фойдаланган йirik олим ва педагог. Унинг энг муҳим ишлари пероксид ва перкислоталарни текширишига, эритмалар назариясини яратишга, электрон назариясини химияга татбиқ этиш ва гальваник элементларда ток ҳосил бўлиш назариясини яратишга бағишланган.

келдилар ва ҳозир ҳам тарафдор бўлиб келмоқдалар. Бундай тасаввурнинг сохта эканлиги шубҳасиздир. Табиатда бўладиган ҳар қандай ҳодисанинг сабаби материяга хос ҳаракатдир, ҳаракатсиз материянинг мавжудлигини ҳам тасаввур қилиб бўлмайди. Шунинг учун, каталитик ҳодисаларнинг сабабини материядан ажралиб қолган қандайдир кучлар деб билмай, балки шу материянинг хусусиятлари деб, каталитик процесда иштирок этадиган барча материал факторларни, шу жумладан катализаторларни ҳам, ўзаро таъсирда деб билмоқ лозим. Катализатор реакция учун «бегона» модда бўлмай, балки каталитик процесда актив иштирок этадиган моддадир, бу модданинг реакцияга киришаётган моддалар билан кўп ҳолларда ўзаро бевосита таъсир этиши эксперимент йўли билан исбот этилган.

Юқорида баён этилганларга асосланиб, *реакция тезлигини ўзгартирувчи, аммо ўзи реакцияда бевосита иштирок этса ҳам, илгари қандай миқдорда бўлса, худди шундай миқдорда ва химиявий жиҳатдан ўзгармаган ҳолда қоладиган моддаларни катализаторлар деб атайдилар.*

Юқорида келтирилган таърифдан катализатор йўғида содир бўлмайдиган реакцияни катализатор вужудга келтира олмайди, деган хулосани чиқариш мумкин. Дарҳақиқат, катализатор йўғида реакция содир бўлмайдигандек кўринган кўп ҳолларда реакциянинг бўлиши, аммо бу реакция тезлигини ўлчаб бўлмайдиган даражада секин бориши исботланган.

Одатда, катализаторнинг таъсири реакция тезлигини оширишдан иборат бўлади. Аммо бегона моддалар иштирокида секинлашадиган реакциялар ҳам маълум. Масалан, натрий сульфит эритмасига оз миқдорда глицерин, шакар ёки спирт қўшилса, натрий сульфитнинг ҳаво кислороди билан оксидланиши жуда ҳам секинлашади. Уша моддалар баъзи бошқа тузларнинг эритмаларига ҳам ана шундай таъсир этади. Бундай моддалар манфий катализаторлар ёки реакция ингибиторлари деб аталади.

Кўпдан-кўп каталитик реакцияларни ўрганиш бутун реакциялар учун умумий катализаторлар бўлмаслигини кўрсатади; катализаторларнинг каталитик таъсири ниҳоятда ўзига хос таъсирдир. Сувни универсал катализатор деб фараз этиш мумкин эди, чунки кўпгина реакцияларнинг бориши учун сувнинг, ҳатто сезилар-сезилмас миқдорда бўлса ҳам, бўлиши албатта зарурдир. Аммо сув иштирокида кўпгина реакциялар секинлашади ёки мутлақо тўхтайдди. Масалан, тамомила қуруқ углерод (IV)-оксид ультрагунафша нурлар таъсири остида углерод (II)-оксид ва кислородга ажралади, ҳолбуки, нам углерод (IV)-оксид ажралмайди. Демак, сувни ҳам универсал катализатор деб бўлмайди.

Катализаторнинг қандай хоссаси бу катализаторни қандай реакция учун яроқли қилиши шу вақтгача аниқланган эмас. Баъзан бир процесснинг ўзини тезлатиш учун, бир-бирига тамомила ўхшамайдиган мутлақо ҳар хил моддалар ҳам ярайверади. Масалан, платина ва ванадат ангидрид  $V_2O_5$  сульфит ангидридни оксишлаб сульфат ангидридга айлантиришда ана шундай таъсир этадиган моддалардир. Химиявий жиҳатдан бир-бирига яқин бўлган реакцияларда ҳам катализаторларнинг таъсирида ҳеч қандай ўхшашлик кўрилмайди. Шунинг учун, бирор реакцияга тўғри келадиган катализаторни топиш анча оғир вазифадир.

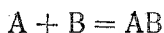
Катализ хоссасига доир қатъий бир миқдорий қонуният ҳозиргача топилган эмас, аммо баъзи қонуниятларни жуда қарор топган қонуниятлар деб ҳисобламоқ мумкин. Бу қонуниятлардан иккитасини таъкидлаб ўтамиз: 1) каталитик таъсир гомоген муҳитда катализатор концентрациясига пропорционалдир; 2) катализатор қайтар реакцияларда мувозанат ҳолатига таъсир этмайди, тўғри реакциянинг тезлигини ҳам, тескари реакциянинг тезлигини ҳам бир хилда ўзгартиради.

Ҳозирги вақтда икки тур катализ бор деб қабул қилинган: улар гомоген ва гетероген катализаторлардир.

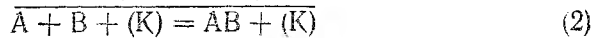
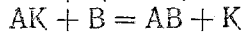
Агар реакцияга киришаётган моддалар ва катализатор бир хил фазада бўлса, бундай катализ гомоген катализ деб аталади. Водород ионларининг (баъзан эса бошқа ионларнинг ҳам) эриган моддалар орасида бўладиган кўпгина реакцияларни тезлатиши гомоген катализга мисол бўла олади. Агар катализатор ва реакцияга киришаётган моддалар ҳар хил фазалар ҳосил қилса (масалан, водороднинг кислород билан бирикиши), бундай катализ гетероген катализ деб аталади.

Катализ номи билан аталадиган ҳодисалар ниҳоятда хилма-хил бўлганлигидан, улар ҳаммасининг вужудга келишига умумий бир нарса сабаб бўлади, дейиш жуда қийин. Ҳар хил ҳолларда бу сабаблар ҳам ҳар хил бўлиши табиийдир. Биз бу ерда катализаторларнинг таъсирини изоҳлаб бериш учун кўпроқ фойдаланиладиган иккита энг муҳим назария устида тўхтаб ўтамиз.

Гомоген катализда катализаторларнинг тезлатиш таъсири, одатда, «оралиқ реакциялар назарияси» ёрдами билан изоҳлаб берилади. Масалан,

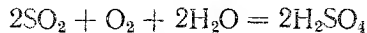


типидаги реакция жуда суст борадиган ҳоллар бўлиши ҳам мумкин, ҳолбуки К катализатори иштирокида қуйидаги тез борадиган реакциялар содир бўлади:

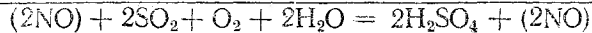
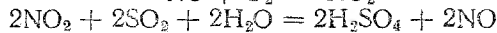
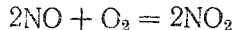


Бу схема катализаторнинг оқибатда ўзгармай қолишини яхши изоҳлаб беради ва каталитик таъсир катализаторнинг миқдорига пропорционал, деган фактга мувофиқ келади [чунки реакция (1) нинг тезлиги модда (K) нинг концентрациясига пропорционал бўлиши керак].

Юқорида келтирилган схемадаги AK га ўхшаш оралиқ бирикмалар ҳосил бўладиган кўпгина ҳолларда бу назариянинг тўғрилигини эксперимент йўли билан исботлашга ва тасдиқлашга муваффақ бўлинган. Бунини сульфат кислота ҳосил қилишнинг нитроза усули яққол кўрсатади:

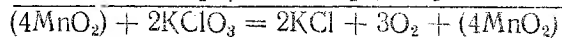
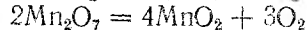
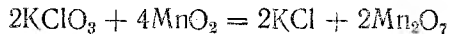


реакцияси (катализаторсиз) жуда секин боради. Аммо айни ҳолда катализатор ролини ўйнайдиган азот (II)-оксид иштирокида қуйидаги реакциялар тезроқ боради:



бу реакциялар натижасида катализатор (NO) сарф бўлмайди.

Гетероген катализнинг баъзи ҳоллари ҳам оралиқ бирикмалар ҳосил бўлиши билан изоҳланиши мумкин. Масалан, бертоле тузининг ажралиш реакциясини тезлатувчи кристаллик марганец (IV)-оксиднинг реакция натижасида жуда майда кукунга айланиши аниқланган. Ана шунга асосланиб туриб, тузнинг ажралиш процесси икки босқичда боради, деб тахмин қилинади:



Оралиқ маҳсулот тариқасида марганецнинг беқарор юқори оксиди  $Mn_2O_7$  ҳосил бўлади.

Аммо гетероген катализда (айниқса, катализатор қаттиқ фазада бўлиб, реакцияга киришаётган моддалар эритмада ёки газсимон ҳолатда бўлса) адсорбция, яъни реакцияга киришаётган моддалар молекулаларининг катализатор сиртига ютилиши асосий роль ўйнайди. Реакцияга киришаётган моддаларнинг катализатор сиртидаги концентрацияси ортининг ўзи ҳам реакция тезлигига таъсир этиши керак, аммо

бу таъсир реакция тезлигининг шунга ўхшаш ҳолларда кузатиладиган ортишини изоҳлаб бериш учун етарли эмас. Бундан ташқари, бу ерда адсорбция натижасида концентрациянинг ортишигина роль ўйнаганда, катализатор таъсирининг ўзига хос бир таъсир эканлигини изоҳлаб бериш мумкин бўлмас эди. Шунинг учун, реакцияни тезлатадиган асосий фактор адсорбиланган молекулалар активлигининг катализатор сиртки куч майдони таъсири остида ортиши деб ҳисоблайдилар.

Гетероген катализда контактнинг ролини ва адсорбиланган молекулалар активлигининг ортиш сабабларини Д. И. Менделеев тўғри изоҳлаб берган эди (1886 йил), Д. И. Менделеев «жисмларнинг бир-бирига тегиб турадиган нуқталарида заррачалардаги атомларнинг ички ҳаракат ҳолати ўзгаради ва бу ўзгариш химиявий реакциянинг сабабидир» деган фикрни жаҳонда биринчи бўлиб айтган эди. Академик Н. Д. Зелинский\* гетероген катализнинг моҳияти тўғрисида янги фикр баён этди ва уни эксперимент йўли билан асослаб берди. Н. Д. Зелинский реакцияга киришаётган молекулалар шаклининг ўзгариши ва улардаги боғланишнинг бутун юзаси билан эмас, балки баъзи участкалари — актив марказлари билан таъсир этадиган катализатор контакти таъсирида деформация бўлиши жуда катта аҳамиятга эга, деган эди. Н. Д. Зелинскийнинг айтишича, катализаторнинг кристаллик панжараси юзасига молекулаларнинг маълум жойлари билан адсорбиланиши «гетероген катализнинг муқаррар ва дастлабки стадиясидир».

Баъзи моддалар, ҳатто жуда оз миқдорда бўлганда ҳам, катализаторнинг активлигини жуда пасайтириб юборади ёки катализаторни бутунлай таъсир этмайдиган ҳолга келтиради. Масалан, контакт усули билан сульфат кислота ҳосил қилишда газларни жуда яхшилаб тозалаш зарур эканлиги тўғрисида юқорида айтиб ўтилган эди, чунки, акс ҳолда, катализатор тезда заҳарланиб қолади.

Бу каталитик заҳарлар, худди катализаторнинг ўзи каби, специфик таъсир этади: улар баъзи катализаторларни заҳарлаб, баъзиларига зарар етказмайди. Заҳарланишнинг сабаби, афтидан, катализатор сиртига, айниқса унинг актив марказларига, каталитик заҳарларнинг адсорбилани-

---

\* Николай Дмитриевич Зелинский (1861—1953) — органик химикларнинг Совет Иттифоқида энг йirik мактабини барпо этувчиси. Зелинскийнинг ҳамда Зелинский шогирдларининг органик синтез ва катализ соҳасидаги ишлари жаҳон фанида етакчи ўринни эгаллади. Зелинскийнинг нефть соҳасидаги тадқиқотлари, шунингдек, оқсил бирикмалар гидролизига оид ишлари фоят диққатга сазовордир.

ши бўлса керак, бунинг натижасида, каталитик заҳарлар катализаторни гўё ўраб олади ва шу билан, реакцияга киришаётган моддалар молекулаларининг катализаторга ўтишини қийинлаштиради.

Агар баъзи моддалар катализаторларни заҳарласа, баъзилари, аксинча, катализаторга оз миқдорда қўшилганда, гарчи аини реакция учун катализатор бўлмаса ҳам, катализаторнинг активлигини ошириб юборади. Бундай моддалар промоторлар деб аталади ва улар «катализаторларнинг катализаторларидек» таъсир этади. Промоторларнинг таъсири нимадан иборат эканлиги ҳали аниқ топилган эмас.

Химияда катализнинг роли ниҳоятда катта. Одатдаги сувда бўладиган қўшимчалар кўпгина реакциялар учун катализатор бўлиб хизмат қила олиш фактининг ўзиёқ каталитик ҳодисаларнинг қанчалик кенг тарқалганлигини кўрсатади. Агар ичида реакция бўлаётган идишлар деворларининг ҳам каталитик таъсир этиши ҳисобга олинса, катализ, яширин формада, деярли ҳамма химиявий реакцияларда бўлади, деб айтиш мумкин.

Ҳозирги вақтда кўпдан-кўп муҳим химиявий ишлаб чиқариш процесслари катализаторлардан фойдаланишга асосланган. Химия саноати қанчалик кўп тараққий этса, унда каталитик таъсиротдан шунчалик кўп фойдаланилади.

124. Олтингууртнинг галогенлар билан ҳосил қилган бирикмалари. Суюқлантирилган олтингууртга хлор юборилса, олтингуурт хлор билан бирикиб, бир хлорли олтингуурт (олтингуурт монохлорит) ҳосил қилади. Бу молда тўқ сариқ суюқлик бўлиб,  $138^{\circ}\text{C}$  да қайнайди. Бу молданинг молекуляр оғирлиги, унинг буғи зичлигининг кўрсатишига қараганда  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  формулага мувофиқ келади.

Бир хлорли олтингуурт ўзида 66% гача олтингууртни эритади. Сув  $\text{S}_2\text{Cl}_2$  ни ажратади, бунинг натижасида, сульфид ангидрид, водород хлорид ва олтингуурт ҳосил бўлади:



Бир хлорли олтингуурт каучукни вулканизация учун ишлатилади.

Олтингууртнинг хлор билан ҳосил қиладиган яна иккита бирикмаси  $\text{SCl}_2$  ва  $\text{SCl}_4$  ҳам бор, бу бирикмалар амалий аҳамиятга эга эмас. Олтингуурт фтор билан бирикиб, газсимон бирикма  $\text{SF}_6$  ҳосил қилади, бу бирикмада олтингууртнинг оксидланиши энг юқори даражага этади.

### СЕЛЕН ГРУППАЧАСИ

Бу группачага селен, теллур ва полоний элементлари киради. Бу элементларнинг химиявий жиҳатдан ўрганилганлари фақат селен билан теллурдир, улар ўз хоссалари жиҳатидан олтингууртга жуда ўхшайди.

125. Селен (Selenium); атом оғирлиги 78,96 ва теллур (Tellurium); атом оғирлиги 127, 60. Селен табиатда анча кўп

тарқалган, аммо, одатда жуда оз миқдорда, асосан, олтингургуртнинг металллар билан ҳосил қилган табиий бирикмаларига ( $PbS$ ,  $FeS$  ва бошқаларга) қўшилган ҳолда учрайди. Темир колчедани куйдирилганда селен сульфат кислота заводларининг чангдан тозалаш камераларида тўпланиб қолади. Бу чанг селен ажратиб олинадиган асосий манбадир. Теллур эса жуда нодир элементлар жумласига киради: ер пўстлоғида оғирлик жиҳати дан ҳаммаси бўлиб  $0,000001\%$  теллур бор.

Селен эркин ҳолда, худди олтингургуртга ўхшаш, бир нечта аллотропик шакл ўзгаришлари ҳосил қилади, улардан энг маълумлари: аморф селен ва кристаллик селендир; аморф селен қизғиш-қўнғир порошок бўлиб, зичлиги  $4,3 \text{ г/см}^3$  га тенг, кристаллик селен эса кул ранг тусли ва металл каби ялтироқ мўрт модда бўлиб, зичлиги  $4,8 \text{ г/см}^3$  га тенг. Кристаллик селеннинг ажойиб хоссалари бор: унинг электр ўтказувчанлиги, шундай олганда, ниҳоятда кичик, аммо у ёритилганда, электр ўтказувчанлиги жуда ортиб кетади. Селеннинг ҳар хил оптик асбобларда: фотометрларда, ёруғлик сигнализаторларида ва шу кабиларда, шунингдек телевидениеда ишлатилиши унинг ана шу хоссасига асосланган. Теллур ҳам аморф модификация ҳолида ва оч кул ранг кристаллик модда ҳолида маълум. Кристаллик теллур металл каби ялтироқ моддадир. Теллур иссиқликни ва электр токини жуда яхши ўтказиши, теллур бу жиҳатдан металлларга ўхшаб кетади.

Селендан, асосан, электротехника саноатида фойдаланилади, теллур эса қўрғошиннинг коррозияга бардошлик ва механик хоссаларини яхшилаш учун унга қўшимча сифатида ишлатилади.

Ҳозир фақат капиталистик мамлакатларда ишлаб чиқариладиган селен миқдори йилига  $1000 \text{ т}$  га яқинни, теллур миқдори эса йилига  $100 \text{ т}$  га яқинни ташкил этади.

Селен билан теллурнинг олтингургуртга ўхшашлиги уларнинг бирикмаларида айниқса равшан кўринади.

*Водород селенид*  $H_2Se$  ва *водород теллурид*  $H_2Te$  рангсиз, заҳарли газлар бўлиб, ниҳоятда қўланса ҳиди бор. Уларнинг сувдаги эритмалари кислоталардир; бу кислоталарнинг диссоциация даражаси водород сульфиднинг диссоциация даражасига қараганда анча катта, чунки манфий ионлари радиусининг ортиб бориши билан бу ионларнинг бир-бирига тортилиши ва уларнинг водород ионларига тортилиши заифлашиб боради.

$H_2Se$  ва  $H_2Te$  лар химиявий жиҳатдан  $H_2S$  га жуда ўхшайди. Улар, худди водород сульфид каби, ҳаво кислороди билан осон оксидланади, қиздирилганда ажралади ва кучли қайтариш хоссаларига эга. Селен билан теллурнинг тузлари — селенид-

лар ва теллуридлар, худди сульфидлар каби,  $\text{H}_2\text{Se}$  ёки  $\text{H}_2\text{Te}$  ни металлларнинг эрувчан тузларига таъсир эттириш йўли билан олинади. Улар сувда ва кислоталарда эрувчанлиги жиҳатдан сульфидларга тамомила ўхшайди. Селенид ва теллуридларга кучли кислоталар таъсир эттириш йўли билан  $\text{H}_2\text{Se}$  ва  $\text{H}_2\text{Te}$  ҳосил қилиш мумкин.

Селен ва теллур ҳавода ёки кислородда ёндирилса,  $\text{SeO}_2$  ва  $\text{TeO}_2$  оксидлар — *селенит кислота*  $\text{H}_2\text{SeO}_3$  нинг ва *теллурит кислота*  $\text{H}_2\text{TeO}_3$  нинг ангидридлари бўлган қаттиқ моддалар олинади.  $\text{SeO}_2$  ва  $\text{TeO}_2$  лар, сульфид ангидриддан фарқли ўлароқ, асосан оксидлаш хоссаларини намоён қилади, бунда улар эркин селен ва эркин теллургача қайтарилади.  $\text{SeO}_2$  ва  $\text{TeO}_2$  ларга кучли оксидловчилар таъсир эттирилиб, улар селенат кислота  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  га ва теллурат кислота  $\text{H}_2\text{TeO}_4$  га айлантирилиши мумкин.

*Селенат кислота*  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ,  $58^\circ\text{C}$  да суюқланадиган қаттиқ кристаллик моддадир. Бу кислота, худди сульфат кислотага ўхшаш, кам учувчан бўлиб, сув билан шиддатли равишда бири-кади, органик моддаларни кўмирлайди ва кучли оксидлаш хоссаларига эга.

Селенат кислота кучли кислоталар жумласидандир. Унинг тузлари — селенатлар сульфатларга ниҳоятда ўхшайди. Ҳатто, худди сульфат кислотаники каби,  $\text{BaSeO}_4$  ва  $\text{PbSeO}_4$  тузлари ҳам эримайдиган тузлардир. Селенат ангидрид маълум эмас.

*Теллурит кислота*, селенат ва сульфат кислоталарнинг аксича, жуда кучсиз кислотадир. У эритмадан  $\text{H}_6\text{TeO}_6$  таркибли кристаллар ҳолида чўкади. Бу кислота олти негизли кислота бўлиб,  $\text{Sr}$  қатор тузлар, масалан,  $\text{Ag}_6\text{TeO}_6$  ҳосил қилади. Теллурат кислота қиздирилганда икки молекула сувни ажратиб чиқариб, сульфат кислотага ўхшаш икки негизли кислота  $\text{H}_2\text{TeO}_4$  га айланади.  $\text{H}_2\text{TeO}_4$  кислота анча қаттиқ қиздирилганда теллурат ангидрид  $\text{TeO}_3$  га айланади.



XVI БОБ

АЗОТ ГРУППАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қават- ларга тақсимланиши				
				2	5			
Азот . . . . .	N	14,0067	7	2	5			
Фосфор . . . . .	P	30,9738	15	2	8	5		
Мишьяк . . . . .	As	74,9216	33	2	8	18	5	
Сурьма . . . . .	Sb	121,75	51	2	8	18	18	5
Висмут . . . . .	Bi	208,980	83	2	8	18	32	18 5

126. Азот группаси элементларининг умумий характеристикаси. Азот группасига даврий системанинг бешинчи группасидаги типик элементлар — азот ҳамда фосфор ва атомларининг тузилиши жиҳатидан буларга ўхшаш элементлар, яъни катта даврларнинг тоқ қаторларидаги элементлар — мишьяк, сурьма ва висмут киради. Бу беш элементнинг ҳаммаси бешинчи группанинг асосий группчасини ташкил қилади, бу группача азот группаси деб ҳам аталади.

Азот группасидаги элементлар атомининг сиртқи қаватида бештадан электрони бўлиб, умуман олганда, улар металллоидлар деб қаралади. Аммо электронлар бириктириб олинш хусусияти бу элементларда олтинчи ва еттинчи группалардаги тегишли элементларникига қараганда анча кучсиздир. Азот группасидаги элементларнинг юқори мусбат валентлиги, сиртқи қаватда бешта электрон бўлмаганлигидан, бешга тенг, манфий валентлиги эса учга тенг. Электроманфийлиги нисбатан кичик бўлганлиги туфайли, уларнинг водород билан боғланиши водороднинг олтинчи ва еттинчи группа элементлари билан боғланишидагига қараганда камроқ қутбланган. Шунинг учун, азот группасидаги элементларнинг водородли бирикмалари сувдаги эритмаларда водород йонини ажратиб чиқармайди ва, шундай қилиб, кислоталик хоссаларга эга бўлмайди.

Азот группасидаги элементларнинг физик ва химиявий хоссалари, тартиб номерларининг тартиб бориши билан, илгари ўрганилган группаларда кузатилган тартибда ўзгариб боради. Аммо азотнинг металлоидлик хоссалари кислородникига қараганда ва айниқса фторникига қараганда кучсизроқ бўлганлигидан, бу хоссаларнинг кейинги элементларга ўтиш билан заифлаша бориши натижасида уларнинг металллик хоссалари тез тартиб боради. Металлик хоссалар мишьякда анча равшан кўринади, сурьмада металлоидлик хоссалар ҳам, металллик хоссалар ҳам тахминан баб-баравар, висмутда эса металллик хоссалар металлоидлик хоссаларга қараганда анча устун туради.

Азот группасидаги элементларнинг энг муҳим физик константалари 22-жадвалда кўрсатилган.

22-жадвал

Азот группасидаги элементларнинг энг муҳим физик константалари

Константалар номи	Азот N	Фосфор P	Мишьяк As	Сурьма Sb	Висмут ВI
Зичлик, $g/cm^3$ ҳисобида . . .	0,808	1,82 (оқ (суёқлик) фосфорни- ки)	3,727	6,68	9,80
Суёқланиш температураси, °C ҳисобида . . . . .	-210	44,1	817	630,5	271,3
Қайнаш температураси, °C ҳи- собида . . . . .	-195,8	275	612 (сублимат- ланади)	1625	1430
Атомнинг радиуси, Å ҳисо- бида . . . . .	0,71	1,3	1,48	1,61	1,82

АЗОТ (Nitrogenium); атом оғирлиги 14.0067

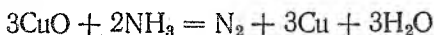
127. Табиатда азот. Азотнинг олиниши ва хоссалари. Азотнинг кўп қисми табиатда эркин ҳолатда бўлади. Эркин азот, маълумки, ҳавонинг асосий таркибий қисмини ташкил этади, ҳавода ҳажм жиҳатидан 78% га яқин азот бор. Азотнинг анорганик бирикмалари, Тинч океан қирғоғида — Чилида катта-катта қатламлар ҳосил қилган натрийли селитра  $NaNO_3$  ни ҳисобга олмаганда, табиатда кўп миқдорда учрамайди. Тупроқда жуда оз миқдорда азот бор, у ҳам бўлса, асосан, тупроқдаги нитрат кислота тузлари таркибидадир. Аммо азот мураккаб органик бирикмалар — оқсил моддалар тарихида хар қайси ўсимлик ва хар қайси ҳайвон гавдаси таркибида киради. Ҳужайраларнинг энг муҳим қисмлари — протоплаз-

ма ва ядро оқсил моддалардан тузилган. Оқсил моддаларнинг ўсимлик ва ҳайвонлар ҳужайрасида содир бўладиган ажойиб ўзгаришлари бутун ҳаётининг процессининг асосини ташкил этади. Оқсил бўлмаसा, ҳаёт ҳам бўлмайди, оқсилнинг таркибида азот албатта бўлганлигидан, бу элементнинг табиат ҳаётида қанчалик муҳим аҳамиятга эга эканлиги ўзидан тушунарлидир.

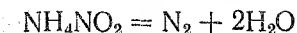
Ер қобиғида (гидросфера ва атмосфера ҳам қўшилганда) азотнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 0,04 процентини ташкил этади.

Ҳаводан азот ажратиб олиш, асосан, уни кислороддан ажратиб олишдан иборат. Бу иш саноатда суюқ ҳавони махсус установкаларда буғлатиш йўли билан амалга оширилади.

Мутлақо тоза азот унинг бирикмаларидан, масалан, аммиакдан олинади, бунинг учун, аммиак қаттиқ қиздирилган мис (II) - оксид устидан ўтказилади:



ёки аммоний нитрит қиздириб туриб ажратилади:



Тоza азот — ҳидсиз ва сувда жуда оз эрийдиган рангсиз газ. У ҳаводан бир оз енгил: бир литр азот 1,25 г келади. Азот юқори босим остида жуда қаттиқ совитилса, суюқликка айланади, бу суюқлик минус 195,8°С да қайнайди, минус 210°С да эса қотади.

Азот, химиявий жиҳатдан олганда, ниҳоятда инертдир. Азот одатдаги температурада ҳеч қандай элемент билан бирикмайди деса бўлади. Азот қиздирилганда баъзи бир металллар билан, масалан, литий, магний, кальций, титан билан анча осон бирикади. Ниҳоят, жуда юқори температурада кислород ва водород билан бевосита бирикади.

Азот атмосферасига киритиб қўйилган ҳайвонлар тез орада нобуд бўлади, ҳайвонларнинг нобуд бўлишига сабаб, азотнинг заҳарли эканлиги эмас (азот заҳарли модда эмас), балки кислороднинг йўқлигидир. Азотнинг номи ҳам ана шундан келиб чиққан, азот сўзи грекча «азос» деган сўздан олинган бўлиб, унинг маъноси ҳаётининг эмас демакдир. Азотнинг латинча номи — nitroqenium том маъноси билан «селитра туғдирувчи» демакдир.

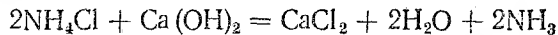
Азот молекуласи икки атомдан иборат ( $\text{N}_2$ ). Бу атомлар бир-бири билан жуда пухта боғланган, азотнинг одатдаги температурада ниҳоятда инерт бўлишининг сабаби ҳам аншун.

Азот жуда кўп бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмалар билвосита йўл билан олинади ва хилма-хил ўзгаришларга осон учрайди.

Эркин азот электротехника саноатида «ярим ваттли» лампаларни тўлдириш учун ишлатилади. Аммо ҳаводан ажратиб олинadиган азотнинг кўпчилик қисми синтетик аммиак ва кальций цианамид ишлаб чиқариш учун кетади.

128. Аммиак  $\text{NH}_3$ . Азот водород билан бир неча бирикма ҳосил қилади; бу бирикмалардан энг аҳамиятлиси аммиакдир; аммиак ўзига хос ўткир ҳидли, рангсиз газ бўлиб, новшадил спирт ҳиди келиши билан ҳаммага маълум.

Лабораторияда, одатда, новшадил  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ва сўндирилган оҳак  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  дан иборат аралашмани қиздириш йўли билан аммиак олинади. Бўладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Ажралиб чиқадиган аммиакда сув буғи бўлади. Уни қуриштириш учун, аммиак ичига натрон оҳак (оҳак билан ўувчи натрий аралашмаси) солинган склянкадан ўтказилади.

Бир литр аммиак нормал шароитда 0,77 г келади. Аммиак ҳаводан анча энгил бўлганлиги учун, уни тўнкарилган идишга йиғиш мумкин.

Аммиак одатдаги босим остида —  $33,5^\circ\text{C}$  гача совитилса,  $-77,8^\circ\text{C}$  да қотадиган тиниқ суюқликка айланади. Суюқ аммиак пўлат баллонларда 6—7 атм босим остида сақланади.

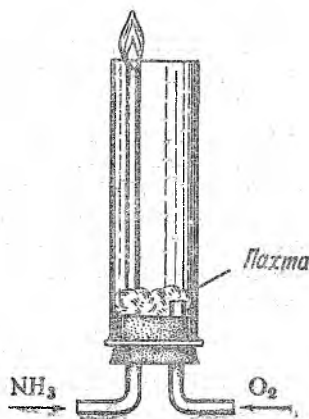
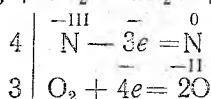
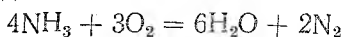
Аммиак қайнаш температурасининг нисбатан юқори ( $-33,5^\circ\text{C}$ ) бўлиши унинг кичик молекуляр оғирлиги (M-17) га мувофиқ эмас, бунинг сабаби шуки,  $\text{NH}_3$  молекулалари суюқ ҳолатда кучли даражада ассоциланган бўлади, бу эса аммиак молекулаларининг жуда равшан ифодаланган қутбланишидан келиб чиқади.

Аммиак сувда жуда яхши эрийди: бир ҳажм сувда одатдаги температурада 700 ҳажмга яқин аммиак эрийди. Аммиакнинг концентралланган эритмасида 25%  $\text{NH}_3$  бўлиб, зичлиги  $0,91 \text{ г/см}^3$  га тенг. Аммиакнинг сувдаги эритмаси, баъзан, новшадил спирт деб аталади. Медицинада ишлатиладиган одатдаги новшадил спирт таркибида 10%  $\text{NH}_3$  бўлади. Температуранинг кўтарилиши билан аммиакнинг эрувчанлиги камаяди, шунинг учун, у концентралланган эритмадан шу эритма қиздирилганда ажралиб чиқади, лабораторияларда оз миқдорда аммиак газни олиш учун баъзан ана шу усулдан фойдаланилади.

Аммиак эритмасидан паст температурада  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  таркибли кристаллгидрат ажратиб олиниши мумкин, бу кристаллгидрат —

—79°С да суоқланади.  $\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  таркибли кристаллгидрат ҳам маълум.

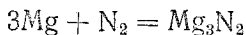
Аммиак, химиявий жиҳатдан олганда, анча актив бирикмадир; у кўпгина моддалар билан реакцияга киришади. Аммиакда азот қайтарилишнинг энг юқори даражасига эришади, азотнинг бу қайтарилиш даражаси — 3 валентликка мувофиқ келади. Шунинг учун, аммиак азотнинг валентлиги янада пасаядиган реакцияга киришмайди: у фақат қайтариш хоссаларигагина эга. Агар орасидан кислород ўтиб турадиган кенг найга киритилган найчадан аммиак оқими ўтказилса (83-расм), аммиакни осонгина ёндириш мумкин; у кислородда оқиш, яшилроқ аланга бериб ёнади. Аммиак ёнганда сув ва эркин азот ҳосил бўлади:



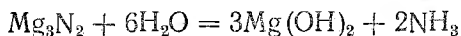
83-расм. Аммиакнинг кислородда ёнишини кўрсатиш учун ишлатиладиган асбоб.

Бошқа шароитда аммиакнинг оксидланиши давом этиб, азот оксидлари ҳосил бўлиши мумкин.

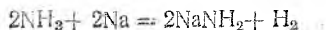
Олтинчи ва еттинчи группалардаги металлоидлар водород билан ҳосил қилган бирикмаларининг аксича, аммиакда аниқ ифодаланган мутлақо ҳам кислоталик хоссалар йўқ. Аммо аммиакдаги водород ўрнини металллар олиши мумкин. Бунда ҳосил бўладиган бирикмалар нитридлар деб аталади. Бу нитридларнинг баъзилари, масалан, кальций нитрид билан магний нитрид, азотнинг кальций ва магний билан юқори температурада бевосита бирикишидан ҳосил бўлади:



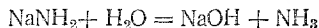
Кўпчилик нитридлар сув таъсиридан батамом гидролизланиб, аммиак ва металл гидроксиди ҳосил қилади. Масалан:



Аммиак молекуласидаги фақат бир атом водород ўрнини металл атоми олса, бу металлнинг амиди ҳосил бўлади. Масалан, суоқлантирилган натрий устидан аммиак ўтказиб, 210°С да суоқланадиган рангсиз кристалллардан иборат *натрий амиди*  $\text{NaNH}_2$  ҳосил қилиш мумкин:



Сув натрий амидни ажратиб юборади; бу реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



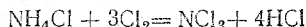
Натрий амиди кучли асослик ва сув тўртиб олиш хоссаларига эга бўлганлигидан, баъзи органик синтезларда, масалан, муҳим бўёқлардан бири бўлган индигони (нил бўёғини) синтез қилишда, сульфидни синтез қилишда ишлатилади.

Аммиакдаги бир атом водороднинг ўрнини гидроксил олишидан ҳосил бўладиган маҳсулот гидроксилламин  $\text{NH}_2\text{OH}$  дир, у  $34,0^\circ\text{C}$  температурада суёқланадиган қаттиқ моддадир.

Гидроксилламин нитрат кислотани ажралиб чиқаётган ғайтдаги водород билан қайтариш орқали олинади. Гидроксилламин сувда осон эриб,  $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$  таркибли гидрат ҳосил қилади, бу гидрат қисман  $[\text{NH}_3\text{OH}]^+$  ва  $\text{OH}^-$  ионларига диссоциланади. Шунинг учун гидроксилламиннинг сувдаги эритмаси асослик хоссаларга эга; у кислоталар билан нейтралланганда гидроксилламин тузлари, масалан,  $[\text{NH}_3\text{OH}]\text{Cl}$  ҳосил бўлади (пастроқда аммиак билан солиштириб кўриласин).

Гидроксилламин ва унинг тузлари кўпгина органик препаратлар тайёрлашда кенг ишлатилади.

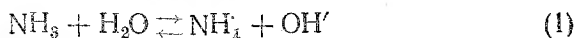
Аммиакдаги водород ўрнини галогенлар олиши ҳам мумкин, бунда азотнинг галогенлар билан ҳосил қилган ниҳоятда беқарор бирикмалари олинади. Масалан, аммоний хлориднинг концентралланган эритмасига хлор таъсир эттирилса, азот хлорид  $\text{NCl}_3$  ҳосил бўлади:



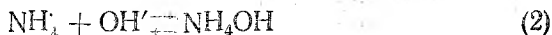
азот хлорид мойсимон оғир суёқлик бўлиб, кучли портлаш хоссасига эга.

Аммиакка йод таъсир этишидан ҳосил бўладиган ва сувда эримайдиган қора модда—азот йодиднинг хоссалари ҳам азот хлориднинг хоссаларига ўхшайди. Азот йодид нам ҳолда хавфсиздир, аммо қуритилган азот йодидга сал тегилса ҳам портлаб кетади, бунда гунафша тусли йод буғи паға-паға бўлиб ажралиб чиқади. Азот йодиднинг таркиби, унинг олинish температурасига қараб, ҳар хил бўлади (одатдаги температурада азот йодид  $\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$  формуласи билан ифодаланади).

Аммиакнинг сувдаги эритмаси ишқорий реакцияга эга, демак, унда гидроксил ионлари бор. Уларнинг эритмада пайдо бўлишига сабаб шуки,  $\text{NH}_3$  молекулаларининг бир қисми сувнинг водород ионлари билан бирикиб, бир зарядли мураккаб ионлар  $\text{NH}_4^+$  (аммоний ионлари) ҳосил қилади ва гидроксил ионларини ажратиб чиқаради:

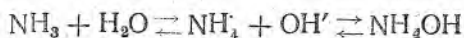


гидроксил ионлари, ўз навбатида, аммоний ионлари билан қисман боғланади, натижада аммоний гидроксид деб аталадиган модда  $\text{NH}_4\text{OH}$  молекулалари ҳосил бўлади; аммоний гидроксид асос бўлиб, унда  $\text{NH}_4^+$  группа бир валентли металл ролини ўйнайди:



Натижада, эритмада, бир томондан, аммоний ионлари ва гидроксил ионлари билан аммоний гидроксид молекулалари ораси-

да, иккинчи томондан, ўша молекулаларнинг ўзи билан аммиак ва сув молекулалари орасида мувозанат қарор топади:



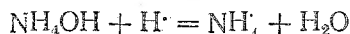
Шундай қилиб, аммиак эритмасида бир вақтнинг ўзида  $\text{NH}_3$  молекулалари,  $\text{NH}_4^+$  ва  $\text{OH}^-$  ионлари, аммоний гидроксид молекулалари бўлади.

Аммиак эритмаси кучсиз ишқорий реакцияга эга бўлганлигидан, аммоний гидроксид, одатда, кучсиз асос деб қаралади, у ионларга жуда ҳам оз даражадагина диссоциланади (диссоциация константаси  $18^\circ\text{C}$  да  $1,75 \cdot 10^{-5}$  га тенг).

Эритилган аммиакнинг асосий массаси эритмада  $\text{NH}_3$  молекулалари ҳолида бўлади, деган фикр бор. Бундай шароитда эритмада диссоциланмаган аммоний гидроксиднинг бўлиши шубҳалидир, шунинг учун, аммоний гидроксид кучли, амалда батамом диссоциланган асосдир, унинг ионлари эса эритмада айтарли юқори концентрацияда бўла олмайди, чунки мувозанат (1) кучли даражада чапга силжиган бўлади.

Агар аммиак эритмасига кучли бирор кислота, масалан, хлорид кислота қўшилса, кислотанинг водород ионлари эритмада бўлган гидроксил ионлари билан ҳам, аммиак молекулалари билан ҳам бирикади (аммиак молекулалари билан бирикканда аммоний ионларини ҳосил қилади). Натижада, нейтрал эритма ҳосил бўлади, бу эритмада амалда фақат аммоний ионлари ва ўша кислотанинг анионларигина бўлади.

Содир бўладиган реакцияларни қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



ва



**129. Аммоний тузлари.** Аммиакнинг бирор кислота билан нейтралланган эритмалари буғлатилганда аммоний ионлари ўша кислотанинг анионлари билан бирикиб, қаттиқ кристаллик моддалар ҳосил қилади, бу кристаллик моддаларда ион панжаралар бўлиб, уларнинг барча хоссалари типик тузларнинг хоссаларига ўхшайди. Улар аммоний тузлари деб аталади.

Аммоний тузлари аммиакнинг сувдаги эритмалари кислоталар билан нейтраллангандагина ҳосил бўлиб қолмай, балки газсимон аммиак сувсиз кислоталар билан бевосита бирикканда ҳам ҳосил бўлади. Масалан:



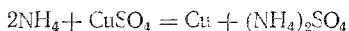
Шу сабабли, лабораторияларнинг ҳавосида ҳамма вақт газсимон аммиак ва кислоталарнинг буғи бўлганлигидан, ла-

бораториядаги мўрили шкафларнинг ойналари, деразалар, ичида реактивлар бўлган склянкалар ва бошқа буюмларга аммоний тузларининг оқ гарди ўтириб қолади.

Аммоний тузлари ишқорий металлларнинг тузларига, айниқса калий тузларига жуда ўхшаш бўлади, чунки  $K^+$  билан  $NH_4^+$  ионларининг радиуслари тахминан, бир-бирига тенг. Аммоний тузлари сувда осон эриб, ионларга батамом ажралади. Аммонийнинг кучли кислоталардан ҳосил бўлган тузлари эритмаларда гидролизланиши сабабли, кучсиз кислотали реакцияни намоён қилади.

Аммоний тузларидан эркин ҳолдаги аммонийни, яъни электронейтрал молекулалар —  $NH_3$  дан иборат моддани ажратиб олиш йўлида қилинган кўпдан-кўп ҳаракатлар муваффақиятсизликка учради, чунки аммоний, ҳосил бўлиш пайтидаёқ, аммиак билан водородга ажралиб кетади. Эркин аммоний металлнинг хоссаларга эга бўлиши керак. Аммоний амальгамасининг, яъни аммоний билан симоб қотишмасининг мавжудлиги аммонийнинг металл характерига эга эканлигини билвосита кўрсатиб беради, аммоний амальгамаси ишқорий металлларнинг амальгамаларига жуда ўхшайди.

Аммоний амальгамаси ҳосил қилиш учун, аввал, натрий амальгамаси тайёрланади, бунинг учун симобга оз-оздан натрий метали қўшиб қориштириб, ярим суюқ масса ҳосил қилинади. Шундай йўл билан тайёрланган натрий амальгамасига новшадилнинг тўйинган эритмаси қўйилса, натрий новшадилдан аммонийни сиқиб чиқаради, аммоний симоб билан бирикиб, ҳажмдор, ушлаб кўрилганда ёғдек сезиладиган аммоний амальгамасини ҳосил қилади. Аммоний амальгамаси ниҳоятда беқарор бўлиб, фақат паст температурадагина тура олиши мумкин. Агар аммоний амальгамаси  $CuSO_4$  нинг совуқ эритмасига тегирилса, аммоний  $CuSO_4$  дан миснинг маълум бир миқдорини сиқиб чиқариб, шу билан бир вақтда  $(NH_4)_2 SO_4$  ни ҳосил қилади:



Аммоний амальгамаси одатдаги температурада симоб, аммиак ҳамда водородга дарҳол ажралади.

Аммоний тузларининг ишқорларга муносабати ниҳоятда характерлидир. Агар бирор аммоний тузи эритмасига ишқор таъсир эттирилса, қуйидаги реакция содир бўлади:



Эритма қиздирилса, аммиак учиб чиқади, ҳидидан ва лакмусли нам қоғозга таъсиридан унинг аммиак эканлигига ишонч ҳосил қилиш мумкин. Шундай қилиб, эритмага аммонийнинг ҳар қандай тузи бор-йўқлигини ўша эритмага ишқор эритмаси қўшиб қиздириш йўли билан аниқлаш мумкин (аммоний ионини топиш реакцияси).

Аммоний тузлари қуруқ ҳолда қиздирилса, аммиак ва кислотага анча осон диссоциланади. Масалан:

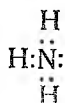




Туз таркибига кирадиган кислота учувчан бўлса, у аммиак билан бирга учиб кетади, совитилганда эса у билан яна бирикиб туз ҳосил қилади. Масалан, қуруқ аммоний хлорид пробиркага солиб қиздирилса, туз гўё сублиматланади ва пробирканинг совуқ деворларида оқ қиров ҳосил қилади.

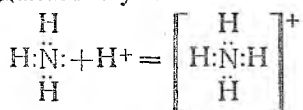
Агар кислота учувчан бўлмаса, фақат аммиак учиб кетади, кислота эса аммоний тузи қиздирилган идишда қолади. Аммоний сульфат  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ёки аммоний фосфатнинг  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  қиздирилиши бунга мисол бўла олади.

Аммиакнинг сув билан ва кислота эритмалари билан ўзаро таъсири натижасида аммоний ионларининг ҳосил бўлиши аммиак молекуласининг тузилишидан келиб чиқади; аммиак молекуласининг тузилиши қуйидаги формула билан кўрсатилиши мумкин:

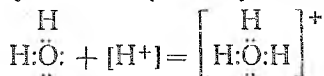


Азотда водород электронлари билан жуфтлашган учта электрондан ташқари, яна бир жуфт «эркин» электрон қолиши юқоридаги формуладан кўриниб турибди. Ана шу бир жуфт электрон ҳисобига водород иони бириктириб олинади, шундан кейин, бу иккала электрон азот ионига ҳам, бириктириб олинган водород ионига ҳам умумий бўлиб қолади.

Агар битта ҳам электронга эга бўлмаган водород иони  $[\text{H}]^+$  тарзида кўрсатилса юқорида айтилганларни қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин:

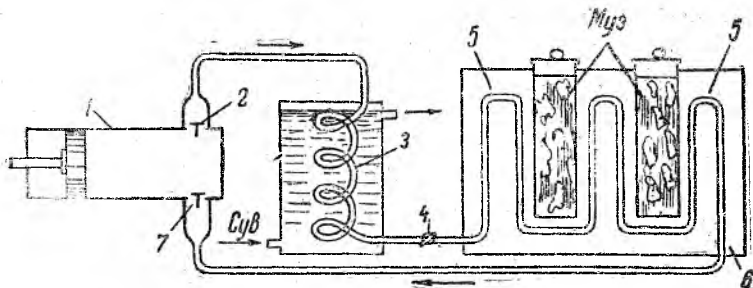


Сув молекуласи билан  $[\text{H}]^+$  ионидан гидроксоний иони ҳам худди юқоридаги йўл билан ҳосил бўлади:



130. Аммиакнинг ва аммоний тузларининг ишлатилиши. Аммиак ва аммоний тузлари амалда кенг миқёсда ишлатилади. Юқорида айтилганидек, аммиак ҳатто кичик (7 — 8 атл) босимда ҳам суюқликка осон айланади, бу суюқликнинг қайнаш температураси  $33,5^\circ\text{C}$  га тенгдир. Суюқ аммиак буғланганда кўп миқдор (1 г аммиак буғланганда 327 кал) иссиқлик ютилади, шунинг учун, суюқ аммиак совитиш ишларида, тез ҳидланадиган маҳсулотлар сақланадиган омборларни совитиш учун, шунингдек, сунъий муз тайёрлаш учун ишлатилади.

84-расмда сунъий совитиш учун ишлатиладиган совитиш машинасининг схемаси кўрсатилган. Компрессор (1) поршень тагидаги аммиакни 9 атм гача сиқади. Сиқилган аммиак юқорига қараб очиладиган клапан (2) орқали змеевик (3) га ўтади, змеевик тўхтовсиз оқиб ўтадиган сув билан совитилиб туради. Бу ерда аммиак суюқликка айланади ва кран (4) орқали узун змеевик (5) га ўтади, змеевик (5) тузнинг концентрланган эритмаси солинган идиш (6) га жойлашган бўлади. Змеевик (5) нинг ҳажми катта бўлганлиги учун, суюқ аммиак тезда буғланади ва туз эритмасидан иссиқликни тортиб олади. Буғланган аммиакни компрессор клапан (7) орқали



84-расм. Совитиш машинасининг схемаси:

1 — компрессор; 2 ва 7 — клапанлар; 3 — аммиакни суюқликка айлантириш учун хизмат қиладиган змеевик; 4 — кран; 5 — змеевик, бунда суюқ аммиак буғланади; 6 — тузнинг концентрланган эритмаси солинган идиш.

яна сўриб олади, клапан (7) фақат юқорига очилади, шундай қилиб, аммиак узлуксиз айланиб юради. Агар идиш (6) га сув билан тўлдирилган металл яшик туширилса, бу яшик ичидаги сув яхлаб, брусоклар шаклидаги музга айланади. Тузнинг идиш (6) да совитиладиган эритмаси совуқхона ичига ўрнатилган трубалар орқали қайта ҳайдалса, совуқхонада зарур бўлган паст температура доимо тутиб турилиши мумкин.

Аммиакнинг сувдаги эритмалари химия саноатининг хилма-хил соҳаларида осон учувчан кучсиз асос сифатида, шунингдек, медицинада ва уй хўжалигида ишлатилади. Аммо ҳозирги вақтда олинadиган аммиакнинг асосий қисми нитрат кислота ва азотли сунъий ўғитлар тайёрлаш учун кетади.

Аммоний тузларидан энг муҳим аҳамиятга эга бўлгани аммоний сульфат  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  дир, аммоний сульфат жуда яхши ўғит бўлганлиги учун, ғоят кўп миқдорда тайёрланади. Аммоний нитрат  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  нинг аҳамияти ундан ҳам катта, бу ўғит ҳаводан ва сувдан олинади. Аммоний хлорид, бошқача айтганда, новшадил  $\text{NH}_4\text{Cl}$  бўёқчилик ишида, читга гул босишда, гальваник элементларда, шунингдек, кавшарлашда ва қалай юритишда ишлатилади. Новшадилнинг кавшарлашда кўрсатадиган таъсири унинг қизиган металлларга текканда аммиак билан водород хлоридга ажралишига асосланган. Водород хлорид металл оксидларини эритиб, учув-

чан хлоридлар ҳосил қилади ва, шундай қилиб, металл сиртини тозалайди, натижада металл сиртига кавшар яхши ёпишади.

Сувоқ аммиак ва аммоний тузларининг аммиакка тўйинган эритмалари ўғит сифатида ишлатилади. Бу ўғитларнинг асосий афзалликларидан бири шуки, улар таркибида аммиак кўп бўлади.

**131. Аммиакнинг олиниши.** Ўтган асрнинг охирларигача саноатда аммиак тошкўмирни кокслашда чиқадиган қўшимча маҳсулот тарзидагина олинар эди. Тошкўмир таркибида 1 дан 2% гача азот бўлади. Тошкўмир қуруқ ҳайдалганда бу азотнинг қарийб ҳаммаси аммиак ва аммоний тузлари тарихасида ажралиб чиқади. Қуруқ ҳайдашда чиқадиган бошқа газсимон маҳсулотлардан аммиакни ва аммоний тузларини ажратиб олиш учун кокс газини сувдан ўтказилади. Бу аммиакли ёки, бошқача қилиб айтганда, газли сувдан оҳак қўшиб қиздириш орқали аммиак ажратиб олинади. Ажратиб олинган аммиак, одатда, сульфат кислотага юборилади, аммиак сульфат кислота билан бирикиб, аммоний сульфат  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ҳосил қилади. Тоза аммиак ҳосил қилиш учун, аммоний сульфат оҳакка қўшиб яна қиздирилади.

Узоқ вақтгача, газли сув аммиак ҳосил қилишнинг бирдан-бир манбаи бўлиб келди. Аммо йигирманчи асрнинг бошларида саноатда аммиак олишнинг мутлақо янги усуллари кашф этилди. Бу усул атмосфера азотини боғлашга ёки, бошқача қилиб айтганда, фиксация қилишга асосланган. Бу кашфиётлар инсон ҳаётида қанчалик катта аҳамиятга эга бўлганлигини тушуниш учун, аввало, азотнинг ҳаётий процесслардаги роли тўғрисида равшан тасаввурга эга бўлиш керак.

Юқорида айтиб ўтилганидек, азот оқсил моддаларнинг таркибига албатта киради, оқсил моддалар эса ҳар қандай тирик мавжудотнинг озиқланиши учун зарур моддалардир. Аммо атмосферада эркин азот запаслари ниҳоятда кўплигига, амалда битмас-туғалмас бўлганлигига қарамай, ҳайвонот ҳам, ўсимликлар ҳам (камдан-кам ўсимликлардан ташқари) бу азотдан озиқланиш учун бевосита фойдалана олмайди.

Ўсимликлар азотни тупроқдан олади; азот ҳар хил органик бирикмалар ҳолида бўлиб, улар секин-аста нитрат кислота тузларига ва аммоний тузларига айланади. Бу тузлар тупроқдаги сувда эриб, ўсимликлар илдизларига сўрилади, ундан кейин эса ўсимлик ҳужайраларида оқсилларга ва азотнинг бошқа мураккаб бирикмаларига айланади.

Ҳайвонлар азотни ҳатто тузлар ҳолида ҳам ўзлаштира олмайди. Ҳайвонларнинг овқатланиши учун, ўсимлик ёки бошқа ҳайвонлар ишлаб берадиган оқсил моддалар керак. Оқсил моддаларнинг ўрнини бошқа ҳеч қандай бирикмалар боса олмайди. Шунинг учун, ҳайвонларнинг яшаши ўсимликларга тамомила боғлиқдир; ҳайвонлар ўзлари учун зарур бўлган овқатни фақат ўсимликлар воситаси билангина олиши мумкин.

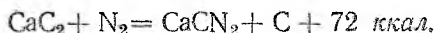
Тупроқда, одатда, жуда оз миқдорда азот бўлади, тупроқдан бу азотни ҳамма вақт ўсимликлар олиб туради. Далалардан ҳосил йиғиштириб олинганда, тупроқдан ўсимликлар олган азот ҳам ҳосил билан бирга кетади. Шундай қилиб, тупроқ тез орада ориқланади ва тобора унумсиз бўлиб қолади. Шу сабабдан, яхши ҳосил олиш учун тупроқдаги азотнинг ўрнини доимо тўлдириб туриш зарур, бунинг учун тупроққа ҳар хил ўғитлар тариқасида азотли бирикмалар солиб туриш керак.

Биринчи жаҳон уруши (1914 — 1918 йиллар) бошланишига қадар азотли асосий ўғит натрийли селитра (чили селитраси) эди. Бу селитра Европага Жанубий Америкадан келтирилар эди. Портлювчи моддалар ва азотнинг бошқа бирикмалари ишлаб чиқариш учун зарур бўладиган нитрат кислота олишнинг бирдан-бир манбаи ҳам ана шу чили селитраси эди. Табиий селитра запасларининг чекланганлиги, уларнинг асосий истеъмолчилардан узоқ бўлганлиги, асосан эса қишлоқ хўжалигини ва нитрат кислота заводларини чет мамлакатдан келтириладиган хом ашёдан қутқариш учун бўлган ҳаракатлар азот бирикмалари ҳосил қилиш учун атмосфера азотидан фойдаланиш масаласини навбатдаги вазифалардан бири қилиб қўйди. Бу масаланинг муваффақият билан ҳал қилиниши химиянинг XX аср бошларидаги энг катта ютуқларидан бири бўлди. Ҳаво азотини бошқа элементларнинг азотли бирикмаларига айлантириш учун, ўн йил ичида биргина эмас, балки бир пача техник усуллар кашф этилди. Бу усулларнинг аммиак олиш учун қўлланиладиган иккитаси билан танишиб ўтамиз.

Кашф этилиш жиҳатидан биринчи бўлган (1904 йил) усул аммиак олишнинг цианамид усулидир, бу усул азотнинг кальций карбид  $\text{CaC}_2$  билан бевосита бирикши хусусиятига асосланган.

Кальций карбид сўндирилмаган оҳак билан кўмирдан иборат аралашмани электр пачада қаттиқ қиздириш йўли билан олинади. Кальций карбид юқори температурада азот билан реакцияга киришиб, *кальций цианамид*  $\text{CaCN}_2$  деб аталадиган қаттиқ модда ва эркин углерод ҳосил қилади.

Бўладиган реакцияни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



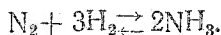
Реакцияни амалга ошириш учун кальций карбиднинг бирор жойи қиздирилади ва кальций карбид орқали азот оқиши ўтказилади. Бунда кальций карбиднинг қиздирилган ерида азотнинг боғланиш процесси бошланади; бу вақтда жуда кўп иссиқлик чиқади. Бу иссиқлик карбиднинг қолган массасини қиздиради ва азотнинг боғланиш процесси карбиднинг ҳаммаси азот билан батамом бириккунча давом этади.

Шундай йўл билан олинган кальций цианамид, кўмир аралашганлиги туфайли, тўқ кул ранг тусга бўялган кукунсимон моддадир. Кальций цианамидга сув буғи 6 атм босим остида таъсир эттирилса, кальций цианамид осон ажралиб, аммиак ва кальций карбонат ҳосил бўлади:



Йилига 4 минг т кальций цианамид чиқарадиган биринчи завод 1906 йилда Италияда қурилган эди. 1921 йилда бутун дунёда йилига 500 минг т кальций цианамид ишлаб чиқариладиган бўлди. Аммо, шундан кейин, янги завод қурилмади деса бўлади, чунки аммиак олишнинг бошқа бир техник усули ишлаб чиқилди ва ривожлантирилди, бу усул аммиакни водород билан азотдан синтез қилиш усулидир.\*

Азот одатдаги температурада водород билан бирикмайди. Аммо азот билан водород аралашмасидан электр учқуни ўтказилса, муайян миқдорда аммиак ҳосил бўлиши илгариданоқ маълум эди. Бу реакцияни батафсил ўрганиш электр учқуни ўтказилганда аммиак ҳосил бўлибгина қолмай, унинг тескариси, яъни аммиакнинг азот билан водородга ажралиши ҳам содир бўлишини кўрсатди. Шундай қилиб, азот билан водород орасида содир бўладиган реакция қайтар реакция бўлиб, мувозанат ҳолатига олиб боради:

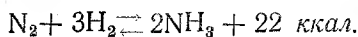


Электр учқуни ёрдами билан ҳосил қилинадиган юқори температурада мувозанат чап томонга кучли равишда силжиган бўлади, бунинг натижасида, жуда оз миқдорда аммиак

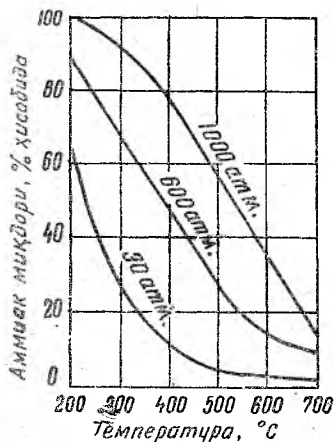
\* Ҳозирги вақтда ишлаб чиқариладиган кальций цианамиднинг кўп миқдори азотли ўғитлар ва дефолиант сифатида ишлатилади, бу ўғитлар кўнгини экинларга, асосан, подзол тупроқларда қиладиган экинларга солиш учун яроқлидир. Кальций цианамиднинг бир қисми қайта ишланиб, мочевина ва цианли бирикмалар ҳосил қилинади.

чиқади, аммиак миқдорини ошириш йўлида қилинган ҳаракатлар кўп вақт муваффақиятсизликка учраб келди. XX асрнинг бошларидагина, узоқ вақт зўр бериб қилинган ишлар натижасида, ниҳоят, процессни завод миқёсида олиб боришга, етарли даражада аммиак чиқишини таъминлайдиган шарт-шароитни топишга муваффақ бўлинди. Асосий шарт-шароитдан бири юқори босим бўлиб чиқди, процессда азот билан водород аралашмаси ниҳоятда сиқилади. Дарҳақиқат, аммиак ҳосил бўлишида газлар аралашмаси ҳажмининг камайиши юқорида келтирилган тенгламадан кўриниб турибди; шунинг учун, Ле-Шателье принципига биноан, босимнинг ортиши аммиак ҳосил бўлишига яхши шароит туғдириб бериши керак, бу нарса, тажрибада тасдиқланди.

Иккинчи томондан, азот билан водороднинг бирикшиш реакциясида иссиқлик чиқиши ҳам аниқланди:



Демак, температура қанчалик юқори бўлса, аммиак ҳам шунчалик кам ҳосил бўлади. Шунинг учун, реакция, имкони борича, паст температурада олиб борилиши керак. Аммо



85- расм. Ҳосил бўладиган аммиак миқдорининг босим ва температурага боғлиқлиги.

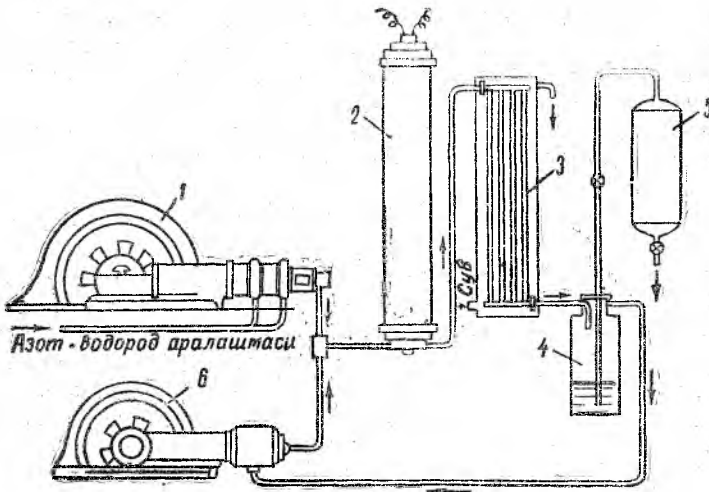
паст температураларда реакция шу қадар суст борадики, муайян миқдорда аммиак ҳосил қилиш учун ниҳоятда кўп вақт керак бўлади. Процессни тезлатиш учун катализаторлардан фойдаланишга тўғри келди. Ҳар хил металл ва уларнинг оксидлари ичида катализатор учун энг қўл келадигани темир метали бўлиб чиқди (бу темир ғовак масса ҳолида олиниб, унга озроқ миқдорда алюминий ва калий бирикмалари қўшилган бўлади).

Амалда бу реакция 500° га яқин температурада олиб борилади, мувозанатнинг чап томонга бундай температурада вужудга келадиган силжишини йўқотиш мақсадида, юқори босимдан фойдаланилади. Мувозанат ҳолатида аммиакнинг миқдори температура ва босимга қараб қандай тарзда ўзгариши 85-расмда яққол кўрсатилган. Расмда кўрсатилган эгри чизиқлардан кўриниб турадики, агар босим мувофиқ суратда

орттирилар экан, паст температурада ҳам, юқори температу-  
рада ҳам маълум миқдорда аммиак ҳосил қилиш мумкин\*.

Саноатда аммиак синтез қилиш учун ҳар хил типдаги установкалардан фойдаланилади, бу установкалар азот-водород аралашмаси тайёрлан усули, аппаратларнинг конструкцияси, катализаторларнинг таркиби, босимнинг катта-кичиклигига ва шу кабилар жиҳатидан бир-биридан фарқ қилади.

Заводда аммиак синтез қилиш установкаларидан бирининг схемаси 86-расмда кўрсатилган. 1 ҳажм азот ва 3 ҳажм водороддан иборат ара-



86-расм. Аммиак синтез қилиш установкасининг схемаси:

1 — компрессор; 2 — синтез колоннаси; 3 — совитгич; 4 — сепаратор;  
5 — суюқ аммиак йиғгич; 6 — циркуляцион насос.

лашма компрессор (1) ёрдами билан 200—300 атм гача (баъзи установкаларда 1000 атм гача) сиқилади, аралашма газларни тозалаш учун мўлжалланган филтрдан (бу филтр схемада кўрсатилмаган) ўтгач, ичида катализатор бўлган синтез колоннаси (2) га боради ва бу ерда аммиакнинг синтез реакцияси содир бўлади. Бутун системани ишга тушириш олдидан, синтез колоннасининг ички томони электр токи ёрдами билан 500—550°C гача қиздирилади. Бу температура реакция вақтида чиқадиغان иссиқлик ҳисобига бирдек бўлиб туради. Катализатор устидан ўтиб, таркибда 20% гача аммиак бўлган газлар совитгич (3) га тушади. Газсимон аммиак, юқори босим туфайли, у ерда суюқликка айланади; шундан кейин у, реакцияга киришмай қолган азот ҳамда водороддан сепаратор (4) да ажратилади. Суюқ аммиак сепаратордан паст босимли йиғгич (5) га вақт-вақти билан ўтказилиб туради, суюқ аммиак у ердан омборга жўнатилади. Реакцияга киришмай қолган газлар сепаратордан циркуляцион насос (6) ёрдами билан сўриб олинади ва азот-водород аралашмасининг компрессор (1)

\* Босим 4—5 минг атм га етказилса, катализатор ишлатилмаса ҳам 100% аммиак чиқаверади.

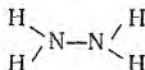
ёрдамида бериладиган янги порциялари билан аралаштирилиб, яна синтез колоннаси (2) га ўтказилади. Шундай қилиб, системада маълум миқдордаги азот-водород аралашмаси доимо айланиб юради.

Ҳозирги вақтда аммиак синтез қилиш атмосфера азотини боғлашнинг асосий усулидир. Бу усулнинг бошқа усуллардан асосий афзаллиги шундаки, бу усул билан ишлаб чиқариладиган аммиак анча арзон тушади.

132. Гидразин  $N_2H_4$ . Азид кислота  $NN_3$ . Азот водород билан бирикиб аммиакдан ташқари, яна икки хил бирикма ҳосил қилади, аммо бу бирикмаларнинг аҳамияти аммиакнинг аҳамиятидек эмас.

Гидразин  $N_2H_4$   $113,6^\circ C$  да қайнайдиган рангсиз суюқлик бўлиб, аммиакнинг концентрланган эритмасига  $NaClO$  таъсир этишидан ҳосил бўлади.

Гидразиннинг структура формуласи мана бундай:



Гидразин сув билан бирикиб, барқарор гидрат  $(N_2H_5)OH$  ҳосил қилади, бу гидрат кучсиз асос хоссаларига эга бўлиб, худди аммоний тузларига ўқшаш тузлар ҳосил қилади, масалан: гидразин хлорид  $N_2H_5Cl$ , Гидразин кучли қайтарувчи сифатида ишлатилади.

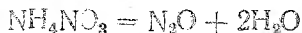
Азид кислота  $NN_3$  гидразиннинг сувдаги эритмасига нитрат кислота  $HNO_3$  таъсир эттириш йўли билан олиниши мумкин; азид кислота қайнаш нуқтаси  $36^\circ C$  бўлган ўткир ҳидли рангсиз суюқликдир.

Азид кислота кучсиз кислоталар қаторига киради ( $K=3 \cdot 10^{-6}$ ). Азид кислота сувда эритилса,  $H^+$  ва  $N_3^-$  ионларига диссоциланади. Унинг тузлари— азидлар, худди шу кислотанинг ўзи каби, қаттиқ портловчи моддалардир.

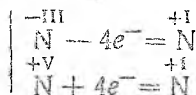
Қўроғини азид  $Pb(N_3)_2$  капсуль-детонаторларга солиш учун ишлатилади.

133. Азот оксидлари. Азот кислород билан бирикиб, олти хил оксид ҳосил қилади: азот (I)-оксид  $N_2O$ , азот (II)-оксид  $NO$ , азот қўш оксид  $NO_2$ , азот тўрт оксид  $N_2O_4$ , нитрит ангидрид  $N_2O_3$  ва нитрат ангидрид  $N_2O_5$ . Бу оксидларнинг ҳаммаси нитрат кислотадан ва унинг тузларидан олиниши мумкин.

Азот (I)-оксид  $N_2O$ . Азот (I)-оксид аммоний нитратнинг қиздирилишидан ҳосил бўлади:



Аммоний нитрат таркибига кирган азот атомларидан бири бу реакцияда электронлар йўқотади, иккинчиси эса электронлар қабул қилиб олади, натижада, азотнинг иккала атоми ҳам мусбат бир валентли бўлиб қолади:

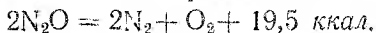


Азот (I)-оксид  $0^\circ C$  ва  $30 \text{ атм}$  босимда суюқликка айландиган рангсиз, ҳидсиз газ. Азот (I)-оксид сувда анча яхши



эрийди: бир ҳажм сувда 0°C да 1,3 ҳажм, 25°C да эса 0,6 ҳажм  $N_2O$  эрийди. Азот (I)- оксид сувда эриганда сув билан ҳеч қандай бирикма ҳосил қилмайди.

Азот (I)- оксид — эндотермик бирикма, у қиздирилганда азот ва кислородга осон ажралиб кетади:

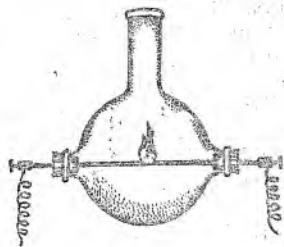


Шунинг учун, азот (I)- оксид ёнишга яхши ёрдам беради. Азот (I)- оксидга яллиғланиб турган чўп туширилса, худди тоза кислороддагидек, алаңгалиниб кетади; азот (I)- оксидда фосфор, олтингургурт ва бошқа моддалар ҳам жуда яхши ёнади, бунинг натижасида азот ажралиб чиқади.

Азот (I)- оксид билан нафас олган киши оғриқни сезмайдиган бўлиб қолади, шунинг учун азот (I)- оксид кислород билан аралаштирилган ҳолда, баъзан, енгил операциялар вақтида наркоз учун ишлатилади. Кўп миқдорда азот (I)- оксид нафасга кетса, нерв системасига таъсир этиб, уни қўзғатади; шунинг учун унга «кулдирувчи газ» деган ном берилган.

Азот (II) - оксид NO. Азот билан кислород одатдаги шароитда ўзаро реакцияга киришмайди. Аммо жуда юқори температурада, масалан, ҳаводан электр учқунлари ўтказилганда, азот кислород билан бевосита бирикиб, азот (II)- оксид ҳосил қилиши мумкин. Шунинг учун, момақалдиноқ бўлган вақтларда атмосферада азот (II)- оксид ҳаминша ҳосил бўлиб туради.

Электр разряди бўлган вақтда азот (II)- оксид ҳосил бўлиши мумкинлигини қуйидаги тажрибада яққол кўрсатса бўлади. Катта қолбанинг (87- расм) икки ёнидаги тешигига иккита йўғон мис сим ўтказилган иккита пробка тиқилади, бу сим-



87- расм. Азотнинг кислородда ёнишини «ўрсатиш» учун ишлатиладиган асбоб.

лар катта индукцион ғалтакнинг қутбларига уланади. Ғалтакдан ток ўтказилганда бояғи мис симларнинг учларида учқун узлуксиз ҳосил бўлиб туради, бу учқун тепасида эса кислородда «ёнаётган» азотнинг сарғиш алаңгаси пайдо бўлади.

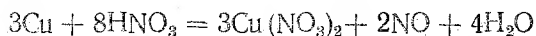
Азот билан кислороддан азот (II)-оксид ҳосил қилиш реакцияси қайтар реакция бўлиб, бунда жуда кўп иссиқлик ютилади.



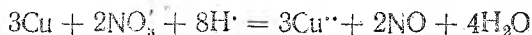
Паст температурада бу реакциянинг мувозанати амалда чап томонга батамом силжиган, яъни ҳосил бўладиган азот

(II)-оксид миқдори ниҳоятда оз бўлади. Температуранинг кўтарилиши билан мувозанат ўнг томонга силжий бошлайди, аммо шу қадар секин силжийдики, ҳатто 1000° да ҳам бу газлар аралашмасида атиги 1% га яқин азот (II)-оксид бўлади. Температура пасайтирилиши билан азот (II)-оксид яна азот ва кислородга ажралади. Аммо бу газларнинг аралашмаси ниҳоятда тез совитилса, мувозанат силжишга улгура олмайди, ундан кейин, реакциянинг тезлиги ниҳоятда кичик бўлганлигидан, мувозанат бутунлай силжмай қўяди ва, шундай қилиб, юқори температурада қанча NO ҳосил бўлган бўлса, аралашмада худди шунча NO бўлади. Азот (II)-оксид ҳосил қилиш учун бу реакциядан амалда фойдаланиш кераклиги тўғрисида 136-параграфга қаралсин.

Лабораторияда азот (II)-оксид унча концентранланмаган нитрат кислота билан миснинг ўзаро таъсиридан фойдаланиб ҳосил қилинади:



бу тенгламанинг ионли шаклда ёзилиши:



Азот (II)-оксид суюқликка айланиши ниҳоятда қийин бўлган рангсиз газдир. Суюқ азот (II)-оксид — 151,8°C температурада қайнаб,— 163,7°C да қотади. У сувда ниҳоятда оз эрийди: 1 ҳажм сувда 0°C да атиги 0,07 ҳажм NO эрийди.

Азот (II)-оксид химиявий хоссалари жиҳатидан бефарқ оксидлар қаторига киради, чунки у ҳеч қандай кислота ҳосил қилмайди.

Азот (II)-оксид ўз кислородини азотнинг бошқа оксидларига қараганда анча қийин беради. Шунинг учун азот (II)-оксидда кислород билан айниқса шиддатли бирикадиган моддаларгина, масалан, фосфор ёниши мумкин. Аммо ёниб турган шам, чўп, олтингугурт азот (II)-оксидга туширилса, дарҳол ўчади.

Азот (II)-оксиднинг энг характерли хоссаси шундан иборатки, у кислород билан қиздирилмаганда ҳам осон бирикиб, қўнғир тусли азот қўш оксид ҳосил қилади:

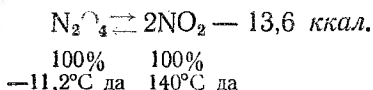


Агар, масалан, азот (II)-оксид билан тўлдирилган цилиндрнинг оғзи очилса, цилиндр оғзи ёнида азот қўш оксиддан иборат қўнғир булут дарҳол ҳосил бўлади.

Азот қўш оксид — қўнғир тусли заҳарли газ бўлиб, унинг ўзига хос ҳиди бор. Азот қўш оксид суюқликка осон айланади, натижада, қизғиш суюқлик ҳосил бўлади (унинг

қайнаш температураси  $20,7^{\circ}\text{C}$  га тенг), бу суюқлик совитилганда секин-аста рангини йўқота боради ва, ниҳоят,  $-11,2^{\circ}\text{C}$  да музлаб, рангсиз кристалик массага айланади. Аксинча, газсимон азот қўш оксид қиздирилса, унинг ранги тобора тўқ бўлиб бориб,  $140^{\circ}\text{C}$  да деярли қора тусга киради. Температуранинг кўтарилиши билан азот қўш оксид буғининг зичлиги ҳам ўзгаради. Паст температурада азот қўш оксид буғининг зичлиги тахминан иккиланган формула  $\text{N}_2\text{O}_4$  га мувофиқ келади. Температуранинг кўтарилиши билан азот қўш оксид буғининг зичлиги камаяди ва  $140^{\circ}$  да  $\text{NO}_2$  формуласига аниқ мувофиқ келади. Демак,  $-11,2^{\circ}\text{C}$  ва ундан паст температурада мавжуд бўладиган рангсиз кристаллар, афтидан, бутунлай  $\text{N}_2\text{O}_4$  молекулаларидан иборат бўлади, шунинг учун у, азот (IV)-оксид деб аталиши мумкин.

Рангсиз азот (IV)-оксид қиздирилиши билан секин-аста диссоциланиб, тўқ қўнғир азот қўш оксид  $\text{NO}_2$  молекулаларини ҳосил қилади; температура  $140^{\circ}\text{C}$  га етказилганда азот IV-оксид тамомила диссоциланиб кетади. Шунинг учун  $-11,2$  дан  $140^{\circ}\text{C}$  гача бўлган температурада ҳамма вақт  $\text{NO}_2$  ва  $\text{N}_2\text{O}_4$  молекулаларнинг аралашмаси бўлиб, улар бир-бири билан мувозанатда туради:



$140^{\circ}\text{C}$  дан юқорида  $\text{NO}_2$  нинг  $\text{NO}$  ва кислородга диссоциланиши бошланади.

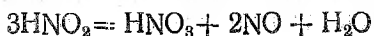
Азот қўш оксид ниҳоятда зўр оксидловчидир. Кўпгина моддалар азот қўш оксидда ёниб, ундан кислородни тортиб олиши мумкин. Сульфит ангидрид азот қўш оксидда оксидланиб, сульфат ангидридга айланади, маълумки, сульфат кислота ишлаб чиқаришнинг нитроза усули ана шунга асосланган.

Азот қўш оксиднинг буғи анча заҳарли. Азот (IV)-оксид буғи билан нафас олган кишининг нафас йўллари қаттиқ таъсирланади, киши ҳатто қаттиқ заҳарланиши ҳам мумкин.

Азот қўш оксид ёки, тўғрироқ айтганда, азот (IV)-оксид сувда эритилса, сув билан реакцияга киришиб, нитрат ва нитрит кислоталарни ҳосил қилади:



Аммо нитрит кислота ниҳоятда беқарор бўлиб, нитрат кислотага, азот (II)-оксид ва сувга дарҳол ажралади:



Шунинг учун азот қўш оксиднинг [азот (IV)-оксиднинг] сув билан, айниқса, илиқ сув билан ўзаро таъсирини амалда қўйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



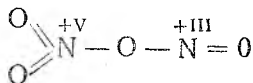
бу тенглама ундан юқоридаги иккала тенгламани бир-бирига қўшишдан ҳосил қилиниши мумкин, бунинг учун биринчи тенгламани учга кўпайтириш лозим.

Ҳосил бўлаётган азот (II)-оксид ҳаво иштирокида дар-ҳол оксидланиб, азот қўш оксидга айланади, бу ҳолда  $\text{NO}_2$  батамом нитрат кислотага ўтади. Бу реакция техникада муҳим аҳамиятга эга бўлиб, ҳозирги замон усуллари билан нитрат кислота ҳосил қилишда ана шу реакциядан фойдаланилади.

Агар азот қўш оксид (азот (IV)-оксид) ишқорларда эри-тилса, нитрат кислота тузлари билан нитрит кислота тузла-рининг аралашмаси ҳосил бўлади:



Азот (IV)-оксиднинг сув ва ишқорлар билан бўладиган юқоридаги реакцияси бу модда молекуласидаги бир атом азотнинг валентлиги +5, иккинчи атом азотнинг валентлиги +3 эканлигини кўрсатади. Шунинг учун, азот (IV)-оксид, кўпинча, нитрит ҳамда нитрат кислоталарнинг аралаш ангид-риди деб аталади ва унинг структура формуласи қўйидагича кўрсатилади:



Агар  $\text{NO}$  ва  $\text{NO}_2$  молекулаларидаги барча атомлар валент электронла-рининг умумий сонни ҳисоблаб чиқсак, унинг  $\text{NO}$  молекуласида  $11(5+6)$  ва  $\text{NO}_2$  молекуласида  $17(5+2\cdot6)$  эканлигини, яъни тоқ сонлар билан ифодалани-шини кўрамиз. Азот (II)-оксид билан азот қўш оксид электронлари сонга тоқ бўлган камдан-кам молекулалар жумласига киради. Бундай молекулалар, асосан, жиҳатдан олганда, жуфтланмаган электронлари бор эркин атомлар тарзида бўлади. Жуфтланмаган электронлари бор молекулалар эркин ради-каллар деб аталади.

Нитрит ангидрид  $\text{N}_2\text{O}_3$   $3,5^\circ\text{C}$  да қайнаб, азот (II)-оксид ва азот қўш оксидга ажраладиган тўқ ҳаво ранг тусли суюқликдир. Азот (II)-оксид билан азот қўш оксиднинг ба-равар ҳажмдаги аралашмаси совитилганда яна нитрит ангид-рид ҳосил бўлади:



Нитрит ангидридга нитрит кислота мувофиқ келади.

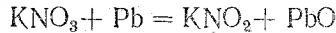
Нитрат ангидрид  $\text{N}_2\text{O}_5$   $32,3^\circ\text{C}$  да суюқланадиган қат-

тиқ кристаллик моддадир. Нитрат ангидрид нитрат кислотага фосфат ангидрид таъсир эттириш йўли билан олиниши мумкин:



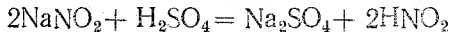
Нитрат ангидрид ниҳоятда кучли оксидловчидир. Кўпгина органик моддалар нитрат ангидридга текканда алангаланиб кетади. Нитрат ангидрид сувда яхши эриб, нитрат кислота ҳосил қилади.

**134. Нитрит кислота  $\text{HNO}_2$ .** Агар калийли ёки натрийли селитра қиздирилса, улар ўз кислородининг бир қисмини йўқотиб, нитрит кислота  $\text{HNO}_2$  нинг тузларига айланади. Селитранинг ажралиши ажралиб чиқаётган кислородни боғлайдиган қўрғошин иштирокида осонроқ бўлади:

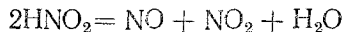


Нитрит кислота тузлари — нитритлар сувда яхши эрийдиган (нитрит кислотанинг кумушли тузигина сувда яхши эримайди) кристаллик моддалардир. Натрий нитрит  $\text{NaNO}_2$  ҳар мил бўёқлар ишлаб чиқаришда кўп ишлатилади.

Нитритларнинг бирор эритмасига суялтирилган сульфат кислота таъсир эттирилса, эркин нитрит кислота ҳосил бўлади:



Нитрит кислота кучсиз кислоталар жумласига киради ( $K=5 \cdot 10^{-4}$ ) ва у жуда ҳам суялтирилган сувдаги эритмаларидагина маълумдир. Нитрит кислота эритмасининг концентрацияси оширилса ёки у қиздирилса, нитрит кислота азот (II)-оксид ва азот қўш оксидга ажралади:



Нитрит кислота кучли оксидловчидир, аммо, шу билан бир вақтда, унга бошқа, анча актив оксидловчилар таъсир этганда оксидланиб, нитрат кислотага айланиши мумкин.

**135. Нитрат кислота.** Тоza нитрат кислота зичлиги  $1,50 \text{ г/см}^3$  ва қайнаш температураси  $83,8^\circ\text{C}$  бўлган рангсиз суюқликдир, нитрат кислота —  $42^\circ\text{C}$  да қотиб, тиниқ кристаллик массага айланади. Нитрат кислота ҳавода, концентранланган хлорид кислота сингари, «тутайди», чунки нитрат кислота буғи ҳаводаги нам билан қўшилиб, майда-майда туман томчиларини ҳосил қилади.

Нитрат кислота сув билан ҳар қандай нисбатда аралашади; унинг 68% ли эритмаси  $120,5^\circ\text{C}$  да қайнаб, таркибини ўзгартмай ҳайдалади. Зичлиги  $1,4 \text{ г/см}^3$  бўлган, сотиладиган одатдаги нитрат кислотанинг таркиби худди шундай бўлади. Таркибида 96—98%  $\text{HNO}_3$  бўлиб, унда азот қўш оксид

эриганлигидан қизғиш-қўнғир тусга кирган, концентрланган нитрат кислота тутовчи нитрат кислота номи билан маълумдир.

Нитрат кислота химиявий жиҳатдан унча барқарор эмас. У ёруғлик таъсир этгандаёқ секин-аста сувга, кислород ва азот қўш оксидга ажралади:



Температура қанчалик юқори ва кислота қанчалик концентрланган бўлса, ажралиш шунчалик тез боради. Шунинг учун, селитрадан олинadиган нитрат кислота азот қўш оксид борлигидан, сарғиш тусга кирган бўлади. Нитрат кислота ажралиб кетишининг олдини олиш учун, у паст босимда ҳайдалади; паст босимда нитрат кислота 20°C га яқин температурада қайнайди.



88- расм. Нитрат кислотада скипидарнинг алангалашиши.

Нитрат кислота, химиявий жиҳатдан олганда, энг кучли кислоталар қаторига киради; нитрат кислота суюлтирилган эритмаларида Н<sup>+</sup> ва NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ионларига батамом ажралади.

Нитрат кислотанинг энг характери хоссаси шундан иборатки, унинг оксидлаш хусусияти ниҳоятда равшан ифодаланган. *Нитрат кислота энг кучли оксидловчилардан биридир.* Кўпгина металлоидлар нитрат кислота таъсирида осон оксидланиб, тегишли кислоталарга айланади. Масалан, олтингугурт нитрат кислотага қўшиб қайнатилса, секин-аста оксидланиб, сульфат кислотага, фосфор нитрат кислотага қўшиб қайнатилганда эса фосфат кислотага айланади ва ҳоказо.

Яллиғланиб турган кўмир нитрат кислотага туширилса ўчмай туриш у ёқда турсин, ярқираб ёниб кетиб, кислотани ажратиб юборади, натижада, қизғиш-қўнғир тусли азот қўш оксид ҳосил бўлади.

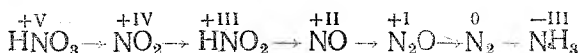
Баъзан, оксидланиш пайтида шу қадар кўп иссиқлик чиқадики, натижада, оксидланаётган модда, қиздирилмаса ҳам ўз-ўзидан ёниб кетади.

Масалан, чинни косачага тутовчи нитрат кислотадан озгина қуямиз, косачани кенг стаканнинг тубига ўрнатамиз, пипеткада скипидар олиб, уни кислотали косачага томиза бошлаймиз. Ҳар қайси томчи кислотага тушганда ўт олиб

кетади ва ёнади, бунинг натижасида катта аланга чиқади ва қорақуядан иборат тутун ҳосил бўлади (88-расм). Қиздирилган ёғоч қипиғи ҳам тутовчи нитрат кислотанинг томчилари тушганда ўт олиб кетади. Нитрат кислота олтин, платина ва баъзи нодир металллардан бошқа барча металлларга таъсир этиб, уларни нитрат кислота тузларига айлантиради. Нитрат кислота тузлари сувда эрувчан бўлганлигидан, нитрат кислотадан амалда металлларни, айниқса мис, кумуш, қўрғошин каби бошқа кислоталар таъсир эта олмайдиган ёки жуда секин таъсир этадиган металлларни эритишда доимо фойдаланилади.

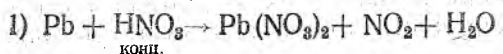
Шуниси ажойибки, Ломоносов аниқлаганидек, суюлтирилган нитрат кислотада осон эрийдиган баъзи металллар (темир, алюминий ва бошқалар) концентрланган совуқ нитрат кислотада эрмайди. Бунинг сабаби, афтидан, бу металлларнинг сиртида уларни яна оксидланишдан сақлайдиган жуда юпқа ва жуда зич оксид қавати ҳосил бўлишидир. Бундай металллар концентрланган нитрат кислотада ишлангандан кейин «пассив» бўлиб қолади, яъни суюлтирилган кислоталарда ҳам эрмайдиган ҳолга келади.

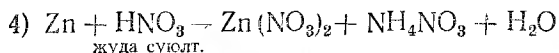
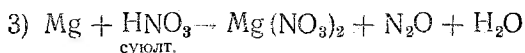
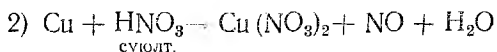
Нитрат кислотада оксидлаш хоссаларининг бўлишига сабаб, бу кислота молекулаларининг беқарорлиги ва бу молекулада юқори оксидланиш ҳолатидаги азот бўлганлигидир, азотнинг бу оксидланиш ҳолати бешга тенг мусбат валентликка тўғри келади. Нитрат кислота бошқа моддаларни оксидлаб, ўзи бирин-кетин қуйидаги бирикмаларга қайтарилади:



Нитрат кислотанинг қайтарилиш даражаси унинг концентрациясига ҳам, қайтарувчининг активлигига ҳам боғлиқдир. Кислота нақадар суюлтирилган бўлса, у шу қадар кучли қайтарилади. Концентрланган нитрат кислота ҳамма вақт  $\text{NO}_2$  гача қайтарилади. Суюлтирилган нитрат кислота, одатда,  $\text{NO}$  гача ёки анча актив металллар, масалан темир, рух, магний таъсир этганда азот (I)-оксид  $\text{N}_2\text{O}$  гача қайтарилади. Агар кислота жуда суюлтирилган бўлса, бу кислотанинг қайтарилишида ҳосил бўладиган асосий маҳсулот аммиак бўлиб, у ортиқча кислота билан бирикиб, аммонийли туз:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ҳосил қилади.

Юқорида баён этилганларни яққол кўрсатиш учун, нитрат кислота ёрдами билан бўладиган бир неча оксидланиш реакцияларининг схемаларини кўрсатиб ўтамиз:

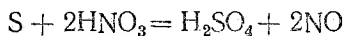




Бу реакцияларнинг тўла тенгلامасини тузиш ўқувчиларнинг ўзига ҳавола қилинади.

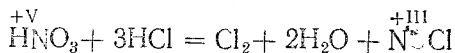
Шуни таъкидлаб ўтмоқ лозимки, *металларга суюлтирилган нитрат кислота таъсир этганда, одатда, водород ажралиб чиқмайди.*

Нитрат кислотада металлоидлар оксидланганда нитрат кислотанинг ўзи, одатда, азот (II)-оксидгача қайтарилади. Масалан:

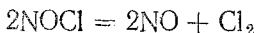


Юқорида кўрсатилган схемалар нитрат кислотанинг оксидлаш таъсирига оид энг типик ҳолларнигина ифодалайди. Умуман шуни таъкидлаб ўтмоқ зарурки, нитрат кислота иштирок этадиган барча оксидланиш реакциялари, қайтарилиш натижасида ҳар хил маҳсулотлар бир вақтда ҳосил бўлганлигидан, жуда мураккаб боради; бу реакциялар ҳозиргача тўла аниқланган деб ҳисоблаб бўлмайди.

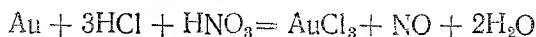
! ҳажм нитрат кислота билан 3 ҳажм хлорид кислотадаң иборат аралашма зар суви деб аталади. Зар суви нитрат кислотада эрмайдиган баъзи металларни, жумладан «металлар шоҳи», яъни олтинни ҳам эритади. Зар сувининг бундай таъсир этишига сабаб шуки, нитрат кислота хлорид кислотани оксидлаб, эркин хлор ажратиб чиқаради ва *нитрозил хлорид NOCl* ҳосил бўлади:



Нитрозил хлорид реакциянинг оралик маҳсулоти бўлиб, азот (II)-оксид ва хлорга ажралади:



Ажралиб чиқадиган хлор металлар билан бирикиб, металл хлоридлар ҳосил қилади, шунинг учун металлар зар сувида эритилганда нитрат кислота тузлари ҳосил бўлмай, хлорид кислота тузлари ҳосил бўлади:

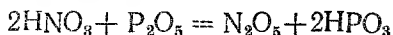


Нитрат кислота кўпгина органик моддаларга шундай таъсир этадики, органик бирикма молекуласидаги битта ёки



бир неча атом водород ўрнини нитрогруппалар —  $\text{NO}_2$  олади. Нитроланиш деб аталган бу процесс органик химияда ниҳоятда муҳим роль ўйнайди.

Нитрат кислотага фосфат ангидрид таъсир эттирилганда фосфат ангидрид нитрат кислотада сув элементларини тартиб олади ва, натижада, метанитрат ангидрид билан метафосфат кислота ҳосил бўлади:



Нитрат кислота азотнинг энг муҳим бирикмаларидан биридир:

кўп миқдордаги нитрат кислота азотли ўғитлар ва органик бўёқлар ишлаб чиқариш учун сарф бўлади. Нитрат кислота кўпгина химиявий процессларда оксидловчи сифатида ишлатилади, нитроза усули билан сульфат кислота ишлаб чиқаришда фойдаланилади, металлларни эритиш учун, нитратлар ҳосил қилиш учун ишлатилади, целлюлозалари лаклар, киноплёнкалар тайёрлашда ва кўпгина бошқа химиявий ишлаб чиқаришларда ишлатилади. Нитрат кислота мамлакатни мудофаа қилиш учун зарур бўлган тутунсиз порох ва портловчи моддалар тайёрлашда ҳам ишлатилади, нитрат кислотада ҳозирги вақтда тоғ руда ишларида ва ҳар хил ер қазииш ишларида (каналлар, тўғонлар ва шу кабилар қуришда) кенг фойдаланилади.

136. Саноатда нитрат кислота олиш. Нитрат кислота ҳозирги вақтда уч хил усул билан олинади, бу усуллар саноатда қайси тартибда қўлланила бошлаган бўлса, уларни худди шу тартибда баён этамиз.

1. Селитрадан нитрат кислота олиш. Нитрат кислота олишнинг ўн еттинчи аср ўрталаридаёқ фойдаланилган энг эски усули натрийли селитрани концентрланган сульфат кислотага қўшиб қиздиришдан иборат:



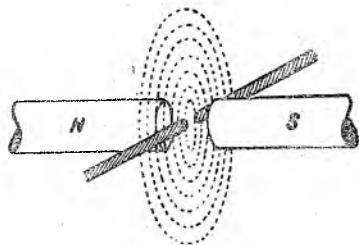
Қиздирилганда ажралиб чиқадиган нитрат кислота буғи сув билан совитиладиган йиғинчга боради, бу ерда эса совиб, суюқликка айланади. Аралашма заифроқ қиздирилса ва сульфат кислота ортиқроқ олинган бўлса, реакция натижасида нордон (гидро) туз ҳосил бўлади. Агар етарли миқдорда селитра олиниб, қаттиқроқ қиздирилса, нормал туз ҳосил бўлади:



Аммо бунда нитрат кислота кўпроқ исроф бўлади, чунки у ажралиб кетади. Шу сабабдан, процесс биринчи тенглама билан ифодаланган реакция бўлишини таъминлайдиган тарзда олиб борилади.

Иигирманчи аср бошларига қадар, нитрат кислота олишнинг юқорида тасвирланган усули sanoatда қўлланиладиган бирдан-бир усул эди. Шундан кейин, атмосфера азотини фиксация қилишга (боғлашга) асосланган бошқа усуллар бу усул ўрнини батамом олди.

2. Ёй методидан фойдаланиб, ҳаводан нитрат кислота олиш. Sanoatда дастлаб Норвегияда 1905 йилда амалга оширилган бу метод азот билан кислороднинг



89-расм. Электр ёйи магнит майдонда.

133-параграфда баён этилган бевосита бириктиш реакциясига асосланади. Бу реакция учун зарур бўлган юқори температура sanoatда электр ёйи ёрдами билан ҳосил қилинади, электр ёйи жуда катта электр ток манбаига уланади. Агар электр ёйининг алаңгаси кучли электромагнитнинг иккита қутби орасига жойлашган бўлса (89-расм), бу ёй ясси диск шаклига киради, бунинг натижасида

аланганинг юзаси жуда ортиб кетади. Диаметри 3 мм га етадиган бу олов диск, ўтга чидамли ғиштлардан қурилган махсус печда ҳосил қилинади, бу печда температура 3000—3500°C га етади. Печнинг деворларида жуда кўп каналлар бўлади, бу каналлардан печга ҳаво ҳайдалади. Ҳаво электр ёйининг алаңгаси билан тўқнаш келганда жуда қизиб кетади ва унда озроқ миқдорда азот (II)-оксид ҳосил бўлади.

Таркибида 2—3% азот (II)-оксид бўлган ва ташқарига чиқаётган газлар 1000—1100°C гача жуда тез совитилади, бунинг натижасида, ҳосил бўлган азот (II)-оксиднинг яна азот ва кислородга ажралиш имконияти йўқолади. Газлар аралашмаси яна совитилиш процессида азот (II)-оксидга кислород бириктиб, азот қўш оксидга айланади. Азот қўш оксид сувга юттирилади ва, шундай қилиб, нитрат кислотага айлантирилади.

Юқорида баён этилган метод билан нитрат кислота олишда жуда кўп миқдорда электр энергияси сарф бўлади. Шунинг учун, бу метод шалолалари ниҳоятда кўп бўлганлиги сабабдан, арзон электр энергия ресурсларига эга бўлган Норвегияда энг кўп қўлланилади. Бутун дунёда ёй усули билан

йилига олиндиган азот бирикмалари миқдори 1925 йилга келиб, азотга айлантириб ҳисоблаганда, 42000 т га етди. Аммо кейинги йилларда ён методи саноат аҳамиятини мутлақо йўқотди, чунки нитрат кислотани янги метод билан — синтетик аммиакни оксидлаш йўли билан ҳосил қилиш иқтисодий жиҳатдан фойдалироқ бўлиб чиқди.

3. Аммиакни оксидлаб нитрат кислота олиш. Нитрат кислота олишнинг ҳозирги замон усулларидан энг муҳими аммиакни катализатор

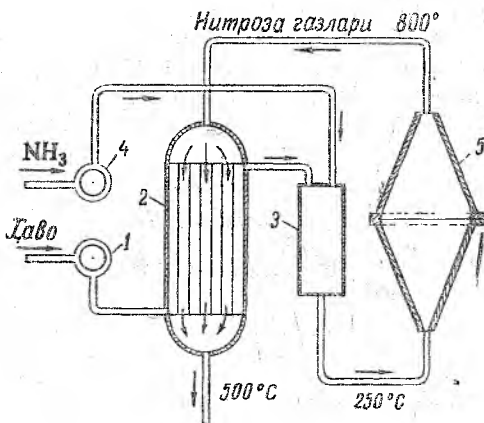
иштирокида ҳаво кислороди билан оксидлаш усулидир. Аммиак хоссалари тасвирланганда (423-бетга қаранг) унинг кислородда ёниши ва бунда реакция натижасида ҳосил бўладиган маҳсулотлар сув билан эркин азот эканлиги айтиб ўтилган эди. Аммо катализатор иштирокида аммиакнинг оксидланиши бошқачароқ бўлиши мумкин. Масалан, аммиак билан ҳаво аралашмаси катализатор вазифасини бажарувчи қиздирилган платина тўрдан ўтказилса, 750°C да, муайян таркибли аралашма ишлатилганда, аммиакнинг қарийб ҳаммаси азот (II)-оксидга айланади:



Азот (II)-оксид азот қўш оксидга осон айланади, азот қўш оксид эса сув билан бирикиб, нитрат кислота ҳосил қилади.

Аммиакни катализатор иштирокида оксидлаб нитрат кислотага айлантириш мумкинлиги илгариданоқ маълум эди, аммо XX аср бошларидагина заводда нитрат кислота ҳосил қилиш учун бу процессдан фойдаланишга муваффақ бўлинди.

Аммиакни оксидлаш учун ишлатилган дастлабки аппаратларда катализатор сифатида платинадан фойдаланилар эди. Ҳозирги вақтда эса, асосан, платина билан родий қотишмаси ишлатилади, бу қотишма таркибида 5—10% родий бўлади. Бунда 96—98% азот (II)-оксид чиқади.

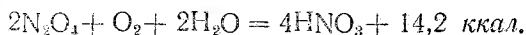


90- расм. Аммиакни оксидлаш установакисининг схемаси:

1 ва 4 вентиляторлар; 2 — иссиқ алмаштиргич; 3 — аралаштиргич; 5 — контакт аппарати.

90-расмда аммиакни атмосфера босимида оксидлаш учун ишлатиладиган завод установкасининг схемаси берилган. Филтрлаш йўли билан механик қўшимчалардан тозаланган ҳаво вентилятор (1) ёрдами билан иссиқ аралаштиргич (2) га берилади, бу ерда ҳаво контакт аппаратидан чиқаётган газлар билан тахминан 300°C гача қизийди ва шундан кейин аралаштиргич (3) га ўтади. Аралаштиргич (3) га вентилятор (4) ёрдами билан газсимон аммиак ҳам ҳайдалади. Таркибида 10—11% аммиак бўлган аммиак-ҳаво аралашмаси аралаштиргичдан контакт аппарати (5) га ўтади, контакт аппарати асослари бир-бирига уланган ичи ҳавол иккита конусдан иборат. Аппаратнинг кенг қисмига платина-родий симларидан қилинган бир неча тўр горизонтал ҳолатда маҳкамланган бўлиб, бу тўрлар катализатор вазифасини ўтайди. Контакт аппаратида аммиак оксидланиб, азот (II)-оксидга айланади. Контакт аппаратида чиқаётган иссиқ газлар аралашмаси иссиқ аралаштиргичга боради. У ерда иссиқ газлар 500—550°C гача совийди, шундан кейин бу газлар бирин-кетин буғ қозонига (газлар иссиқлигидан фойдаланиш учун), махсус совиткичларга ва, няхоят, ютиш минораларига юборилади, бу минораларда, асосан, азот (II)-оксид азот қўш оксидга айланиб, нитрат кислота ҳосил қилади.

Оксидлаш йўли билан олинадиган кислота таркибида, одатда, 50—55%  $\text{HNO}_3$  бўлади. Бу кислотани концентрацияси ундан ҳам ошиқроқ кислотага айлантириш учун, у сульфат кислотага қўшиб ҳайдалади, сульфат кислота сувни тутиб қолувчи восита хизматини ўтайди. Бундан ташқари, кейинги вақтларда суяқ азот қўш оксиднинг сув билан (ёки суяқ азот қўш оксиднинг суюлтирилган нитрат кислота билан) 50 атм босимда ва 75°C температурада кислород иштирокида ўзаро таъсирдан фойдаланиб, концентрланган нитрат кислота ҳосил қилиш усули ишлаб чиқилган. Содир бўладиган реакциялар тенгламалари қўшиб чиқилса, мана бундай умумий тенглама ҳосил бўлади:



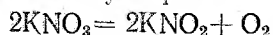
«Бевосита синтез» деб аталадиган бу усул билан бирданига 98% ли нитрат кислота ҳосил қилинади.

Ҳозирги вақтда гоаят кўп миқдорда ишлаб чиқариладиган нитрат кислотанинг каттагина миқдори аммиакни оксидлаш йўли билан ҳосил қилинади. Аммиакнинг асосий массаси элементлардан синтез қилиш йўли билан олинганлигидан, оқибатда бу усул, бундан олдин кўриб чиқилган усул каби, атмосфера азотини фиксация қилишга асосланган.

137. Нитрат кислота тузлари. Нитрат кислота тузлари нитратлар деган умумий ном билан аталади. Нитратлар тегишли металлларга ёки металлларнинг оксидларига нитрат кислота таъсир эттириш йўли билан ҳосил қилинади.

Нитратлар сувда жуда яхши эрийди. Барча нитратлар қуруқ ҳолда қиздирилганда ажралиб, улардан кислород чиқади. Бунда активроқ металлларнинг нитратлари ўз кислоро-

дининг фақат бир қисминигина ажратиб чиқариб, нитритларга — нитрит кислота тузларига айланади:



Қолган кўпчилик металлларнинг нитратлари эса шу металл оксидига, кислород ва азот қўш оксидга ажралади. Масалан:



Нитратлар ўз кислородини осон ажратиб чиқарганлигидан юқори температурада кучли оксидловчилардир. Аксинча, уларнинг сувдаги эритмалари оксидлаш хоссаларига эга эмас деса бўлади.

Натрий нитрат, калий нитрат, аммоний нитрат ва кальций нитрат энг муҳим аҳамиятга эга бўлиб, улар амалда селитралар деган умумий ном билан юритилади.

*Натрий нитрат*  $\text{NaNO}_3$ , бошқача айтганда, натрийлиселитра, баъзан чилиселитраси деб ҳам аталади, бу модда табиатда ер шарининг фақат битта жойида — Чили республикасида (Жанубий Америкада) кўп миқдорда учрайди, чилиселитраси деган ном ана шу республика номидан келиб чиққан.

*Калий нитрат*  $\text{KNO}_3$ , яъни калийлиселитра, бу ҳам оз миқдорда табиатда учрайди, аммо, асосан, натрий нитрат ва калий хлорид орасида бўладиган алмашилиш реакциясидан фойдаланилиб, сунъий йўл билан ҳосил қилинади.

Калий нитрат қора порох тайёрлашда ишлатилади, қора порох селитра, олтингугурт ва кўмрдан иборат махсус ишланган аралашмадир. Одатда, қора порох таркибида 75% селитра, 10% олтингугурт ва 15% кўмир бўлади.

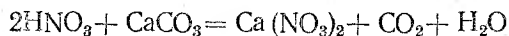
Порохнинг ёниши мураккаб процесс бўлиб, бир неча реакция билан ифодаланади. Бу процесс натижасида ҳосил бўладиган газлар (улар, асосан, азот карбонат ангидрид ва углерод (II)-оксиддан иборат) ҳажми ёнган порохнинг ҳажмидан тахминан 2000 марта кўп бўлади, порохнинг портлаш кучи ниҳоятда катта бўлишининг сабаби ана шунда. Порох ёнганда газсимон моддалардан ташқари, қаттиқ моддалар: калий карбонат, калий сульфат, калий сульфид ва бошқалар ҳам ҳосил бўлади, бу қаттиқ моддалар тугун ҳосил қилади ва қурол стволлида қурум қолдиради. Калий сульфиди хаводаги нам таъсир этганда у қисман ажралиб, водород сульфид чиқаради. Шунинг учун, қора порох ишлатилиб, ўқ узилгандан кейин ҳамма вақт водород сульфид ҳиди келади.

Натрий нитрат порох тайёрлашда ишлатилмайди, чунки у ниҳоятда тигроскопикдир.

*Аммоний нитрат*  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , яъни аммиаклиселитра, бу модда нитрат кислотани аммиак билан нейтраллаш орқали олинади. Аммоний нитрат ўғит сифатида ишлатилади. У ёнувчи ҳар хил моддалар билан портловчи аралашма ҳосил қилади, бу аралашма аммонилар деб аталади ва саноатда портлатиш ишларида қўлланилади.

*Кальций нитрат*  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , бошқача айтганда, кальцийли селитра, бу модда ҳозирги асрнинг бошлариданоқ нитрат кислотани оҳак билан нейтраллаш орқали кўп миқдорда тайёрлаб келинади ва ўғит сифатида ишлатилади.

**138. Азотнинг табиатда айланиши. Агрохимия.** Органик моддалар чириганда улар таркибидаги азотнинг анчагина қисми аммиакка айланади, аммиак эса тупроқда ҳаёт кечирадиган нитратловчи бактериялар таъсири остида оксидланиб, нитрат кислотага айланади. Бу нитрат кислота тупроқда бўладиган карбонат кислота тузлари билан, масалан  $\text{CaCO}_3$  билан реакцияга киришиб, селитра ҳосил қилади:



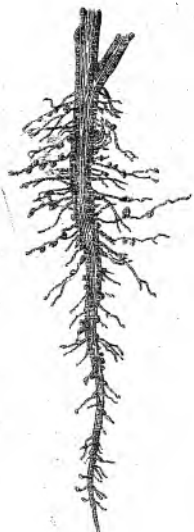
Органик моддаларда бўладиган азотнинг бир қисми шу органик моддалар чириганда эркин ҳолда атмосферага чиқиб кетади. Органик моддалар ёнганда, ўтин, тошкўмир, торф ва бошқалар ёқилганда ҳам эркин азот чиқади. Бундан ташқари, шундай бактериялар ҳам бўладик, улар кислород етишмай қолганда нитрат кислота тузлари таркибидаги кислотародни тортиб олади, бу тузларни емириб, эркин азотни ажратиб чиқаради. Ана шу денитратловчи бактерияларнинг фаолияти натижасида, боғланган азотнинг бир қисми яшил ўсимликлар учун яроқли формада (нитратлардан) шу ўсимликлар учун яроқсиз формага (эркин азотга) айланади. Шундай қилиб, тупроқда чириган ўсимликлар таркибидаги азотнинг фақат бир қисмигина тупроққа қайтади; бир қисми эса секин-аста эркин ҳолда ажралиб чиқади ва, демак, унинг ўсимликлар учун фойдаси бўлмайди.

Азотли минерал бирикмаларнинг тўхтовсиз суратда камайиб бориши, агар йўқолган азотнинг ўрнини тўлдириб турувчи процесслар табиатда мавжуд бўлмаса, ер юзида ҳаётнинг аллақачонлар тамомила тугашига олиб борар эди. Бундай процесслар жумласига, аввало, атмосферада бўлиб турадиган электр разрядлари кирази, электр разрядлари бўлганда бир қадар миқдорда азот оксидлари ҳосил бўлади; бу азот оксидлари сув билан бирикиб, нитрат кислотага айланади, нитрат кислота эса тупроқда селитралар ҳосил қилади. Тупроқда азотли бирикмаларнинг ўрнини тўлдириб турадиган бошқа бир манба атмосфера азотини ўзлаштиришга қобил бўлган азотобактерияларнинг ҳаёт фаолиятидир. Бу бактериялардан баъзилари дуккаклилар оиласидан бўлган ўсимликларнинг илдизларида ҳаёт кечириб, ўзига хос гуддалар — «туганаклар» ҳосил қилади, шунинг учун ҳам бу бактериялар туганак бактериялари деб аталади.

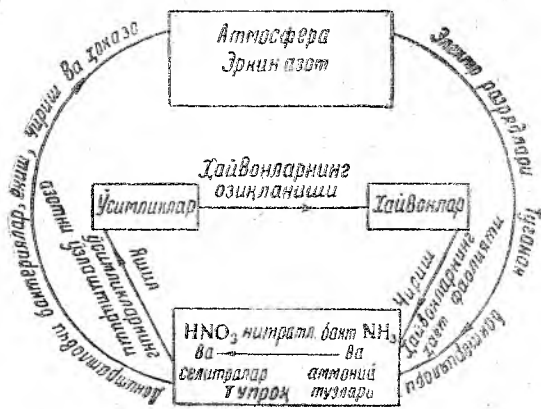
(91-расм). Туганак бактериялари атмосфера азотини ютиб, уни азотли бирикмаларга айлантиради. ўсимликлар эса бу бирикмаларни оқсил ва бошқа мураккаб моддаларга айлантиради.

Шундай қилиб, азот табиатда тўхтовсиз суратда айланиб юради (92-расм).

Азотнинг айланиш цикли берк бўлишига қарамай, мўл ҳосил олиш учун тупроққа таркибида азот бўладиган химиявий бирикмалар солиш зарур. ўсимликларнинг озиқланиш ва ўғит ишлатиш йўли билан уларнинг ҳосилини ошириш масалаларини химиянинг агрохимия деб аталган



91-расм. Дуккакли ўсимлик илдизларидаги туганак бактериялар.



92-расм. Азотнинг табиатда айланиш схемаси.

махсус соҳаси ўрганеди. Бу фанни ривожлантиришда француз олими Буссенго (1802—1887), немис химиги Либих (1803—1873) ва рус олими Прянишников\* катта ҳисса қўшдилар.

ФОСФОР (Phosphorus); атом оғирлиги 30,9738

139. Табиатда фосфор. Фосфорнинг олиниши ва хоссалари. Фосфор анча кўп тарқалган элементлар жумласидандир; ер пўстлогиди, оғирлик жиҳатидан 0,12% га яқин фосфор бор.

Дмитрий Николаевич Прянишников (1865—1943) — совет агрохимиклар мактабининг асосчиси ва раҳбари. Кўпдан-кўп илмий асарлар, шу жумладан, ўсимликларнинг азот билан озиқланиш масаласига оид асарлар авторидир.

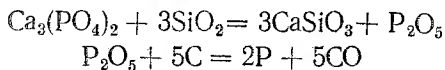
Фосфор осон оксидланадиган элемент бўлганлиги учун табиатда эркин ҳолда учрамайди.

Фосфор бирикмаларидан энг муҳими фосфат кислотанинг кальцийли тузи  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  дир, бу туз баъзи жойларда фосфорит минерали ҳолида жуда катта қатламлар ҳосил қилади. СССРда фосфоритнинг энг катта конлари Жанубий Қозғистоннинг Қоратов тоғларидадир. Таркибида  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  дан ташқари, яна  $\text{CaF}_2$  ёки  $\text{CaCl}_2$  бўладиган апатит минерали ҳам кўп учрайди. Апатитнинг гоаят катта қатламлари шу асрнинг йигирманчи йилларида Қола ярим оролидаги Хибин тоғларида топилган эди. Бу кон ўз запаси жиҳатидан дунёда энг катта кондир.

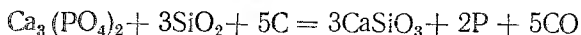
Азот каби, фосфор ҳам барча тирик мавжудот учун албатта зарур бўлган элементдир, чунки у ҳар хил оқсил моддалар: ўсимлик оқсил моддалари таркибига ҳам, ҳайвонот оқсил моддалари таркибига ҳам киради. Усимликларда фосфор, асосан, уруғларнинг оқсилларида, ҳайвонот организмларида эса сут, қон, мия ва нерв тўқималари оқсилларида бўлади. Бундан ташқари, фосфор умуртқали ҳайвонларнинг суякларида кальций фосфат  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  тариқасида жуда кўп бўлади. Суяклар ёндирилганда органик моддаларнинг ҳаммаси ёниб кетади ва, асосан, кальций фосфатдан иборат бўлган кул қолади.

Эркин фосфорни даставвал XVII асрда алхимик Бранд сийдикдан ажратиб олган эди. Ҳозирги вақтда эркин фосфор кальций фосфатдан олинади. Бунинг учун кальций фосфат қум ҳамда кўмир билан аралаштирилади ва махсус печларда ҳаво киритмай туриб, электр токи ёрдами билан қаттиқ қиздирилади.

Бунда бўладиган реакцияни тушунмоқ учун кальций фосфатни кальций оксид билан фосфат ангидриддан иборат бирикма ( $3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ ) деб тасаввур қилиш лозим; қум эса, маълумки, кремний (IV)-оксид, яъни силикат ангидрид  $\text{SiO}_2$  дир. Юқори температурада силикат ангидрид фосфат ангидридни сиқиб чиқариб, кальций оксид билан бирикади ва силикат кислотанинг кальцийли тузи  $\text{CaSiO}_3$  ни ҳосил қилади, фосфат ангидридни эса кўмир эркин фосфоргача қайтаради:



Бу иккала тенгламани қўшиб, қуйидаги тенгламани оламиз:



Ажралиб чиқадиган фосфор бугга айланади, бу буг эса йиғичдаги сув остида қуюлтирилади.



Фосфор бир неча хил аллотропик шакл ўзгаришлар ҳосил қилади.

Фосфор буги тез совитилса, оқ фосфор ҳосил бўлади. Оқ фосфор зичлиги  $1,82 \text{ г/см}^3$  бўлган қаттиқ кристаллик моддадир. Тоза оқ фосфор мутлақо рангсиз ва тиниқ бўлади; сотиладиган оқ фосфор эса, одатда, сарғиш тусда бўлиб, ташқи кўрниниши жиҳатидан мумга жуда ўхшайди. Оқ фосфор совуқда мўрт бўлади, аммо  $15^\circ\text{C}$  дан юқори температурада юмшоқ ҳолга ўтади, бундай ҳолдаги фосфорни пичоқ билан кесиш мумкин. Оқ фосфор  $44,2^\circ\text{C}$  да суюқланади,  $275^\circ\text{C}$  да эса қайнай бошлайди. Бу ҳолатдаги фосфор молекулалари  $800^\circ\text{C}$  дан паст температураларда тўрт атомдан иборат бўлади ( $\text{P}_4$ ). Оқ фосфор ҳавода жуда тез оксидланади ва шуълаланади (шуъласи қоронғида кўринади). «Фосфор» деган ном ана шундан келиб чиққан, бу сўз ўзбекчага таржима қилинганда «ёруғлик тарқатувчи» демакдир. Фосфор кучсизгина қиздирилгандаёқ (бунинг учун ишқалашнинг ўзи кифоя) ўт олиб кетади ва батамом ёнади, фосфор ёнганида кўп миқдорда иссиқлик чиқади. Фосфор оксидланганда иссиқлик чиққанлигидан, ҳавода ўз-ўзидан алангаланиб кетиши ҳам мумкин. Оқ фосфорнинг оксидланишига йўл қўймаслик учун, у сув остида сақланади. Оқ фосфор сувда эримайди, углерод сульфидда яхши эрийди.

Оқ фосфор ниҳоятда кучли заҳардир, оқ фосфорнинг жуда оз миқдори ҳам одамни ўлдиради.

Агар оқ фосфор ҳаво кирмайдиган жойда  $250\text{—}300^\circ\text{C}$  температурада узоқ вақт қиздирилса, фосфорнинг бошқа бир шакл ўзгаришига айланади; фосфорнинг бу шакл ўзгариши қизғиш-гунафша тусли бўлиб, қизил фосфор деб аталади. Ёруғлик таъсир этганда ҳам фосфор худди ана шундай ўзгаради-ю, аммо бу ўзгариш жуда суст бўлади.

Қизил фосфор ўз хоссалари билан оқ фосфордан катта фарқ қилади: ҳавода жуда секин оксидланади, қоронғида шуълаланмайди,  $260^\circ\text{C}$  дагина ўт олади, углерод сульфидда эримайди ва заҳарли эмас. Қизил фосфорнинг зичлиги  $2,20 \text{ г/см}^3$  га тенг. Қизил фосфор қаттиқ қиздирилганда суюқланмасдан туриб, буғга айланади, бу буғ совитилганда оқ фосфор ҳосил бўлади\*.

Қора фосфор. Қизил фосфор  $350^\circ\text{C}$  гача бир неча юз атмосфера босим остида қиздирилса, қора фосфор ҳосил бўлади. Қора фосфор кўрниниши жиҳатидан графитга жуда ўх-

\* Қизил фосфор, афтидан, тамомила бир жинсли модда бўлмай, унинг таркибда фосфорнинг ҳали етарли даражада яхши ўрганилмаган модификациялари бўлса керак.

шайди, ушлаб кўрилса, ёғдек сезилади, электр токини яхши ўтказади, фосфорнинг бошқа шакл ўзгаришларига қараганда анча оғир. Қора фосфорнинг зичлиги  $2,70 \text{ г/см}^3$  га, алангаланш температураси  $490^\circ\text{C}$  га тенг.

Фосфор ишлатиладиган соҳалар хилма-хилдир. Фосфорнинг энг кўп миқдори гугурт ишлаб чиқариш учун кетади.

Ҳозирги вақтда гугурт кундалик гурмушимизда шу қадар зарур буюмки, агар гугурт бўлмаганда кийимларнинг ҳоли нима кечинини тасаввур қилиш қийин. Аммо гугурт атиги 150 йилдан бери мавжуддир.

Дастлабки гугурт 1805 йилда пайдо бўлган. Бу гугурт бир учига бертоле тузи билан шакар ҳамда гуммиарабик (елим) аралашмаси суркалган чўплар эди. Бундай гугуртлар каллагини концентрандан сульфат кислотасига ботириб олиш йўли билан ёндирилар эди. Буннинг учун, шу чўплар сульфат кислота сингдирилган асбестли кичкина шиша идишга тикилар эди. Аралашманинг алангаланш сабаби 360-бетда изоҳлаб берилган.

Ишқаланганда ёнадиган фосфорли гугурт ўтган асрнинг 30-йилларида ихтиро этилди. Гугурт каллагин олтингугуртдан иборат бўлиб, унинг устига оқ фосфор ва кислородга бой моддалар (сурик  $\text{Pb}_2\text{O}_3$  ёки марганец (IV)-оксид  $\text{MnO}_2$ ) елим билан бирга суртиллар эди. Бунда, гугурт қиёқ гугурт деб аталади, бундай гугурт Россияда ўн тўққизинчи асрнинг охириларигача ишлатилиб келди. Қиёқ гугурт ҳар қандай юзага суртилганда ҳам осон алангалиб кетади. Бу ҳол, гарчи маълум даражада қулайлик туғдирса ҳам, аммо қиёқ гугуртни ўтга анча ўч қилиб қўри эди. Бундан ташқари, оқ фосфор заҳарли бўлганлигидан бундай гугурт ишлаб чиқариш гугурт фабрикаларидаги ишчиларнинг соғлигига катта зарар етказар эди. Гугуртдан заҳарланиб қолиш ҳоллари ҳам кўп бўлиб турарди. Шунинг учун ҳозирги вақтда қарийб ҳамма мамлакатларда қиёқ гугурт ишлаб чиқариш ман қилинган ва унинг ўрнига хавфсиз гугурт деб аталадиган гугурт ишлаб чиқариладиган бўлди. Бундай гугурт дастлаб Швецияда ишлаб чиқарила бошлади. Унинг, баъзан, Швеция гугурти деб аталишига сабаб ҳам ана шу.

Хавфсиз гугурт тайёрлашда нуқул қизил фосфор ишлатилади, қизил фосфор гугурт каллагига бўлмай, балки гугурт қутичасининг ёнига суркаладиган массада бўлади. Гугурт каллагин эса ёнувчи моддаларнинг бертоле тузи ва бу тузнинг ажралишида катализаторлик ролини ўтайдиган бирикмалар ( $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ва бошқалар) аралашмасидан иборат. Бу аралашма гугурт қутичасининг юқорида айтилган масса суртилган ён томонига ишқаланганда осон ўт олади.

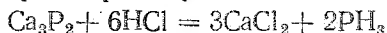
Фосфор гугурт ишлаб чиқаришдагина эмас, балки ҳарбий ишда ҳам ишлатилади. Фосфор ёнганда қуюқ оқ тутун ҳосил бўлади, шу сабабдан, «тутун парда» ҳосил қилиш учун мўлжалланган артиллерия снарядлари, авиабомбалар ва бошқалар оқ фосфор билан тўлдирилади. Фосфорнинг кўпгина миқдори турли фосфорли органик бирикмалар ишлаб чиқариш учун кетади. Булар жумласига ҳашаротларни қириш учун ишлатиладиган фойдали воситалар киради.

Эркин фосфор ниҳоятда актив элементдир. У кўпгина оддий моддалар билан бевосита бирикиб, жуда кўп иссиқлик чиқаради. Фосфор кислород билан ҳаммадан осон бириқади, ундан кейин, галогенлар билан, олтингугурт ва кўпгина ме-

таллар билан бирикади; фосфор металллар билан бирикканда, нитридларга ўхшаш, фосфидлар ҳосил бўлади, масалан:  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ ,  $\text{Mg}_3\text{P}_2$  ва бошқалар. Бу ҳоссаларнинг ҳаммаси оқ фосфорда айниқса кучли намоён бўлади; қизил фосфор оқ фосфорга қараганда реакцияга пассивроқ киришади, қора фосфор эса химиявий реакцияга, умуман олганда, жуда қийин киришади.

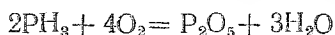
140. Фосфорнинг водород билан ва галогенлар билан ҳосил қилган бирикмалари. Фосфор водород билан уч хил бирикма:  $\text{PH}_3$  — газсимон водород фосфид,  $\text{P}_2\text{H}_4$  — суюқ водород фосфид ҳосил қилади.

Газсимон водород фосфид, бошқача айтганда, *фосфин*  $\text{PH}_3$ . Бу модда оқ фосфорни  $\text{KOH}$  эритмасига қўшиб қайнатиш йўли билан ёки, осонроғи, кальций фосфит  $\text{Ca}_3\text{P}_2$  га хлорид кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



Газсимон водород фосфид сассиқ саримсоқ ҳиди келадиган рангсиз газ бўлиб, ниҳоятда заҳарлидир. Реакция вақтида газсимон водород фосфид билан бириккада, баъзан, суюқ водород фосфид ҳам ҳосил бўлади, суюқ водород фосфиднинг буғи ҳавода ўз-ўзидан алангаланиб кетади. Водород фосфид ҳосил қилишда унинг алангаланиб кетиши  $\text{P}_2\text{H}_4$  иштирок эттиришидандир.

Водород фосфид ёнганда фосфат ангидрид билан сув ҳосил бўлади:



Водород фосфид, худди аммиак каби, галогенид кислоталар билан бирикади (аммо таркибда кислород бўлган кислоталар билан бирикмайди); галогенид кислоталар билан бирикканда тузлар, масалан, *фосфоний хлорид*  $\text{PH}_4\text{Cl}$  ҳосил бўлади, бу тузларда металл родини фосфоний деб аталадиган  $\text{PH}_4$  группа ўйнайди. Фосфоний тузлари ниҳоятда беқарор бирикмалардир; улар сувга текканда водород галогенид ва  $\text{PH}_3$  га ажралади.

Фосфор барча галогенлар билан бевосита бирикиб, жуда кўп иссиқлик чиқаради. Фосфорнинг бирикмалари ичида амалий аҳамиятга эга бўлгани, асосан, фосфорнинг хлорли бирикмаларидир.

*Фосфор (III)- хлорид*  $\text{PCl}_3$  суюқлантирилган фосфор устидан хлор ўтказилганда ҳосил бўлади. Бу модда  $76^\circ$  да қайнай-диган суюқликдир.

$\text{PCl}_3$  га сув таъсир эттирилганда, у батамом гидролизланади, водород хлорид ва фосфит кислота ҳосил қилади:



Фосфор (III)-хлоридга хлор юборилса, қаттиқ оқ модда ҳолидаги *фосфор (V)-хлорид* (фосфор пентахлорид)  $PCl_5$  ҳосил бўлади, бу модда ҳам сув таъсирида ажралиб, водород хлорид ва фосфат кислота ҳосил қилади. Фосфор бром, йод ва фтор билан ҳам худди юқоридаги каби бирикмалар ҳосил қилади; аммо йоднинг  $PJ_5$  таркибли бирикмаси маълум эмас.

Фосфор (III)-хлорид ва фосфор (V)-хлорид ҳар хил органик моддаларни синтез қилишда кенг миқёсда ишлатилади.

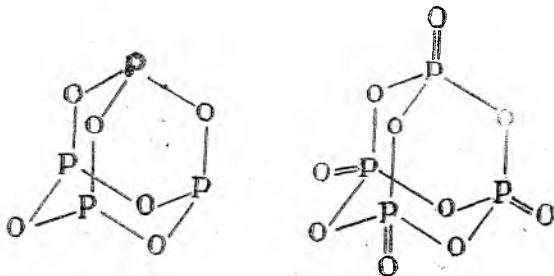
**141. Фосфор оксидлари ва кислоталари.** Фосфор кислород билан бирикиб, уч хил бирикма ҳосил қилади:  $P_2O_3$ — фосфит ангидрид,  $P_2O_5$ — фосфат ангидрид,  $P_2O_4$ — фосфор қўш оксид.

Фосфит ангидрид  $P_2O_3$  фосфорнинг секин оксидланишидан ёки ҳаво етишмаган жойида ёнишидан ҳосил бўлади. Фосфит ангидрид  $23,8^\circ C$  да суюқланадиган ва  $173,7^\circ C$  да қайнайдиган оқ кристалик моддадир. Унинг молекуляр оғирлиги паст температураларда  $P_4O_6$  формулага мувофиқ келади. Фосфит ангидридга совуқ сув таъсир эттирилса, у сув билан секин-аста бирикиб, *фосфит кислота*  $H_3PO_3$  ҳосил қилади. Фосфит ангидрид ҳам, фосфит кислота ҳам кучли қайтариш хоссаларига эга.

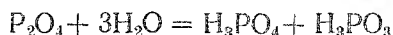
Фосфат ангидрид  $P_2O_5$  фосфорнинг ҳавода ёки кислородда ёнишидан ҳажмдор қорсимон оқ масса ҳолида ҳосил бўлади; у  $565,6^\circ C$  да суюқланади. Фосфат ангидрид бутининг зичлиги  $P_4O_{10}$  формулага мувофиқ келади.

Фосфат ангидрид сув билан шиддатли суратда бирикади, шунинг учун у сувни яхши тартиб олувчи восита сифатида ишлатилади. Фосфат ангидрид бошқа бирикмалардаги, масалан, сульфат кислота ва нитрат кислотадаги сув элементларини ҳам тартиб ола олади. Фосфат ангидрид ҳавода намни шимиб, тез ёйилиб кетади ва ёпишқоқ метафосфат кислота массасига айланади.

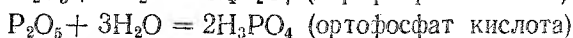
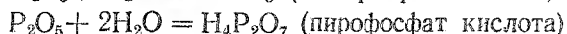
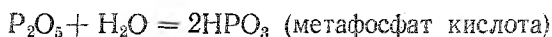
Фосфит ангидрид билан фосфат ангидрид молекулаларининг тузилишини қуйидаги структура формулалар билан ифодалаш мумкин:



Фосфор қўш оксид  $P_2O_4$  рангсиз, ялтироқ кристаллидир. Бу оксид,  $N_2O_4$  каби, аралаш ангидрид деб қаралиши мумкин. Фосфор қўш оксид сувда эритилганда эквимолекуляр миқдорда фосфат ва фосфит кислоталар ҳосил бўлади:



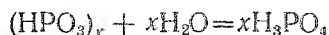
Фосфат кислоталар. Фосфат ангидрид температурага қараб, ҳар хил миқдордаги сувни бириктириб олиб, мета-, пиро- ва ортофосфат кислоталар ҳосил қилиши мумкин:



Фосфат ангидрид суяқ сувда эритилса, *метафосфат кислота* ҳосил бўлади, унинг энг содда формуласи мана бундай:  $HPO_3$ ; метафосфат кислота молекулаларининг ҳақиқий таркиби эса  $(HPO_3)_x$  формула билан ифодаланади, бу ерда  $x=3, 4, 5, 6$  ва ҳоказо. Метафосфат кислотанинг эритмаси буглатилганда у, сувда осон эрийдиган, шишасимон масса ҳолида ажралиб чиқади.

Метафосфат кислота ниҳоятда заҳарли. Метафосфат кислота тузлари сувни юмшатиш учун ишлатилади.

Агар метафосфат кислотанинг эритмаси қайнатилса, унга сув молекулалари бирикади ва уч негизли ортофосфат кислота  $H_3PO_4$  ҳосил бўлади:



*Ортофосфат кислота*  $H_3PO_4$  42,35°C да суяқланадиган рангсиз, тиниқ кристаллар ҳосил қилади. Ортофосфат кислота сувда жуда яхши эрийди.

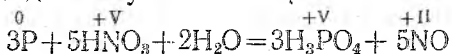
Ортофосфат кислота заҳарли эмас.

Ортофосфат кислота 215°C гача қиздирилса, унинг ҳар икки молекуласидан бир молекула сув ажралиб чиқади ва сувда эрийдиган, шишасимон масса ҳолида тўрт негизли *пирофосфат кислота* ҳосил бўлади:



Юқорида тилга олинган учала кислотада энг аҳамиятлиси ортофосфат кислотадир; фосфат кислота деганда, одатда, ортофосфат кислота назарда тутилади.

Ортофосфат кислота метафосфат кислотанинг эритмасини қайнатиш йўли билангина эмас, қизил фосфорни нитрат кислотада оксидлаш йўли билан ҳам олиниши мумкин:



Техникада фойдаланиладиган ортофосфат кислота, асосан, кальций фосфатга сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади:



Бу реакцияда ҳосил бўладиган кальций сульфат сувда эримайди деса бўлади, шунинг учун ундан фосфат кислота эритмаси осон ажратиб олинishi ва буғлатиш йўли билан култирилиши мумкин.

Фосфат кислота кучи ўртача бўлган кислотадр. Унинг бирламчи диссоциация константаси  $7,5 \cdot 10^{-3}$  га тенг. Сувда эритилган фосфат кислота, асосан,  $\text{H}^+$  иони билан  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  ионига диссоциланади.

Ортофосфат кислота уч негизли кислота бўлганлигидан уч қатор туз: нормал тузлар, кислота қолдигида бир атом водород бўладиган нордон тузлар ва кислота қолдигида икки атом водород бўладиган нордон тузлар ҳосил қилади. Фосфат кислотанинг нормал тузлари фосфатлар деб, нордон тузлари эса гидрофосфатлар деб аталади.

$\text{Na}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$  — нормал, бошқача айтганда, учламчи фосфатлар.

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;  $\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$  — иккиламчи фосфатлар, бошқача айтганда гидрофосфатлар.

$\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  — бирламчи фосфатлар, бошқача айтганда, дигидрофосфатлар.

Бирламчи фосфатларнинг ҳаммаси сувда эрийди; иккиламчи ва учламчи фосфатлардан фақат натрий фосфатлар, калий ва аммоний фосфатларгина сувда эрийди.

Фосфат кислота тузлари қишлоқ хўжалиги учун айниқса катта аҳамиятга эга. Юқорида тилга олинганидек, фосфор ўсимликларда бўладиган оқсил моддалар таркибига киради. Шунинг учун азот ўсимликларга қанчалик зарур бўлса, фосфор ҳам шунчалик зарурдир. Аммо тупроқдаги азот запаси микроорганизмларнинг ҳаво азотини фиксация қилиши ҳисобига қисман тўлиб борса, фосфор запаси ўрнини тўлдиришнинг ўғитлардан бошқа манбаи йўқ.

142. Минерал ўғитлар. Юқорида айтиб ўтилганидек, қишлоқ хўжалик экинларининг ҳосилдорлигини ошириш учун тупроққа ўсимликларнинг ўсиши ва ривожланишига зарур бўладиган элементлар солиш гоят катта аҳамиятга эга. Тупроққа бу элементлар органик ўғитлар (гўнг, торф ва бошқалар) ва минерал ўғитлар (минерал хом ашёни химиявий қайта ишлаш маҳсулотлари) тарзида солинади. Минерал ўғитлар ишлаб чиқариш химия саноатининг энг муҳим тармоқларидан бири, яъни сульфат кислота ва боғ-

ланган азот ишлаб чиқариш билан боғлиқ бўлган тармоғидир.

Химия саноатида ишлаб чиқариладиган минерал ўғитлар куйидаги турларга бўлинади:

а) фосфорли ўғитлар (асосан, оддий ва қўш суперфосфатлар ҳамда преципитат).

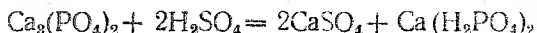
б) азотли ўғитлар (аммоний сульфат, аммиакли селитра, кальцийли ва натрийли селитралар, қаттиқ ва суюқ ўғитларнинг бошқа турлари);

в) калийли ўғитлар (калий хлорид ва калийли аралаш тузлар);

г) борли, магнийли ва марганецли ўғитлар (таркибида шу элементлар бўладиган бирикмалар ва тузлар).

Фосфорнинг табиий бирикмалари — фосфорит ва апатитлар таркибида фосфор сувда эримайдиган ва ўсимликлар ёмон ўзлаштирадиган учламчи фосфат  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  ҳолида бўлади. Ўсимликлар осон ўзлаштира оладиган ўғитлар ҳосил қилиш учун фосфоритлар химиявий қайта ишланади, бу қайта ишлаш нормал тузни нордон тузга айлантиришдан иборат. Энг муҳим фосфорли ўғитлар — суперфосфат, қўш суперфосфат ва преципитат худди ана шундай йўл билан тайёрланади.

Суперфосфат ҳосил қилиш учун, толқон қилинган табиий фосфорит (бир молекула  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  га икки молекула  $\text{H}_2\text{SO}_4$  тўғри келадиган нисбатда) сульфат кислота билан аралаштирилади. Бу моддалар аралашмаси яхшилаб қоринтирилади ва тўхтовсиз ишлайдиган махсус камераларга солинади, бу камераларда реакция тугалланади:

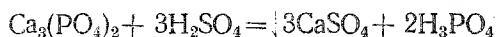


Реакция натижасида сувда анча яхши эрийдиган бирламчи фосфат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  билан гипс аралашмаси ҳосил бўлади. Майдаланган ёки донатор ҳолга келтирилган ана шу аралашма суперфосфат деб аталади.

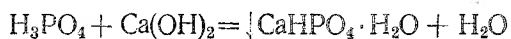
Оддий суперфосфат — таркибида нисбатан кам (14—20%) озиқ моддалар ўзлаштириладиган  $\text{P}_2\text{O}_5$  бор бўлган ўғит. Бирмунча самарали ва ташиш учун қулай ўғит қўш суперфосфатдир, бу ўғит табиий фосфатнинг сульфат кислота таъсирида эмас, балки фосфат кислота таъсирида парчаланшидан ҳосил бўлган маҳсулотдир. Қўш суперфосфатда ўзлаштириладиган  $\text{P}_2\text{O}_5$  миқдори 40—50% ни ташкил этади.

Преципитат фосфорли ўғит бўлиб, унинг таркибига сувда эримайдиган, аммо тупроқда бўладиган кислоталарда эрийдиган иккиламчи кальций фосфат  $\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)_2$ , бошқача қилиб ёзганда,  $\text{CaHPO}_4$  киради.

Преципитат тайёрлаш учун, даставвал, фосфоритдан эркин фосфат кислота ажратиб олинади, бунинг учун фосфоритга суперфосфат ҳосил қилишда керак бўлганидан ортиқроқ миқдорда сульфат кислота таъсир эттирилади:



Шундан кейин, фосфат кислота эритмаси гипс ва эримайдиган бошқа қўшимчалардан иборат чўкмадан ажратиб олинади ва унга иккиламчи фосфат ҳосил бўлиши учун етарли миқдорда оҳак сути, яъни сув солиб чайқатилган оҳак қўшилади:



Кристаллик чўкма суюқликдан ажратиб олинади ва кристаллар таркибига кирган сувни чиқариб юбормаслик учун эҳтиётлик билан қурилади. Агар бу туз кристаллизация сувини йўқотмаган бўлса, ўсимликлар уни яхши ўзлаштиради.

Юқорида тасвирланган фосфорли ўғитлар оддий ўғитлар деб аталади, чунки улар таркибида ўсимликлар учун керак бўладиган элементлардан фақат биттаси бўлади. Таркибида бир неча озик моддалар бўладиган мураккаб минерал ўғитларнинг истиқболи порлоқдир. Бундай ўғитлар жумласига *аммофос, калийли селитра ва нитрофоска* киради.

Аммофос фосфат кислотани аммиакка таъсир эттириш йўли билан олинади. Нейтраллаш даражасига қараб, моноаммоний фосфат  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  ёки диаммоний фосфат  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ҳосил бўлиши мумкин. Калийли селитра таркибида азот ва калий бўладиган қўш ўғитдир. Бу ўғит калий хлорид билан натрийли ёки аммиакли селитранинг алмашма парчаланиши натижасида ҳосил бўлади. Нитрофоска таркибида азот, фосфор ва калий бўлган учлама ўғитдир. Нитрофоска аммоний фосфат  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ , аммоний нитрат  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ва калий хлорид ёки калий сульфатни бирга қўшиб суюқлантириш йўли билан олинади.

Революцияга қадар Россияда минерал ўғит саноати деярли йўқ эди, бир нечта майда заводларда ишлаб чиқариладиган маҳсулот миқдори 1913 йилда атиги 89 минг тонна эди. Мамлакатимизда янги заводлар 1925--1926 йиллардагина қурила бошлаб, бу қурилишлар тез орада кенг қулоч ёйди. Урушдан илгариги беш йилликлар мобайнида азотли ва фосфорли ўғитлар ишлаб чиқарадиган бир неча йирик заводлар қурилди.



Минерал ўғитлар ишлаб чиқариш иккинчи жаҳон уруши тугаллангандан кейин айниқса ўсди. 1940 йилда ишлаб чиқарилган ҳамма минерал ўғитлар миқдори фақат 3,2 млн. т бўлса, 1954 йилда ишлаб чиқарилган ўғитлар миқдори қарийб 8 млн. т ни, ўн йилдан кейин — 1964 йилда эса 25,6 млн. т ни ташкил этди.

КПСС Марказий Комитети декабрь (1963 йил) Пленумининг қарорларида яқин йилларда минерал ўғитлар ишлаб чиқаришни гоят даражада ошириш мўлжалланган. Етти йил (1964—1970 йиллар) ичида минерал ўғитлар ишлаб чиқариш қарийб 4 барабар оширилади. Ишлаб чиқариладиган ўғитлар миқдорини ошириш билан бир вақтда ўғитларнинг тури ҳам оширилади; энг самарали бўлган аралаш ва мураккаб ўғитлар ишлаб чиқаришни анча ошириш кўзда тутилади.

#### МИШЬЯК ГРУППАСИ

143. Мишьяк (Arsenicum); атом оғирлиги 74,9216. Мишьяк табиатда, кўпинча, металллар билан ёки олтингугурт билан бириккан ҳолда учрайди, эркин ҳолда ниҳоятда кам учрайди. Ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,0005 процент мишьяк бор. Мишьяк рудаларининг энг кўп запаси Швецияда.

Мишьяк, одатда, мишьяк колчедани  $\text{FeAsS}$  дан олинади. Бу руда ҳаво кирмайдиган жойда қиздирилганда темир сульфид ва мишьякка ажралади, мишьяк эса, учувчан бўлганлигидан, сублиматланади. Бу усулда ҳосил қилинган маҳсулот қўшимчалар билан ифлосланган бўлади; мишьяк бу қўшимчалардан тозаланади. Тоза мишьяк тўқ кул ранг кристаллик модда бўлиб, металл каби ялтирайди, унинг зичлиги  $5,73 \text{ г/см}^3$  га тенг. У жуда мўрт, иссиқликни ва электр токини анча яхши ўтказади; унинг электр ўтказувчанлиги миснинг электр ўтказувчанлигига қараганда атиги 22 марта кам.

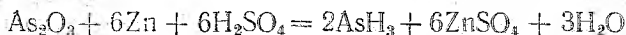
Мишьяк, худди фосфор каби, бир неча аллотропик шакл ўзгаришлар ҳосил қилади. Мишьякнинг аллотропик шакл ўзгаришлари орасида, кул ранг тусли кристаллик мишьякдан ташқари қ о р а м о р ф м и ш ь я к ҳам бўлади; қора мишьяк водород арсениднинг ажралишидан ҳосил бўлади. Мишьякнинг ҳамма шакл ўзгаришлари қиздирилганда суюқланмай бугга айланади (сублиматланади).

Мишьяк сувда эримайди. Мишьяк одатдаги температурада ҳавода жуда секин оксидланади, қиздирилганда эса ёниб, оқ арсенид ангидрид  $\text{As}_2\text{O}_3$  ҳосил қилади, бу вақтда ундан саримсоқ ҳиди келади. Мишьяк юқори температурада кўпгина элементлар билан бевосита бириқади.

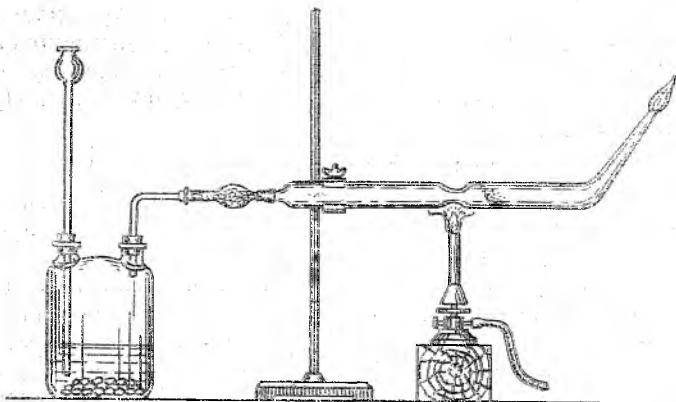
Мишьяк ўз бирикмаларида уч валентли ҳам, беш валентли ҳам бўлади.

Эркин ҳолдаги мишьяк ҳам, унинг барча бирикмалари ҳам заҳарлидир.

*Водород арсенид*  $\text{AsH}_3$ , бошқача айтганда, арсени ўзига хос саримсоқ ҳиди келадиган, сувда оз эрийдиган, ниҳоятда заҳарли, рангсиз газдир. Водород арсенид мишьякнинг барча бирикмалари ажралиб чиқаётган пайтидаги атомар водород билан қайтарилши натижасида ҳосил бўлади. Масалан:



Водород арсенид бирмунча беқарор модда бўлиб, қиздирилганда водород ва эркин мишьякка осон ажралади.



93-расм. Мишьяк бор-йўқлигини аниқлаш учун ишлатиладиган асбоб.

Водород арсениднинг қиздирилганда ажралиш хусусиятидан фойдаланиб, ҳар хил моддаларда мишьяк бор-йўқлиги аниқланади. Бунинг учун, 93-расмда кўрсатилган асбобдан фойдаланилади. Бу асбоб водород ҳосил қилиш учун ишлатиладиган икки бугизли склянкадан ва учи чўзилиб юқорига қайрилган ҳамда ўрта қисми тор найдан иборат. Бу най қийин суоқланувчан шишадан ишланади. Склянка билан бу най ўртасига кальций хлоридли найча ҳам уланган бўлади, бу найча ажралиб чиқаётган водородни қуритиш учун хизмат қилади.

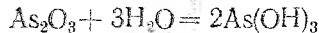
Склянкага тоза руҳдан бир неча бўлакча солиниб, унинг устига суюлтирилган сульфат кислота қуйилади, асбобдаги ҳавонинг ҳаммаси сиқиб чиқарилгандан кейин, найнинг чўзилган, учидан, чиқаётган водород ёндирилади. Шундан кейин

ни, склянкага текширилаётган моддадан озгинаси воронка орқали қуйилиб, найнинг тор жойи қиздирилади. Агар модда таркибида мишьяк бўлса, склянкада водород арсенид ҳосил бўлади. Водород арсенид найнинг қизиган жойидан ўтаётганда ажралади, бунинг натижасида чиқаётган мишьяк найнинг совуқ қисмида ялтироқ қора гард ҳолида ўтириб қолади (бу «мишьяк кўзгусидир»).

Бу йўл билан ниҳоятда оз миқдордаги мишьякнинг борлигини аниқлаш мумкин.

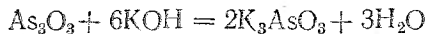
Мишьяк кислород билан бирикиб, икки хил оксид: арсенит ангидрид  $As_2O_3$  ва арсенат ангидрид  $As_2O_5$  ҳосил қилади.

*Арсенит ангидрид*  $As_2O_3$  мишьякнинг ҳавода ёнишидан ёки мишьякли рудаларнинг қаттиқ қиздирилишидан ҳосил бўлади. Арсенит ангидрид, одатда, оқ мишьяк деб аталадиган оқ кристаллик моддadir. Арсенит ангидрид сувда жуда оз эрийди: арсенит ангидриднинг  $15^\circ C$  даги тўйинган эритмаси таркибида атиги 1,5%  $As_2O_3$  бўлади. Арсенит ангидрид сувда эритилганда, сувни бириктириб олиб, мишьяк (III)-гидроксид  $As(OH)_3$  ёки  $H_2AsO_3$  ни ҳосил қилади:



Мишьяк (III)-гидроксид амфотер моддadir, аммо унда кислотали хоссалар устун туради, шунинг учун у арсенит кислота деб аталади.

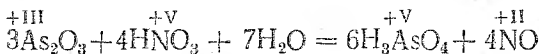
*Арсенит кислота*  $H_3AsO_3$  эркин ҳолда олинган эмас, фақат унинг сувдаги эритмасигина маълум. У жуда кучсиз кислоталар жумласига киради ( $K=6 \cdot 10^{-10}$ ). Арсенит кислота тузлари арсенитлар деб аталади. Ишқорий металлларнинг арсенитлари  $As_2O_3$  га ишқорлар таъсир эттириш йўли билан осонгина ҳосил қилиниши мумкин:



Қўлгина арсенитлар метаарсенит кислота  $HAAsO_3$  нинг ҳосилаларидир.

Арсенит кислота ва унинг тузлари — кучли оксидловчилардир.

Мишьякнинг ёки арсенит ангидриднинг нитрат кислота таъсирида оксидланишидан арсенат кислота ҳосил бўлади:

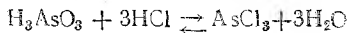


*Арсенат кислота*  $H_3AsO_4$  — сувда осон эрийдиган қаттиқ модда, кучлилиги жиҳатидан фосфат кислотага тенглашиб боради. Арсенат кислота тузлари — арсенатлар ўша металлларнинг фосфатларига жуда ўхшайди. Метаарсенат ва пирроарсенат кислоталар ҳам маълум. Арсенат кислота қаттиқ қиздирилганда

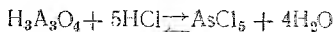
пишасиммон оқ масса ҳолидаги *арсенат ангидрид*  $As_2O_5$  ҳосил бўлади.

Арсенит кислота билан арсенат кислота хоссаларининг бир-бирига солиштириб кўрилиши арсенат кислотанинг кислоталик хоссалари арсенит кислотанинг кислоталик хоссаларига қараганда кучлироқ эканлигини кўрсатади. Хоссаларнинг бундай ўзгаришида барча элементлар учун хос умумий қонун намоён бўлади: *элемент валентлигининг ортиб бориши билан шу элемент гидроксидининг хоссалари ўзгаради, кислоталик хоссалари кучаяди, асослик хоссалари эса заифлашади.*

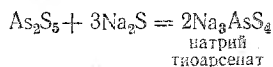
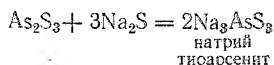
Мишьяк сульфидлари. Агар  $H_3AsO_3$  нинг озроқ хлорид кислота кўшилган эритмасига водород сульфид юборилса, *мишьяк (III)-сульфид*  $As_2S_3$  нинг сариқ чўкмаси ҳосил бўлади, бу чўкма хлорид кислотада эримайди. Содир бўладиган реакцияларни куйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



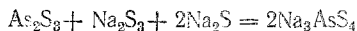
Худди шу йўл билан сариқ тусли *мишьяк (V)-сульфид*  $As_2S_5$  ни ҳосил қилиш ҳам мумкин, бунинг учун  $H_3AsO_4$  нинг хлорид кислотадаги эритмасига водород сульфид таъсир эттирилади:



Мишьяк сульфидлари ишқорий металлларнинг сульфидлари  $Na_2S$ ,  $K_2S$  ва  $(NH_4)_2S$  билан ўзаро таъсир этганда *тиоарсенит кислота*  $H_3AsS_3$  билан *тиоарсенат кислота*  $H_3AsS_4$  ларнинг сувда эрийдиган тузларини ҳосил қилади, тио арсенит кислота билан тиоарсенат кислоталар мишьякнинг кислородли кислоталарилан ўзларидаги барча кислород ўрнини олтингугурт олганлиги билан фарқ қилади:



Тиоарсенат кислотанинг тузлари мишьяк (III)-сульфидга ишқорий металлларнинг *поли сульфидлари* таъсир этганда ҳам ҳосил бўлади:



Эркин мишьяк камдан-кам ишлатилади. Рангдор металлларнинг ҳар хил қотишмаларига, уларни қаттиқ ва коррозияга чидамли қилиш мақсадида, оз миқдорда мишьяк аралаштирилади. Аммо мишьякнинг бирикмалари кўп ишлатилади, уларнинг ишлатилиши мишьякнинг қарийб ҳамма ўсимлик ва ҳайвонот организмга кучли физиологик таъсир этишига асосланган.

Мишьяк бирикмалари медицинада дори сифатида қадимдан ишлатилиб келади, чунки мишьякнинг жуда оз миқдорда моддалар алмашилишини кучайтиради ва организмни пишиқ

қилади. Бу мақсадда асосан, калий арсенитнинг суюлтирилган эритмаси ишлатилади. Мишьяк кўпгина органик дорилар: новарсенол, сальварсан ва бошқалар таркибига ҳам киради.

Мишьяк ишлатиладиган яна бир кенг соҳа қишлоқ хўжалигидир, қишлоқ хўжалигида арсенит кислота билан арсенат кислотанинг кўпгина тузларидан «инсектицидлар!» сифатида, яъни зарарли ҳашаротларни қириш учун ишлатиладиган во-ситалар сифатида фойдаланилади.

Арсенит ангидрид каламуш, сичқон ва бошқа кемирувчи-ларни қириш учун заҳар сифатида ишлатилади.

Мишьяк сульфидлари сариқ бўёқ сифатида, шунингдек, кўнчилик саноатида териларнинг юнгини тушириш учун ишлатилади.

Ҳозирги вақтда капиталистик мамлакатларда 60—70 минг т оқ мишьяк  $As_2O_3$  олинади ва бунинг кўп қисми, асосан АҚШ ҳамда Швециядадир.

144. Сурьма: (Stibium); атом оғирлиги 121,75. Сурьма табиатда, одатда, олтингурут билан бириккан ҳолда — сурьма ялтироғи  $Sb_2S_3$  тарзида учрайди. Ер қобиғида сурьма миқдорининг унча кўп эмаслигига (ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,00005 процент сурьма бор) қарамасдан, у жуда қадим замонлардаёқ маълум эди. Бунинг сабаби шундаки, табиатда сурьма ялтироғи кўп тарқалган ва ундан тоза сурьмани ажратиб олиш осон. Сурьма ялтироғи ҳавода қаттиқ қиздирилганда (қуйдирилганда) сурьма кўш оксид  $Sb_2O_4$  га айланади, бу оксидни кўмир билан қайтариш орқали сурьма ажратиб олинади.

Эркин ҳолдаги сурьма кумушдек оқ, металл каби ялтирай-диган, зичлиги  $6,68 \text{ г/см}^3$  га тенг бўлган ва  $630,5^\circ\text{C}$  да суюқ-ланадиган қаттиқ моддадир. Сурьма ташқи кўриниши жиҳатидан металлга жуда ўхшайди, аммо у мўрт бўлиб, иссиқликни ва электр токни одатдаги металлларга қараганда анча ёмон ўтказади. Бу «металл» сурьмадан ташқари, унинг бошқа аллотропик шакл ўзгаришлари ҳам маълум.

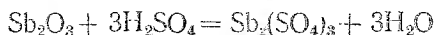
Кўпгина қотишмаларнинг қаттиқлигини ошириш мақсадида шу қотишмаларга сурьма метали қўшилади. Сурьма ва кўрғошиндан иборат бўлиб, озгина қалай қўшилган қотишма босма хона метали ёки гарт деб аталади; бу қотишма босма хона шрифти тайёрлаш учун ишлатилади.

Бутун дунёда (СССР дан ташқари) йилига тахминан 50 минг тонна сурьма олинади. Сурьма ишлаб чиқарадиган асосий мамлакатлар Мексика, Боливия, Югославия ва Хитойдир. Чор Россиясида, хом ашё базаси мавжуд эканлигига қарамай, сурьма саноати йўқ эди. Ватанимизда қазиб олинмаган рудалардан сурьма суюқлантириб олиш совет давридагина бошланди.

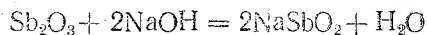
Сурьма ўз бирикмаларнда мишьякка жуда ўхшаб кетади, аммо металллик хоссалари кучли ифодаланганлиги жиҳатидан мишьякдан фарқ қилади.

*Водород антимонид*, бошқача айтганда, *стибин*  $\text{SbH}_3$  — заҳарли газ бўлиб, водород арсенид қандай шароитда ҳосил қилинса, худди шундай шароитда ҳосил бўлади. Стибин қиздирилганда,  $\text{AsH}_3$  га қараганда анча осон ажралиб, сурьма ҳамда водород ҳосил қилади.

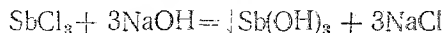
*Антимонит ангидрид*, бошқача айтганда, *сурьма* (III)-оксид  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  типик амфотер оксид бўлиб, унда асослик хоссалар ҳатто бир оз устул туради. Антимонит ангидрид кучли кислоталарда, масалан, сульфат кислотада ва хлорид кислотада эриб, тузлар ҳосил қилади, сурьма бу тузларда уч валентли металл родини ўйнайди:



У ишқорларда ҳам эрийди, буида антимонит кислота  $\text{H}_3\text{SbO}_3$  ёки метаантимонит кислота  $\text{HSbO}_2$  тузлари ҳосил бўлади. Масалан:



*Антимонит кислота*, яъни *сурьма* (III)-гидроксид  $\text{Sb}(\text{OH})_3$  уч валентли сурьма тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади:

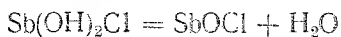


Бу чўкма ортиқча ишқорда ҳам, кислоталарда ҳам осон эрийди.

Уч валентли сурьма тузлари кучсиз асос тузлари бўлганлигидан, сувда эритилганда гидролизланиб, гидроксид (асосли) тузлар ҳосил қилади:



Аммо бу типдаги тузлар ўз таркибидаги бир молекула сувни осон ажратиб чиқариб, бошқа типдаги тузларга айланади:



Ҳосил бўлган бу тузда  $\text{SbO}$  группа бир валентли металл родини ўйнайди; у антимонил деб аталади. Ҳосил бўлган туз сурьма хлороксид ёки *антимонил хлорид* деб аталади.

*Антимонат ангидрид*  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ , асосан, кислоталик хоссаларга эга; унга учта кислота: ортоантимонат кислота  $\text{H}_3\text{SbO}_4$ , метаантимонат кислота  $\text{HSbO}_3$  ва пироантимонат кислота  $\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$  муроффиқ келади. Учала кислотанинг ҳам тузлари маълум.

Аммо бу типдаги тузлар ўз таркибдаги бир молекула сувни осон ажратиб чиқариб, бошқа типдаги тузларга айланади:

**145. Висмут (Bismuthum):** атом оғирлиги 208, 980. Мишь-цк группачасининг охирги аъзоси — висмут — металл хосса-тари металлоидлик хоссаларидан анча устун бўлганлиги би-лан характерланади, шунинг учун у, металл деб қаралиши мумкин.

Висмут табиатда оз тарқалган элементдир (ер пўстлоғида эрирлик жиҳатидан 0,00001 процент висмут бор). Висмут та-биатда эркин ҳолда ҳам, бирикма ҳолида ҳам — висмут ли-тх ра  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  ва висмут ялтироғи  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  ҳолида учрайди. Бутун дунёда йилига 1000 — 1500 т висмут олинади. Капита-листик мамлакатлар орасида висмут олиш жиҳатидан бири-чи ўринда Мексика билан Перу туради. Бизнинг мамлақати-мизда висмутга бўлган эҳтиёж мис-висмут конларини ишга солиш муносабати билан тўла қондирилади.

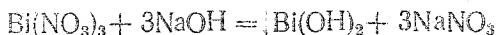
Эркин ҳолдаги висмут зичлиги  $9,8 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш тем-ператураси  $271,3^\circ\text{C}$  бўлган ялтироқ, мўрт, қизғиш-оқ металл-дир. Висмут босмахона ишларида, ёнғинга қарши ишлати-ладиган ҳар хил асбобларда ва шу кабиларда фойдаланила-диган осон суюқланувчи қотишмалар таркибига киради.

Висмут ҳавода одатдаги температурада оксидланмайди, аммо қаттиқ қиздирилганда тамом ёниб, висмут (III)-оксид  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  ҳосил қилади. Висмутни эритувчи модда сифатида нит-рат кислота ишлатилади.

*Водород висмутид*  $\text{BiH}_3$  даставвал 1918 йилда висмутнинг магний билан қотишмасига хлорид кислота таъсир эттириш йўли билан жуда оз миқдорда ҳосил қилинган эди. У ниҳоят-да беқарор бўлиб, одатдаги температурадаёқ секин-аста ажралади.

*Висмут (III)-оксид*  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  висмутнинг ҳавода қаттиқ қизди-рилишидан, шунингдек, висмут нитратнинг ажралишидан ҳосил бўлади. Висмут (III)-оксид асослик характерга эга бўлиб, кис-лоталарда эрийди ва уч валентли висмут тузларини ҳосил қи-лади. Висмутнинг бу оксиддан ташқари, яна учта оксиди маълум:  $\text{BiO}$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_4$  ва  $\text{Bi}_2\text{O}_6$ , булар ичида  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  кучсиз кисло-талиқ хоссаларга эга.

*Висмут (III)-гидроксид*  $\text{Bi}(\text{OH})_3$  висмутнинг эрийдиган туз-ларига ишқорлар таъсир эттирилганда оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади:



Висмут (III)-гидроксид жуда кучсиз асосдир. Шунинг учун, висмут тузлари осон гидролизланиб, сувда оз эрийдиган гид-роксид тузларга айланади.

Висмутнинг қуйидаги тузлари билан танишамиз:

*Висмут нитрат*  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Бу туз висмутнинг нитрат кислотдаги эритмасидан кристалланади. У озроқ нитрат кислота қўшилган оз миқдордаги сувда осон эрийди. Эритмага сув қўшиб суялтирилганда гидролиз бўлади ва таркиби  $\text{Bi}(\text{OH})_2\text{NO}_3$  бўлган гидроксн туз чўқади:



Аммо бу реакция қайтар реакциядир, шунинг учун, ортиб қолган кислота чўкмани яна эритиб, уни  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$  га айлантиради.

Висмут гидроксинитрат медицинада баъзи ошқозон касалликларини даволаш учун ишлатилади.

*Висмут (III)-хлорид*  $\text{BiCl}_3$  висмутнинг хлор оқимида қиздирилишидан ёки зар сувида эритилишидан ҳосил бўлади;  $\text{BiCl}_3$  сувда эритилганда ажралиб, оқ тусдаги асос туз — *висмут хлор оксид*, бошқача айтганда, *висмутил хлорид*  $\text{BiOCl}$  чўкмасини ажратиб чиқаради.

*Висмут (III)-сульфид*  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  висмут тузларига водород сульфид таъсир эттирилганда қорамтир-қўнғир чўкма ҳолида ҳосил бўлади. Бу чўкма ишқорий металллар сульфидларининг эритмаларида эримайди; мишьяк ва сурьманинг аксича, висмут тиотузлар ҳосил қилмайди.



XVII БОБ

УГЛЕРОД ГРУППАСИ

Элементнинг номи	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қават- ларга тақсимланиши						
Углерод . . . . .	C	12,01115	6	2	4					
Кремний . . . . .	Si	28,086	14	2	8	4				
Германий . . . . .	Ge	72,59	32	2	8	18	4			
Қалай . . . . .	Sn	118,69	50	2	8	18	18	4		
Қўрғошин . . . . .	Pb	207,19	82	2	8	18	32	18	4	

146. Углерод группаси элементларининг умумий характери-  
стикаси. У г л е р о д даврий системанинг тўртинчи группа-  
сидаги биринчи элементдир. Бу группада иккинчи ўринни  
к р е м н и й эгаллайди, кремний учинчи кичик даврда туради.  
Бу иккала элемент атомларининг сиртқи қаватида тўрттадан  
электрон бўлиб, тўрт атом водород билан қўшилиб, ковалент  
боғланишни анча осон ҳосил қилади, шунинг учун, улар  
бешинчи группадаги тегишли элементларга қараганда унча  
типиқ бўлмаса ҳам, металлоидлар деб характерланади. Атом-  
ларининг электрон структуралари жиҳатидан углерод билан  
кремнийга германий, қалай ва қўрғошин ҳам жу-  
да ўхшайди. Бу беш элементнинг ҳаммаси биргаликда тўр-  
тинчи группанинг асосий группачасини ҳосил қилади, бу груп-  
пача углерод группаси деб ҳам аталади.

Углероддан қўрғошинга ўтган сари атомлари ҳажмининг  
ортиб бориши назарда тутилса, кўрсатилган бу қатордаги  
элементларнинг электронлар бириктириб олиш қобилияти ва,  
демак, металлоидлик хоссалари ҳам заифлашиб боради, элект-  
ронлар бериш қобилияти эса кучайиб боради, дейиш лозим.  
Дарҳақиқат, германийдаёқ металллик хоссалар анча равшан  
ифодаланган, қалай ва қўрғошинда эса металллик хоссалар  
металлоидлик хоссаларга қараганда анча устундир. Шундай  
қилиб, баён этилаётган группанинг фақат олдинги иккига

авзоси металлоиддир, қолган учта авзоси, одатда, металл қаторига киритилади.

Углерод группасидаги ҳамма элементларнинг юқори валентлиги — мусбат валентлиги ҳам, манфий валентлиги ҳам улар атомининг сиртқи қаватида тўрттадан электрон бўлганлиги учун, тўртга тенгдир. Углерод группасидаги элементлар шу билан бир қаторда, иккита тенг мусбат валентликни ҳам намоён қилади. Аммо углерод ва кремнийнинг икки валентли бирикмалари хили ниҳоятда оз бўлиб, бу моддалар у қадар барқарор эмас.

Бу бобда фақат углерод билан кремнийни кўриб чиқамиз, углерод группасидаги бошқа элементлар эса металллар ўрганилганда кўриб чиқилади.

#### УГЛЕРОД (Carbonium); атом оғирлиги 12,01115

147. Табиатда углерод. Углерод табиатда эркин ҳолда ҳам, кўпдан-кўп бирикмалар таркибига кирган ҳолда ҳам учрайди. Эркин углерод икки оддий модда — олмос ва графит ҳолида учрайди. Углероддан иборат учинчи оддий модда — кўмир фақат суввий йўл билан олинади. Аммо табиатда, ўз таркиби жиҳатидан кўмирга яқин турадиган моддалар ҳам бор. Ер шарининг кўпгина жойларида катта-катта қатламлар ҳосил қиладиган қазилма кўмирнинг хилма-хил турлари ана шундай моддалардир. Қазилма кўмирларнинг баъзиларида 99% гача углерод бўлади.

Углерод бирикмалари ниҳоятда кўп тарқалган. Ер бағрида, қазилма кўмрдан ташқари, жуда кўп нефть тўпланган жойлар ҳам бор, нефть — таркибида углерод бўладиган ҳар хил бирикмаларнинг, асосан, углеводородларнинг мураккаб аралашмасидир. Ер пўстлоғида карбонат кислота тузлари кўп миқдорда учрайди. Улардан айниқса кўп тарқалганлари карбонат кислотанинг кальцийли тузлари бўлиб, улар оҳактош ва бўр ҳолида учрайди, оҳактош, кўпинча, бугун бошли тоғ тизмаларини ҳосил қилади. Ҳавода ҳамма вақт карбонат ангидрид бўлади. Ниҳоят, ўсимлик ва ҳайвонот организмлари шундай моддалардан тузилганки, бу моддаларнинг ҳосил бўлишида, асосан, углерод иштирок этади. Шундай қилиб, бу элементнинг гарчи ер пўстлоғидаги умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 0,35% дан ошмаса ҳам, ерда у энг кўп тарқалган элементлардан биридир.

Углерод ўзининг кўпдан-кўп ва хилма-хил бирикмалари борлиги жиҳатидан бошқа элементлар ичида алоҳида бир ўрин тутаяди. Углероднинг ўрганилган бирикмалари сони миллиондан ҳам кўп, ҳолбуки бошқа ҳамма элементлар бирикма-

арининг сони (ҳаммаси бирга қўшиб олинганда) 25 — 30 ингдан ортмайди.

Углерод бирикмаларининг ниҳоятда хилма-хил бўлишига абаб шуки, углерод атомларида ўзаро боғланиб, узун занжирлар ёки ҳалқалар ҳосил қилиш хусусияти бор, бу занжир ки ҳалқалар, баъзан, ўнлаб ва ҳатто юзлаб атомлардан узилган бўлади (160- параграфга қаралсин).

**148. Углерод аллотропияси.** Эркин ҳолдаги углерод уч хил аллотропик модификация ҳолида маълум: олмос — мунтазам системада кристалланади; графит — гексагонал системага киради; аморф углерод, бу модда, одатда, кўмир деб аталади. Кўмирни графитнинг махсус, яширин кристаллик формаси деб қараш мумкин. Углероднинг аморф модификацияси ҳақиқатан ҳам бор-йўқлиги ҳозирча қатъий аниқланган эмас.

Олмос — ёруғлик нурини ниҳоятда кучли сиңдирувчи, зангсиз, тиниқ модда. Олмос табиатда сийрак учрайди, у одатда, майда-майда кристаллар ҳолида учрайди, бу кристаллар тоғ жинсларига аралашган бўлади ёки сочма ҳолда топилади. Топилган олмосларнинг энг каттаси 620 г келган.

Олмоснинг энг катта конлари Африкада (Конго ва Жанубий Африка Республикаси) дир. Олмоснинг бой конлари яқинда Екутистон АССР да топилди.

Олмоснинг зичлиги  $3,51 \text{ г/см}^3$  га тенг. Олмос бизга маълум бўлган ҳамма моддаларнинг энг қаттигидир. Шунинг учун, олмос ҳар хил қаттиқ материалларни ишлашда, ойна қирқишда ва тоғ жинсларини бурғидашда ишлатилади. Олмос ниҳоятда қаттиқ бўлиш билан бирга, жуда мўртдир. Олмос майдаланганда ҳосил бўладиган кукун қимматбаҳо тошларни ва олмоснинг ўзини силлиқлаш учун ишлатилади. Яхшилаб силлиқланган ва мутлақо тиниқ олмос бриллиант деб аталади. Бир йилда бутун дунёда 4 т га яқин олмос олинади. Бу миқдор олмоснинг деярли 80 проценти техника эҳтиёжлари учун ишлатилади.

Олмос қимматбаҳо тош бўлганлиги учун графитдан сунъий йўл билан олмос ҳосил қилишга кўп уриниб кўрилди, аммо бу уринишлардан ҳозиргача ҳеч қандай натижа чиқмади. 1955 йилдагина америка олими, у билан бир вақтда швед олими жуда юқори (70 — 100 минг атм чамаси) босим ва  $3000^\circ\text{C}$  га яқин температурада, аниқ назарий ҳисоблар қилиш асосида, сунъий олмос — сариқ тусли майда кристаллар ҳосил қилишга муваффақ бўлдилар. Саноатда сунъий олмослар ишлаб чиқариш корхоналари СССР да қурилган.

Олмос кислородда қаттиқ қиздирилса, ёниб кетади, олмос ёнганда ҳосил бўладиган бирдан-бир маҳсулот карбонат ан-

гидриддир. Агар олмос ҳаво кирмайдиган жойда қаттиқ қи-  
дирилса, графитга айланади.

Графит сал-пал металл ялтироқлигига эга бўлган тў-  
кул ранг кристаллик модда бўлиб, унинг зичлиги 2,17 да  
2,3  $г/см^3$  гача. Графит, олмоснинг аксича, жуда юмшоқ бўл-  
ди. Агар бир бўлак графит олиб, у қоғозга суртилса, графит-  
нинг тангачаларга ўхшаш ниҳоятда майда кристаллари қоғоз-  
га ёпишиб, қоғозда кул ранг из қолдиради. Қалам қилишд-  
а графитнинг ишлатилиши ана шунга асосланган.

Графит ҳавода ҳатто қаттиқ қиздирилганда ҳам ёнмайди  
аммо тоза кислородда ёниб,  $CO_2$  га айланади.

Графит электр токини ўтказади; шунинг учун у, электр-  
техникада электродлар тайёрлаш учун ишлатилади. Графи-  
тил билан гил аралашмасидан металл суяқлантириладиган ўт-  
қичдамли тигеллар ясалади. Мўй билан қориштирилган графит  
ниҳоятда яхши сурков материалдир, чунки унинг тангачала-  
ри материалнинг ғадир-бўдур жойларини беркитиб, сирпа-  
нишни осонлаштирадиган силлиқ юза ҳосил қилади. Графит-  
ядро реакторларида секинлатувчи сифатида ҳам ишлати-  
лади.

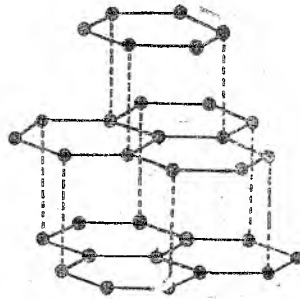
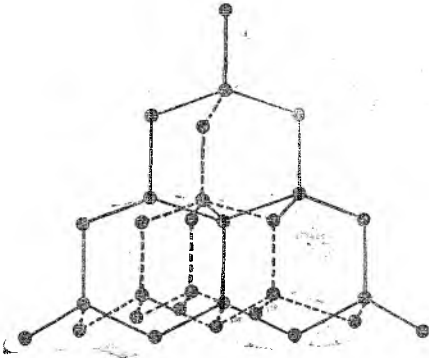
Капиталистик мамлакатларда йилига 130—140 минг т  
графит қазиб чиқарилади. Бунинг анчагина қисми Мексикада  
Австрияда ва Мальгани республикасида (Мадагаскар ороли-  
да) қазиб олинади. СССРда графитнинг энг катта конлари  
Шарқий Сибирда, Олтойда, Енисейга қуйиладиган Курейка  
дарёсининг қирғоқ бўйларида ва бошқа жойлардадир.

Графит ҳозирги вақтда сунъий йўл билан олинади, бунинг  
учун, донатор коксга смола ва оз миқдорда қум аралаштириб  
тайёрланган массадан, катта кучга эга бўлган ўзгарувчан  
ток ўтказилади. Электродлар орасида турган аралашманинг  
қаршилиги катта бўлганлигидан, у қаттиқ қизиб кетади ва  
24 — 36 соатдан кейин, кўмир графитга айланади. Сунъий  
графит ўзининг тозаллиги ва бир жинслиги жиҳатидан табиий  
графитдан устун туради.

Олмос билан графитнинг хоссаларида бундай катта фарқ  
бўлиши уларнинг ички тузилишида фарқ борлигидан келиб  
чиқади. Бу моддаларнинг кристалларида углерод атомлари-  
нинг жойланиш тартиби рентген нурлари ёрдами билан аниқ-  
ланган. Олмос кристалларида, углероднинг ҳамма атомлари  
бир-биридан бир хил (1,54 ангстрем) ораликда жойлашган-  
лиги маълум бўлди. Ҳар қайси атом мунтазам тетраэдр  
марказига жойлашган бўлиб, бу тетраэдрнинг тўрттала учид-  
а углероднинг тўртта атоми туради (94-расм). Олмоснинг қат-  
тиқлиги унинг атомлари орасида таъсир этувчи кучлар ниҳоят-  
да катта эканлигини кўрсатади, эҳтимол, бу кучлар химиявий

валентлик кучларидир. Бутун кристаллни углероднинг жуда катта бир молекуласи деб қараш мумкин.

Графитнинг кристаллари тамомила бошқача тузилган бўлади. Бу модда углерод атомлари параллел текисликларда урадиган мунтазам олтибурчакнинг учларига жойлашган (95- расм). Қўшни текисликлар оралиги (3, 4 ангстрем), олтибурчакдаги қўшни атомлар оралиги (1,45 ангстрем)дан катта, шу сабабдан, бир текисликда ётган атомлар орасидаги боғланиш текисликларнинг бир-бири билан боғланишига қара-



94- расм. Олмосда углерод атомларининг жойланиши.

95- расм. Графитда углерод атомларининг жойланиши

ганда анча мустаҳкам бўлади. Агар олмос кристали уч ўлчамли каттакон бир молекула бўлса, графит кристали икки ўлчамли катта-катта ясси молекулалардан тузилган бўлиб, бу молекулалар бирмунча заиф қатламлар ҳосил қилади. Бу текисликлар орасидаги боғланиш ана шундай заиф бўлганлигидан, графит билан қоғозга хат ёзилганда қоғозда графит тангачалари чизиқ шаклида қолади.

Аморф углерод (кўмир). Таркибида углерод бўлган моддалар ҳаво кирмайдиган жойда қиздирилса, улардан аморф углерод ёки тўғридан-тўғри кўмир деб аталадиган қора масса ҳолидаги углерод ажралиб чиқади. Бундай углероднинг, кўпгина ҳолларда, ҳатто микроскоп билан кўриб бўлмайдиган ниҳоятда майда кристаллардан иборат эканлиги рентгенография йўли билан исботланган, бу кристаллар худди графитга ўхшаш тузилган бўлади. Эҳтимол, кўмир таркибида бу кристаллар билан бир қаторда, углероднинг аморф модификацияси ҳам бор.

Кўмир энг қийин суюқланидиган моддалар қаторига киради. Кўмир таёқча орқали ғоят қувватли электр токи ўтказилгандагина кўмир суюқланиши мумкин. Бу вақтда ҳосил

бўладиган суюқ кўмир томчилари қотгандан кейин, то графитга айланади. Кўмирнинг суюқланиш температураси  $3600^{\circ}\text{C}$  га яқин.

Кўмир одатдаги эритувчиларда эримайди, аммо суюқланган кўпгина металлларда, масалан темир, никель ва платинада эрийди. Бу металллар совутилганда уларда эрига кўмир графит ҳолида эритмадан ажралиб чиқади. Кўмирнинг зичлиги 1,8 дан тортиб то  $2,1 \text{ г/см}^3$  гача боради.

Кўмирлар қандай моддадан ва қандай усул билан ҳосил қилинганлигига қараб, хоссалари жиҳатидан бир-бирида анча фарқ қилади. Бундан ташқари, кўмирда ҳамма вақт турли қўшимчалар бўлади; бу қўшимчалар кўмир хоссаларига қаттиқ таъсир этади. Кўмирнинг энг муҳим техник навлари: кокс, писта кўмир, суяк кўмири ва қоракуюя дир.

Кокс тошкўмирни қуруқ ҳайдаш йўли билан олинади. Кокс, асосан, металлургияда рудалардан металллар суюқлантириб олишда ишлатилади.

Писта кўмир ёғочнинг ҳаво кирмайдиган жойда куйдирилишидан ҳосил бўлади. Ёғоч илгари жуда содда усул билан куйдирилар эди; ёғоч кўрага уйилиб, оғзи чим билан яхшилаб беркитилар ва ҳаво кириш учун кичкина бир тешиқ қолдирилиб, ёғоч ёндирилар эди. Ёғочнинг бир қисми ёниб кетиб, кўп қисми кўмирга айланади эди. Ҳозирда писта кўмир одатда, каттакон темир реторталарда ҳосил қилинади; бу усул билан кўмир тайёрлашда, қуруқ ҳайдалиш натижасида чиқадиган қимматли маҳсулотларни — ёғоч спирти, сирка кислота ва бошқаларни тутиб қолиш мумкин бўлади.

Писта кўмир металлургия саноатида, темирчиликда, қора порох тайёрлашда, шунингдек, буғ ва газларни юттиришда ишлатилади.

Суяк кўмири ёғи йўқотилган суякларни куйдириш йўли билан олинади. Суяк кўмири таркибида 7% дан 11% гача углерод, 80% га яқин кальций фосфат ва бошқа минерал тузлар бўлади. Суяк кўмирининг ютиш қобилияти ниҳоятда кучли, у айниқса органик бўёқларни яхши ютади ва, шунинг учун, эритмалардан ҳар хил бўёқ моддаларни чиқариб юбориш мақсадида ишлатилади.

Қоракуюя (дуд) энг тоза аморф углероддир. Қоракуюя саноатда метанин термик парчалаб, шунингдек смола скипидар ва таркибида углерод кўп бўлган бошқа моддаларни ҳаво кам жойда ёндириш йўли билан олинади. Қоракуюя қора бўёқ (тушь, босмахона бўёғи ва бошқалар) сифатида ва резина ишлаб чиқаришда резинанинг муҳим таркибий қисми сифатида ишлатилади.

149. **Адсорбция.** Кўмирнинг ўз сиртида ҳар хил моддаларни ютиш хоссаси бор эканлиги тўғрисида юқорида айтиб ўтилди. Модда юзасига газ, буғ ва эриган моддаларнинг ютилиши адсорбция деб аталади. Ютувчи моддалар, яъни адсорбентлар қаттиқ моддалар ҳам, суюқликлар ҳам бўлиши мумкин; ammo энг яхши адсорбентлар қаттиқ моддалардир.

Адсорбция ҳодисасининг сабаби шундаки, ютувчи модданинг ўз юзасидаги заррачалари ички қисмидаги заррачаларига қараганда бошқача шароитда бўлади. Модданинг ички қисмидаги заррачалар орасида таъсир этадиган ҳамма кучлар ўзаро мувозанатда бўлади; лекин модданинг юзасидаги заррачаларга таъсир этадиган кучлардан фақат ички томонга йўналган кучлар ва юза текислиги бўйлаб таъсир этадиган кучларгина мувозанатланади. Шунинг учун, модданинг юза қатлами унга теккан суюқлик ёки газсимон фаза заррачаларини ўзига тортиб олиши мумкин. Кўпгина ҳолларда заррачаларнинг адсорбиланган қавати мономолекуллар қаватдир, яъни унинг қалинлиги битта молекула қалинлигича бўлади.

Адсорбиланган молекулалар муайян тебранма ҳаракатда бўлади. Молекулаларнинг баъзилари узилиб чиқиб, яна атрофдаги муҳитга ўтади, уларнинг ўрнига янги молекулалар келади, бунинг натижасида, адсорбцион мувозанатнинг маълум бир ҳолати қарор топади, бундай мувозанат бўлганда вақт бирлиги ичида модда юзасидан қанча молекула чиқиб кетса, бу юза шунча молекулани ютиб олади.

Адсорбцион мувозанат ҳолати адсорбентга тегадиган фазадаги ютилаётган модданинг концентрациясига ҳам, температурасига ҳам боғлиқдир. Концентрациянинг ортиши билан адсорбиланган молекулаларнинг абсолют сони (гарчи улар, процент жиҳатидан олганда, кичик концентрациялардагига қараганда камроқ адсорбиланса ҳам) ортиб боради.

Температуранинг ўзгариши билан адсорбцион мувозанатнинг силжишига сабаб шуки, адсорбция вақтида иссиқлик чиқади. Шунинг учун, Ле Шателье принципига биноан, температуранинг кўтарилиши адсорбцион мувозанатни силжитиб, десорбцияга, яъни адсорбиланган молекулаларнинг қайтиб чиқишига сабаб бўлади. Температуранинг пасайиши, аксинча, адсорбиланган модда миқдорини оширади.

Адсорбция фақат модда юзасидагина содир бўладиган ҳодиса бўлганлигидан, равшанки, адсорбентнинг умумий

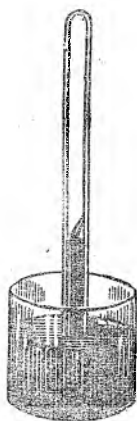
юзаси қанчалик катта бўлса, у молекулаларни шунчалик кўп юта олади. Шунинг учун ғовак ва кукун ҳолидаги моддаларнинг, одатда, ютиш қобилияти ғоваклари бўлмаган моддаларникига қараганда кучли бўлади. Модда майдаланганда унинг сирти кўпайишини 23- жадвал яққол кўрсатади.

23- жадвал

Модда майдаланганда шу модда сиртининг ортиши

Куб қиррасининг узунлиги	1 см <sup>3</sup> даги кубчалар сон	Умумий юзаси	Куб қиррасининг узунлиги	1 см <sup>3</sup> даги кубчалар сон	Умумий юзаси
1 см	1	6 см <sup>2</sup>	1 м	10 <sup>12</sup>	6 м <sup>2</sup>
1 мм	10 <sup>3</sup>	10 см <sup>2</sup>	1 тў	10 <sup>21</sup>	6000 м <sup>2</sup>
0,1 мм	10 <sup>6</sup>	600 см <sup>2</sup>	0,1 тў	10 <sup>21</sup>	60000 м <sup>2</sup>
0,01 мм	10 <sup>8</sup>	6000 см <sup>2</sup>			

Бу жадвалда қирраси 1 см бўлган куб, қирраси 1 мм, 0,1 мм ва ҳоказо бўлган кубчаларга бирин-кетин бўлинганда ўша куб юзасининг ортиб бориши кўрсатилган. Одатдаги писта кўмирнинг адсорбцион қобилияти айниқса кучлидир; бу — писта кўмирнинг ғовак-ғовак тузилганлигидандир.



96- расм.  
Аммиакнинг кўмирда ютилишини демонстрация қилиш асбоби.

Газларнинг кўмирга ютилишини кузатиш учун қуйидаги тажрибани қилиб кўрамиз. Шиша найни аммиак билан тўлдириб, унинг очиқ томонини симобли косага туширамиз (96- расм). Шундан кейин, бир бўлак писта кўмирни ғорелкада қиздириб олиб, уни симобга ботириб совитамиз, кўмирни симобдан олмай туриб, уни аммиакли цилиндр оғзига тўғрилаймиз. Кўмир цилиндри ичидаги симоб бетига қалқиб чиқади, найдаги симоб эса юқорига кўтарила бошлайди, чунки кўмир аммиакни ютиб олади.

Адсорбент ютадиган газнинг миқдори адсорбентнинг хоссаларига ҳам, газнинг табиатига ҳам боғлиқ. Бунда маълум бир қонуният борлиги кузатилади, бу қонуният шундан иборатки, газнинг критик температураси қанчалик юқори бўлса, яъни бу газ суюқликка қанчалик осон айланса, у шунчалик осон ютилади.

15°С температурада ва нормал босимда 1 г писта кўмирга адсорбиланган ҳар хил газларнинг миллилитр билан ифодаланган миқдорлари 24- жадвалда кўрсатилган.



24- жадвал

## Кўмирнинг газларни адсорбиланиши

Адсорбиланувчи модда	Қайнаш температураси, °С ҳисобида	Адсорбиланган газнинг миқдори, мл ҳисобида	Адсорбиланувчи модда	Қайнаш температураси, °С ҳисобида	Адсорбиланган газнинг миқдори, мл ҳисобида
Сульфит ангидрид . . . . .	—10,1	380	Карбонат ангидрид . . . . .	—78,5	47,6
Хлор . . . . .	—34,1	235	Метан . . . . .	—161,6	16,2
Аммиак . . . . .	—33,5	181	Кислород . . . . .	—183,0	8,2
Водород сульфид . . . . .	—60,8	99	Водород . . . . .	—252,8	4,7

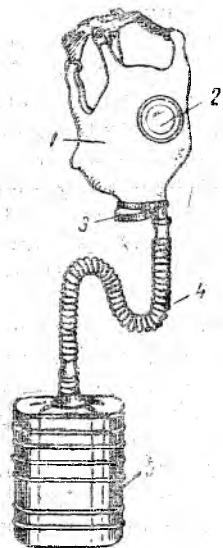
Активланган кўмир газларни айниқса яхши ютади. Активланган кўмир тайёрлашнинг энг яхши усулларида бири одатдаги қайин кўмирини сув буғида қаттиқ қиздиришдан иборат. Бундай ишланган кўмир жуда ғовак бўлиб қолади ва унинг ютиш қобилияти кучли даражада ортади\*.

Активланган кўмир учувчан суюқликларнинг ҳаводаги ва газлар аралашмасидаги буғини ютириш учун ҳам ишлатилади. Масалан, нефтли районларда кўп миқдорда ажралиб чиқадиغان табиий газлардаги бензин активланган кўмирга ютириш йўли билан тутиб қолинади. Учувчан суюқликларни кўмирга ва бошқа адсорбентларга ютириб, ютилган моддаларни десорбитаб олиш (ажратиб олиш) саноатда кенг қўлланилади ва кўп миқдорда қимматли эритувчиларни тежашга имкон беради.

Қаттиқ совитилган активланган кўмир ҳавони юқори даражада сийраклантириш учун ҳам жуда яхши воситадир; кўмир газларнинг ҳатто вакуум-насос ёрдами билан тортиб олиб бўлмайдиган асарини ҳам қолдирмай, ютиб олади. Активланган кўмир баъзи химиявий ишлаб чиқаришларда катализатор сифатида ҳам ишлатилади. Биринчи жаҳон урушида, (1914 — 1918) йиллар активланган кўмир, Н. Д. Зелинскийнинг таклифи билан, нафас олиш органларини заҳарловчи моддалардан сақлаш учун ишлатилган эди. Активланган кўмир ҳозирги замон противогазларида ҳам ишлатилади (97- расм).

\* Активланган кўмирнинг ғоваклари икки хил бўлади: а) микроскопда кўринадиган ва диаметри  $10^{-3}$  дан  $10^{-4}$  см гача бўлган анча йирик ғоваклар, б) микроскопда кўриб бўлмайдиган ва диаметри  $9,2 \cdot 10^{-7}$  дан  $2,8 \cdot 10^{-7}$  см гача бўлган ультрағоваклар. Адсорбция процессларида ана шу ультрағоваклар асосий роль ўйнайди. Активланган кўмирнинг 1 грамидаги ана шундай ғовакларнинг умумий юзаси  $1000 \text{ м}^2$  га етиши мумкин.

Кўмирининг эриган моддаларни адсорбилашини XVIII асдининг охирида рус академиги Т. Е. Ловиц кашф этган эди. Т. Е. Ловиц вино спиртини тозалаш учун кўмирдан фойдаланди. Уша вақтдан бери, вино заводларида вино спирт ундаги қўшимчалардан (сивуха мойлари деб аталадиги қўшимчалардан) кўмир орқали филътрлаш йўли билан тозаланади. Қанд заводларида қанд уни сарғайтирадиган моддалардан худди ана ш йўл билан тозаланади.



97- расм. Противогаз:

1 — резина маска; 2 — кўзойнак; 3 — нафас чиқариш клапани; 4 — гофрли трубка; 5 — ютириш кутиси.

Кўмирдан ташқари, бир қатор бошқа моддалар ҳам жуда яхши адсорбилаш хусусиятига эга. Масалан, маталарни бўйаш, темирларни ошлаш ва бошқа процеслар эриган моддаларнинг ўсимлик ва ҳайвон тодаларига ютилишига асосланган.

Бир адсорбентнинг ўзига турли моддалар турлича ютилади. Рус олими, ботаник М. С. Цвет (1872—1919) бу ҳодисадан фойдаланиб, хроматографик («рангдор») анализнинг ажойиб бир методини ишлаб чиқди, ўсимликларнинг яшил баргларида бўладиган ва тузилиши жиҳатидан бирига бирига ниҳоятда яқин бўлган икки моддан иборат пигментни, яъни хлорофиллни ажратиш олиш учун ана шу методдан фойдаланди. Цвет япроқлардан хлорофиллни бензин ёрдами билан ажратиш олиб, бу эритмани ичига зич қилиб кальций карбонат тиқилган шиша колонкадан ўтказди. Бўялган бензин колонкадан ўтиб рангсизланди, айрим пигментлар эса кальций карбонатга бирин-кетин ютилиб, цилиндр шаклидаги колонкада бир қатор рангдор ҳалқалар ҳосил қилди.

Цвет колонкадан кальций карбонатни чиқариб олиб, ундаги рангдор ҳалқаларнинг ҳар бирини бошқа-бошқа қилиб қўйди ва ҳар қайси ҳалқага ютилган моддани тегишли эритувчи ёрдами билан ажратиш олди, шундай қилиб, хлорофиллнинг химиявий тоза турларини ажратиш олишга муваффақ бўлди.

Цвет адсорбент анализнинг ниҳоятда нафис методини яратиш билан химикларнинг орзусини, яъни бир-бирига яқин химиявий бирикмалардан иборат аралашмани, актив химиявий ёки физик таъсиротлардан фойдаланмай туриб, айрим компонентларга ажратиш орзусини амалга оширди. М. С. Цветнинг хроматографик методи ҳозирги вақтда ҳар қандай тадқиқот-

тарда кенг қўлланилади. Ҳозирги замон ишлаб чиқаришларида худди шу методдан фойдаланиб, ҳар хил витамин, гормон, пенициллин ва бошқа моддаларнинг ниҳоятда тоза препаратлари ҳосил қилинади.

Сўнгги йилларда сорбентларда газларни ажратиш методидан—газлар хроматографияси деб аталадиган методдан ҳам кенг қўламда фойдаланиладиган бўлди.

Академик П. А. Ребиндер адсорбциянинг ҳар хил материалларнинг механик пухталигига таъсирини аниқлади. У, қаттиқ жисмларнинг сирт-актив моддалар деб аталадиган, яъни суоқликларнинг сирт таранглигини анча пасайтирадиган моддаларни ютганда бундай моддаларнинг молекулалари қаттиқ жисмларни «дарз кетказиб», майда-майда ёриқлар ҳосил қилади ва шу моддаларнинг пухталигини камайтиради, деб кўрсатди. Бу ҳодиса тоғ жинсларини бурғилаш практикасида, қотишмаларни механик ишлашда ва шу кабиларда катта аҳамиятга эга.

**150. Углероднинг химиявий хоссалари. Карбидлар.** Углерод одатдаги температурада инерт модда бўлиб, фақат ниҳоятда актив оксидловчилар билангина реакцияга кириша олади. Углерод қиздирилганда унинг активлиги ортади, у кислород билан осон бирикади ва яхши қайтарувчи бўлиб қолади. Металлургияда бўладиган энг муҳим процесс, яъни рудалардан металллар суоқлантириб олиш процесси металл оксидларини кўмир [ёки углерод (II)-оксид] ёрдами билан қайтариш орқали амалга оширилади.

Углерод кислород билан бирикиб, иккита асосий оксид—карбонат ангидрид  $\text{CO}_2$  ва углерод (II)-оксид  $\text{CO}$  ҳосил қилади. Булардан ташқари, таркиби  $\text{C}_3\text{O}_2$  ва  $\text{C}_{12}\text{O}_9$  бўлган оксидлар ҳам маълум.

Углерод жуда юқори температураларда водород билан, олтингугурт, кремний, бор ва кўпгина металллар билан бирикади.

Углероднинг аллотропик шакл ўзгаришлари ичида бошқаларга қараганда реакцияга осон киришувчи шакл ўзгариши аморф кўмирдир.

Углероднинг металллар билан ва углеродга nisbatan олганда электрумусбат элементлар билан ҳосил қилган бирикмалари карбидлар деб аталади. Металларнинг ёки шу металллар оксидларининг кўмирга қўшиб қаттиқ қиздирилишидан карбидлар ҳосил бўлади.

Карбидлар қаттиқ кристаллик моддалар бўлиб, жуда юқори температуралардагина суоқланади. Карбидларнинг таркиби ниҳоятда хилма-хил бўлиб, баъзан, бирикаётган элементларнинг валентликларига мутлақо мувофиқ келмайди. Карбид-

ларнинг баъзилари сувда осон ажралиб, углеводородлар ҳосил қилади, баъзиларига эса сув эмас, ҳатто суюлтирилган кислоталар ҳам таъсир этмайди.

Муҳим амалий аҳамиятга эга бўлган кальций карбид  $\text{CaC}_2$  дир, кальций карбид кўмир билан оҳак аралашмасини қаттиқ қиздириш йўли билан ҳосил қилинади:



Бу процесс, одатда, электр печларида амалга оширилади.

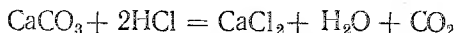
Сўнгги вақтларда кальций карбид ишлаб чиқаришнинг янги усули топилди. Карбид бу усулда оддий шахта печларида, яъни домна печларига ўхшаш печларда ҳосил қилинади, бу печларда карбид ҳосил бўлиши учун керакли юқори ( $2000^\circ\text{C}$  ва ундан юқори) температура печга кислородга бой ҳаво ҳайдаш йўли билан вужудга келтирилади. Янги усул анчагина электр энергиясини тежашга имкон беради, аммо бу усулдан ҳозир амалда кенг фойдаланилганича йўқ.

Тоза карбид мутлақо рангсиз ва тиниқ модда бўлиб, техникада ишлатиладиган карбид эса тўқ кул ранг тусли, тиниқ эмас, қаттиқ парчалардан иборатдир. Кальций карбидга сув таъсир эттирилиб, ацетилен олинади (162-параграфга қаралсин), ацетилен эса ҳар хил ишлаб чиқаришларда кенг ишлатилади; кальций карбиднинг жуда кўп миқдори қимматли ўғит-кальций цианамид ишлаб чиқарадиган заводларда ишлатилади.

Кальций карбиддан ташқари, вольфрам карбид ва кремний карбид ҳам катта амалий аҳамиятга эга, бу карбидлар тўғрисида тегишли элементлар баён этилганда (172 ва 237-параграфларга қаралсин) сўзланади.

**151. Карбонат ангидрид  $\text{CO}_2$  ва карбонат кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .** Карбонат ангидрид табиатда органик моддаларнинг оксидланиш процессларида (ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларининг чиришида, ёқилги ёқилишида, нафас олишида) доимо ҳосил бўлиб туради. Вулканли жойларда ер ёриқларидан ва кўпгина булоқларнинг сувларидан (масалан, Кавказдаги нарзан сувларидан) кўп миқдорда карбонат ангидрид чиқиб туради.

Карбонат ангидрид лабораторияларда, одатда, мармар  $\text{CaCO}_3$  га хлорид кислота таъсир эттириш йўли билан ҳосил қилинади:



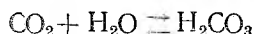
Саноатда оҳак куйдиришда қўшимча маҳсулот тарзида кўп миқдорда карбонат ангидрид чиқади:



Карбонат ангидрид одатдаги температурада — рангсиз газ бўлиб, ҳаводан тахминан 1,5 марта оғир, шунинг учун карбонат ангидридни бир идишдан бошқа идишга худди суюқликни қуйгандек «қуйиш» мумкин. Бир литр карбонат ангидрид  $0^{\circ}\text{C}$  ва 760 мм с.м. уст. босимида 1,98 г келади. Сув анчагина миқдордаги карбонат ангидридни эритади. Бир ҳажм сув  $20^{\circ}\text{C}$  да 0,88 ҳажм,  $0^{\circ}\text{C}$  да эса 1,7 ҳажм  $\text{CO}_2$  ни эритади. Карбонат ангидрид, асосан, аммиак усули билан сода ҳосил қилишда (483-бетга қаралсин), мочевина синтез қилишда, карбонат кислота тузлари ҳосил қилишда, қанд лавлагидан қанд олиш саноатида, шунингдек, мевали ва минерал сувлар, вино, пиво ва бошқа ичимликларга газ беришда ишлатилади.

Карбонат ангидрид 60 атм босим остида одатдаги температурада суюқликка айланади. Суюқ карбонат ангидрид пўлат баллонларда сақланади. Карбонат ангидридни бу баллонлардан тез қуйиб олишда, буғланиш натижасида, шу қадар кўп иссиқлик ютиладики, бунинг орқасида, карбонат ангидрид қорсимон, қаттиқ оқ массага айланади, бу масса— $78,5^{\circ}\text{C}$  да, суюқланмай туриб, сублиматланади. Қаттиқ карбонат ангидрид тез бузилиб қолувчи маҳсулотларни совитиш учун, мороженое ишлаб чиқариш ва уни асраш учун, шунингдек, паст температура ҳосил қилиш керак бўлган кўпгина ҳолларда «қуруқ муз» номи билан ишлатилади.

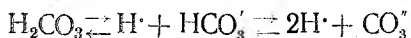
Карбонат ангидриднинг сувдаги эритмаси сал-пал нордон бўлиб, лакмус синаб кўрилганда кучсиз кислотали реакцияни намойн қилади; бу ҳол эритмада оз миқдорда карбонат кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$  борлигидан келиб чиқади. Карбонат кислота қуйидаги қайтар реакция натижасида ҳосил бўлади:



Бу реакциянинг мувозанати чап томонга кучли силжиган, шунинг учун, эриган  $\text{CO}_2$ нинг кўп деганда 1 проценти карбонат кислотага айланади.

Карбонат кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$  фақат сувдаги эритмадагина мавжуд бўла олади. Эритма қиздирилганда карбонат ангидрид учиб кетади, мувозанат чапга силжийди ва, оқибатда, тоза сув қолади. Карбонат кислотанинг формуласи шу кислота тузларини анализ қилиш асосида аниқланган.

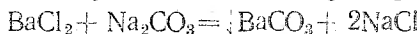
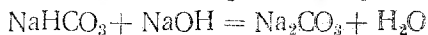
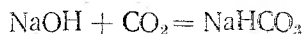
Карбонат кислота ниҳоятда кучсиздир. Карбонат кислота эритмада, асосан,  $\text{H}^+$  ионлари билан  $\text{HCO}_3^-$  ионларига ажралади ва ниҳоятда оз миқдорда  $\text{CO}_3^{2-}$  ионлари ҳосил бўлади:



Карбонат кислота икки негизли кислота бўлганлиги учун у икки қатор тузлар—нормал ва нордон тузлар ҳосил қилади;

нормал тузлари карбонатлар деб, нордон тузлари эса гидрокарбонатлар деб аталади.

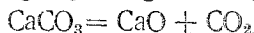
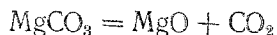
Карбонат кислота тузлари ишқорларга карбонат ангидрид таъсир эттириш йўли билан ёки карбонат кислотанинг эрийдиган тузлари ҳамда бошқа кислоталарнинг тузлари орасида бўладиган алмашнинг реакцияларидан фойдаланилиб ҳосил қилинади. Масалан:



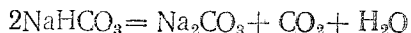
Карбонат кислота кучсиз асослар билан реакцияга киришиб, кўпчилик ҳолларда, фақат гидроксид тузлар ҳосил қилади, мис (II)-гидрокарбонат  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  бундай тузларга мисол бўла олади. Табиатда учрайдиган бундай таркибли минерал мал а х и т деб аталади.

Карбонат кислотанинг ҳамма тузларига кислоталар, ҳатто энг кучсиз кислоталардан бўлган сирка кислота ҳам таъсир эттирилганда бу тузлар ажралиб кетади, натижада, карбонат ангидрид чиқади. Бу реакция жуда характерли реакция бўлиб, кўпинча, карбонатларни топшиш учун қўлланилади, чунки ажралиб чиқаётган карбонат ангидридни бунда вужудга келадиган вижиллашга қараб ёки ёниб турган чўп ёрдами билан осон билиш мумкин.

Карбонат кислотанинг ишқорий металл тузларидан бошқа ҳамма тузлари маълум даражада қаттиқ қиздирилганда ажралиб, карбонат ангидрид чиқаради. Карбонат кислота тузларининг ажралиши натижасида ҳосил бўладиган маҳсулотлар, кўпчилик ҳолларда, тегишли металлларнинг оксидларидир. Масалан:

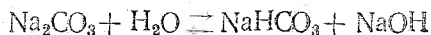


Ишқорий металлларнинг гидрокарбонатлари қиздирилганда карбонатларга айланади:

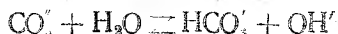


Калий, натрий ва аммоний карбонатлар, шунингдек, гидрокарбонатларнинг кўпи сувда эрийди, бошқа металлларнинг карбонатлари эса сувда эримайди.

Калий ва натрий карбонатларнинг эритмалари, гидролизланиши туфайли, кучли ишқорий реакцияга эга:



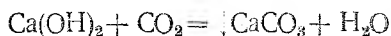
ёки



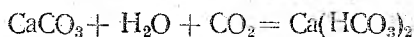
Кийим-кечак ювишда калий ва натрий карбонатларнинг ишлатилишига сабаб ана шу (ишқорлар кир кийим-кечакдаги ёғларни чиқариб юборишга ёрдам беради). Сувга кул солиб қориштирилгандан кейин тиндирилган суюқлик ҳам худди шундай таъсир этади, чунки кулда калий карбонат бўлади.

Карбонат кислота тузларидан табиатда жуда кўп тарқалгани кальций карбонат  $\text{CaCO}_3$  дир. Кальций карбонат турли-туман ҳолда: оҳактош, бўр, мармар ҳолида учрайди, буларнинг ҳаммаси кальций карбонатнинг фақат ҳар хил турларидир. Бу туз қарийб ҳар қандай тупроқда ҳам бўлади.

Кальций карбонат сувда эримайди. Шунинг учун, оҳакли сувдан карбонат ангидрид ўтказилганда у лойқаланади:



Аммо оҳакли сувдан карбонат ангидрид узоқ вақт ўтказиб турилса, аввал лойқа бўлган суюқлик секин-аста тинади ва, ниҳоят, мутлақо тиниқ бўлиб қолади. Нордон туз—кальций гидрокарбонат ҳосил бўлганлигидан лойқа эриб кетади:



Кальций гидрокарбонат—беқарор модда. Кальций гидрокарбонат эритмаси қайнатилса ёки ҳавода узоқ вақт туриб қолса, гидрокарбонат ажралиб, ундан карбонат ангидрид чиқиб кетади ва нормал туз ҳосил бўлади.

Карбонатларнинг табиатда бир ердан иккинчи ерга доимий суратда кўчиб туриши гидрокарбонатларнинг сувда эрувчанлигидандир. Таркибида ҳаводан ютилган карбонат ангидрид бўлган ёмғир суви тупроқдан, айниқса оҳактош қатламларидан сизиб ўтиб, кальций карбонатни эритади ва уни гидрокарбонат ҳолида ўзи билан бирга ариқларга, дарёлар ва денгизларга олиб кетади. Бу ерда кальций гидрокарбонат денгиз ҳайвонлари организмга ўтади ва уларнинг скелетлари ҳосил бўлиши учун кетади ёки карбонат ангидридни йўқотиб, яна кальций карбонатга айланади ва қатламлар тарзида уюлиб қолади.

Табиатда кальций карбонатдан ташқари, кўп миқдорда магний карбонат  $\text{MgCO}_3$  ҳам учрайди, магний карбонат магnezит деган ном билан маълумдир, магний карбонат худди кальций карбонат каби, карбонат ангидридли сувда яқши эриб, сувда эрийдиган нордон тузга айланади.

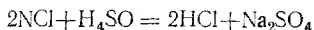
Баъзи карбонатлар қимматли рудалардир, улардан металллар ажратиб олинади (масалан, шпатли темиртош  $\text{FeCO}_3$ , галмей  $\text{ZnCO}_3$  ва бошқалар ана шундай рудалардандир).

Техникада ва уй-рўзгор ишларида натрий ва калий карбонатлари ҳамда гидрокарбонатлари кенг суратда ишлатилади.

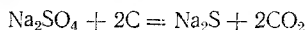
*Натрий карбонат*  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , бошқача айтганда, сода асосий химия саноатининг муҳим маҳсулотларидан биридир. Ҳозир кўп миқдордаги сода шиша саноатида, совунгарликда, целлюлоза-қоғоз, тўқимачилик, нефть саноатларида ва саноатнинг бошқа тармоқларида, шунингдек, натрийнинг ҳар хил тузларини ҳосил қилишида ишлатилади. Соданинг уй-рўзғор эҳтиёжлари учун ишлатилиши ҳаммага маълум.

Ун саққизинчи асрнинг охиригача, саноатда ишлатилиб келган соданинг ҳаммаси нуқул табиий манбалардан олинар эди. Мисрда ва бошқа баъзи жойларда учрайдиган натрий карбонатнинг табиий қатламлари, шўрхок тупроқларда ўсадиган ўсимликлар ва денгиз сув ўтларининг кули, содали кўллари ана шундай манбалар эди. 1775 йилда Франция фанлар академияси, Францияда ишқорлар етишмай қолганлиги учун, ош тузидан сода олишнинг энг яхши усулини ким иختиро этса, ўшанга мукофот бермоқчи бўлди. Аммо 16 йил ўтгандан кейингина, бу масала билан қизиққан француз врачлари Леблан сода ҳосил қилишнинг иқтисодий жиҳатдан фойдали бўлган сульфат усулини ишлаб чиқди ва 1791 йилда бу усулни саноат миқёсида амалга оширди.

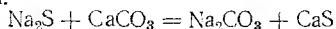
Сульфат усули, асосан, қуйидаги процесслардан иборат. Аввал, ош тузига сульфат кислота таъсир эттирилиб, ош тузи натрий сульфатга айлантирилади:



Натрий сульфат оҳактош ва кўмирга аралаштириб, қаттиқ қиздирилади. Кўмир натрий сульфатни қайтариб, натрий сульфидга айлантиради:



Натрий сульфид оҳактош билан реакцияга киришиб, кальций сульфид ва сода ҳосил қилади.



Ҳосил бўлган қотишма сода, кальций сульфид, ортиқча кўмир ва оҳакдан иборат бўлади, бу қотишма, натрий карбонатни эритиш мақсадида, сув билан ишланади.  $\text{CaCO}_3$  нинг ажраланишидан ҳосил бўладиган ортиқча оҳакнинг борлиги кальций сульфиднинг гидролизланиб, эрийдиган нордон туз  $\text{Ca}(\text{HS})_2$  га айланишига йўл қўймайди, шундай қилиб, қотишмадан натрий карбонатни батамом ажратиб олишга имкон беради. Карбонат эритмаси кристаллизация бошлангунча буғлатиш йўли билан қуюқ ҳолга келтирилади. Паст температурада ҳавода осон нурайдиган декагидрат  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  нинг кристаллари ҳосил бўлади; анча юқори температура эса моногидрат  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  кристалланади.

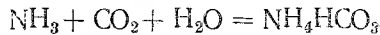
Сульфат усули билан сода олишда чиқадиغان қўшимча маҳсулотлар водород хлорид ва кальций сульфиддир; водород хлорид дастлабки вақтларда ҳавога чиқариб юборилар эди, ҳозирда эса хлорид кислота ҳосил қилиш учун ишлатилади, кальций сульфидга келганда, у саноатда ишлатилмайди.

Ун тўққизинчи асрнинг олтинчи йилларида Сольвей ош тузидан сода олишнинг янги, «аммиак усули»ни тақлиф қилган эди.

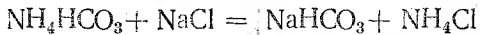


Аммиак усули ош тузи билан аммоний гидрокарбонат сувдаги эритмада ўзаро реакцияга киришганда натрий гидрокарбонат ҳосил бўлишига асосланган.

Саноатда бу реакция қуйидагича амалга оширилади. Ош тузининг концентрланган эритмаси совитилиб туриб, аммиакка тўйинтирилади, шундан кейин, унга босим остида карбонат ангидрид юборилади (карбонат ангидрид оҳактошни куйдириш йўли билан ҳосил қилинади). Аммиак, карбонат ангидрид ва сувнинг ўзаро таъсири натижасида аммоний гидрокарбонат ҳосил бўлади:

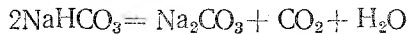


аммоний гидрокарбонат ош тузи билан алмашишиш реакциясига киришади, бунинг натижасида аммоний хлорид билан натрий гидрокарбонат ҳосил бўлади:



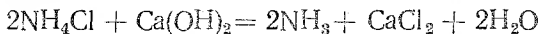
Бу реакциянинг боришига сабаб шуки, натрий гидрокарбонат совуқ сувда қийин эрийди ва чўкма ҳолида тушади; бу чўкмани филтрлаш йўли билан ажратиш олиш мумкин.

Натрий гидрокарбонат қаттиқ қиздирилганда натрий карбонат, сув ва карбонат ангидридга ажралади:



карбонат ангидрид эса ишлаб чиқаришга яна киритилади.

Таркибида аммоний хлорид бўлган эритмага оҳак қўшиб қиздириш йўли билан қайтадан аммиак ҳосил қилинади:



Шундай қилиб, аммиак усули билан сода ҳосил қилишда ишлаб чиқаришдан чиқадиган бирдан-бир чиқинди кальций хлорид бўлиб, у аммиак ажратиш олинган эритмада қолади; кальций хлорид камдан-кам ҳоллардагина ишлатилади.

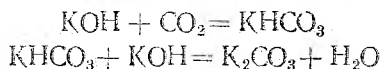
Аммиак усули билан ҳосил қилинган сода таркибида кристаллизация суви бўлмайди, бу модда кальций ациланган сода деб аталади.

Натрий гидрокарбонатнинг бир қисмидан қайта ишламай туриб фойдаланилади. Масалан, натрий гидрокарбонат медицинада ичимлик сода номи билан ва овқат тайёрлашда ачитқи ўрнида ишлатилади.

Ҳозирги вақтда Лебланнинг сульфат усулини аммиак усули деярли тамомла сиқиб чиқарди. Аммиак усулининг сульфат усулидан асосий афзаллиги шундан иборатки, у анча тежамлидир (аммиак усулида ёқилги анча кам сарф бўлади).

СССР да кальцинациланган сода ишлаб чиқариш тўхтов-сиз суратда ўсмоқда. 1957 йилда ишлаб чиқарилган кальцинациланган сода миқдори 1,6 млн т, яъни 1940 йилдагидан тахминан 2 барабар ортиқни, 1964 йилда ишлаб чиқарилган миқдори эса 2,7 млн. т ни ташкил этди.

*Калий карбонат*  $K_2CO_3$ , бошқача айтганда, поташ нам ҳавода ёйилиб кетадиган ва сувда яхши эрийдиган оқ тусли кукун моддадир. У совунгарликда, қийин суюқланувчи шиша ишлаб чиқаришда, фотографияда ва бошқа соҳаларда ишлатилади. Поташ илгариги вақтларда, ўсимликларнинг қулини сув билан ишлаш ва ҳосил қилинган эритмани буғлатиш йўли билангина олинар эди. Ҳозирги вақтда поташ ўювчи калий эритмасига карбонат ангидрид таъсир эттириш йўли билан олинади, ўювчи калий эса калий хлориднинг эритмаси электролиз қилинганда ҳосил бўлади:



Амалий жиҳатдан олганда, мочевина ёки карбамид деб аталадиган  $CO(NH_2)_2$  бирикма ниҳоятда ажойиб бирикмадир, у углерод (IV)-оксиднинг босим остида аммиак билан ўзаро таъсири натижасида ҳосил бўлади:



Мочевина кристаллардан тузилган оқ модда бўлиб,  $132,7^\circ C$  да суюқланади; у сувда жуда яхши эрийди. Мочевина қишлоқ хўжалигида кенг кўламда ишлатилади: ундан юқори концентрацияли азотли ўғит сифатида ҳам, қавш қайтарувчи ҳайвонларнинг озигига қўшиш учун ҳам фойдаланилади. Мочевинадан фойдаланилиб, карбамид пластиклари деб аталадиган арзон пластик массалар ҳосил қилинади.

152. Углерод (II)-оксид  $CO$ . Углерод (II)-оксид — фақат  $-192^\circ C$  да суюқликка айланадиган ва  $-205^\circ C$  да қотадиган заҳарли рангсиз газ. Углерод (II)-оксид сувда жуда оз эрийди ва сув билан химиявий реакцияга киришмайди.

Кўмир ёки таркибида углерод бўладиган бирикмалар кислород етишмайдиган жойда юқори температурада ёндирилган ҳоллардагина углерод (II)-оксид ҳосил бўлади (наст температураларда ҳамма вақт карбонат ангидрид ҳосил бўлади). Карбонат ангидрид чўғ ҳолидаги кўмир билан тўқнашганда ҳам углерод (II)-оксид ҳосил бўлади:

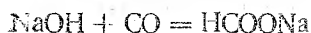


Бу реакция қайтар реакция бўлиб, чапдан ўнгга томон борганда иссиқлик ютилади. Аммо температура 400—450°C дан ошгунча реакция мувозанати амалда чапга тамомила силжиган бўлади, температура яна кўтарилаверса, реакция мувозанати ўнг томонга қараб силжий бошлайди, 800°C да эса CO<sub>2</sub> нинг CO га айланиш даражаси тахминан 90% га етади. Шундай қилиб, чўғ ҳолидаги кўмир қатлами орқали карбонат ангидрид ўтказиш йўли билан CO<sub>2</sub> ни углерод (II)- оксидга деярли батамом айлантириш мумкин.

Лабораторияларда тоза углерод (II)- оксид ҳосил қилиш учун, одатда, иситилган сульфат кислотага оз-оздан чумоли кислота HCOOH қўшилади. Сульфат кислота чумоли кислотадан сув элементларини тортиб олиб, углерод (II)- оксидни ажратиб чиқаради:



Бу реакция углерод (II)- оксидни чумоли кислота ангидриди деб қараш мумкинлигини кўрсатади. Чумоли кислотани, гарчи углерод (II)- оксид ва сувдан бевосита ҳосил қилиш мумкин бўлмаса ҳам, унинг тузлари ўювчи ишқорлар билан углерод (II)- оксиднинг 150—200°C да ўзаро таъсир этиши натижасида ҳосил бўлади:

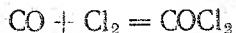


Углерод (II)- оксид ҳавода ҳаво ранг тусли аланга ҳосил қилиб ёнади ва карбонат ангидридга айланади:



Углерод (II)- оксид ёнганда кўп миқдорда иссиқлик чиққандлиги учун, у бошқа газлар билан аралаштирилган ҳолда газ-симон ёқилги сифатида кўп ишлатилади. Чунончи, кокс газни таркибида 4% га яқин углерод (II)- оксид бўлади.

Углерод (II)- оксид куёш ёруғлигида ёки активланган кўмир (катализатор) иштирокида хлор билан бевосита бириккиб, ниҳоятда заҳарли газ — *фосген* ҳосил қилади:



Фосген хилма-хил органик синтезларда ишлатилади.

Углерод (II)- оксид юқори температурада яхши қайтарувчидир, металлургияда металлларнинг оксидларидан шу металлларни қайтаришда углерод (II)- оксид муҳим роль ўйнайди.

Углерод (II)- оксид ниҳоятда заҳарли газдир, углерод (II)- оксиднинг ҳеч қандай ҳиди бўлмайди, шунинг учун ҳам у, айниқса хавфлидир; шу сабабдан углерод (II)- оксид билан заҳарланганлигини одам ҳушидан кетгунча ҳам сезмай-

ди. Бу ҳол кўпинча, печкада қаттиқ қизиган кўмир бор вақтда шу печка трубаси барвақт бекитиб қўйилганда юз беради, демак бунда углерод (II)-оксид осон ҳосил бўлиши ва иситилаётган хонага кириб бориши мумкин.

Углерод (II)-оксиднинг истегиш деб аталадиган заҳарли таъсирига сабаб шуки, СО қизил қон шарчаларининг гемоглобини билан осон бирикиб, уларни ўпкадан тўқималарга кислород олиб боришга ноқобил қилиб қўяди. Тоза ҳаво билан нафас олинганида бу бирикма секин-аста емирилади ва гемоглобин ўзининг кислород ютиш қобилиятини тиклаб олади.

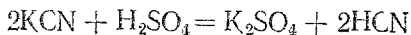
**153. Углероднинг олтингурут ва азот билан ҳосил қилган бирикмалари.** Углероднинг олтингурут ва азот билан ҳосил қилган бирикмалари ичида катта амалий аҳамиятга эга бўлганлари: углерод сульфид  $CS_2$  ва цианид кислота  $HCN$  дир.

Углерод сульфид  $CS_2$  чўғ ҳолидаги кўмир орқали олтингурут буғи ўтказиш йўли билан олинади. Углерод сульфид ёруғлик нурини кучли даражада синдирадиган,  $40^\circ C$  да қайнайдиган учувчан, рангсиз суюқлик бўлиб, тоза углерод сульфиддан эфир ҳиди келади. Углерод сульфид узоқ вақт сақланса, сарғаяди ва қўланса ҳидли бўлиб қолади.

Углерод сульфид заҳарли модда бўлиб, осон алангаланиб кетади. Углерод сульфидда олтингурут, фосфор, йод, ҳар хил ёғлар ва смолали моддалар яхши эрийди. Углерод сульфиднинг кўп миқдори қишлоқ хўжалик экинларининг ҳар хил зараркундаларига қарши кураш учун сарф бўлади, аммо углерод сульфид, асосан, сунъий ипак турларидан бирини тайёрлаш учун кетадиган вискоза ишлаб чиқаришга сарф бўлади.

Цианид кислота  $HCN$ . Углерод электр ёйи температурасига тенг температурада азот билан бевосита бирикиб, рангсиз заҳарли газ — циан ҳосил қилиши мумкин, цианнинг молекуляр оғирлиги  $C_2N_2$  формулага мувофиқ келади. Циан ўзининг химиявий хоссалари жиҳатидан галогенларга бир оз ўхшаб кетади. Циан, худди галогенлар каби, водород билан бирикиб,  $HCN$  ҳосил қилади, бу модда кучсиз кислоталик хоссаларга эга бўлиб, цианид кислота деб аталади.

Цианид кислота — рангсиз, ниҳоятда учувчан суюқлик бўлиб,  $26,5^\circ C$  да қайнайти, цианид кислотадан аччиқ бодом ҳиди келади. Цианид кислота, одатда, шу кислота тузларига, масалан  $KCN$  га сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади.



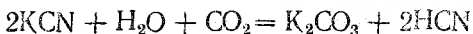
Цианид кислота сувда эритилса, жуда оз даражадагина ионларга диссоциланади ( $K = 4.7 \cdot 10^{-10}$ ).

Цианид кислота кучли заҳардир, унинг ҳатто жуда оз миқдори (0,05 г дан оз миқдори) ҳам одамни ўлдиради.

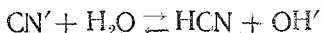
Эркин ҳолдаги цианид кислота паразит ҳашаротларга, кемирувчиларга ва мева дарахтларининг зараркунандаларига қарши курашнинг энг яхши воситаларидан биридир. Цианид кислота органик синтез саноатида ҳам ишлатилади. Цианид кислота билан ишлаганда, у ниҳоятда заҳарли бўлганлиги учун, жуда эҳтиёт бўлиш лозим.

Цианид кислота тузлари металл-цианидлар ёки тўғридан-тўғри цианидлар деб аталади. Амалий жиҳатдан олганда, ишқорий металлларнинг цианидлари, яъни калий цианид билан натрий цианид айниқса муҳимдир, бу цианидлар ҳар хил усуллар билан, масалан, кокс ҳамда поташ (ёки сода) аралашмасини азот бор жойда қиздириш йўли билан ҳосил қилинади. Калий цианид энг кўп ишлатилади.

Калий цианид KCN — сувда осон эрийдиган рангсиз кристаллик модда. Калий цианид ҳам, худди цианид кислотанинг ўзи каби, заҳарлидир. Калий цианид ҳавода карбонат ангидрид таъсири остида анча осон ажралади, натижада цианид кислота ва поташ ҳосил бўлади:



Калий цианид жуда кучсиз кислотанинг тузи бўлганлиги учун, сувда кучли даражада гидролизланади:

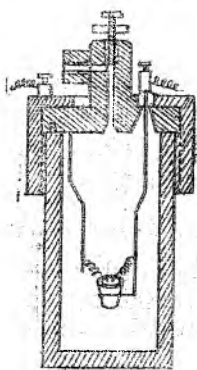


Шунинг учун, калий цианид эритмаси ишқорий реакцияга эга бўлиб, ундан цианид кислота ҳиди келади. Калий цианиддаги хоссалар натрий цианидда ҳам бўлади.

Калий цианид билан натрий цианид ҳаво кислороди иштирокида олтин ҳамда кумушни эритиш қобилиятига эга. Олтин билан кумушни рудалардан ажратиб олишда бу цианидларнинг ишлатилиши уларнинг ана шу хоссасига асосланган. Бундан ташқари, улар цианид кислота олишда, органик синтезда, металлларга гальваник усулда олтин ва кумуш юритишда фотографияда ва бошқа жойларда ҳам ишлатилади.

154. Термохимия. Химиявий ўзгаришларда, маълумки, энергия ҳар хил формада: иссиқлик, ёруғлик, электр энергияси ва бошқалар ҳолида ажралиб чиқиши ёки ютилиши мумкин. Химиявий реакцияларда содир бўладиган иссиқлик ўзгаришларни миқдорий жиҳатдан ўрганиш химиянинг термохимия деб аталадиган махсус бўлимининг вазифасидир.

Химиявий реакцияларнинг иссиқлик эффектларини ўлчаш учун калориметрлар деб аталадиган ҳар хил тузилишдаги асбоблардан фойдаланилади. Умумий бир типдаги калориметр олинганда реакция аниқ ўлчаб олинган миқдордаги сувли идишга туширилган реакция камерада олиб борилади. Реакция вақтида чиқадиган иссиқлик сувга ўтади, сувнинг



98-расм. Калориметрик бомба.

температураси эса сезгир термометрлар билан ўлчанади. Температуранинг ортган миқдори билан сув ҳамда калориметр иссиқлик сифимлари орасидаги кўпайтма шу реакция вақтида ажралиб чиқадиган иссиқликни кўрсатади.

Амалий жиҳатдан олганда, ҳар хил моддалар ёқилганда чиқадиган иссиқлик миқдорини аниқлаш айниқса муҳимдир. Бундай иссиқлик миқдори калориметрик бомба деб аталадиган асбоб ёрдами билан аниқланади (98-расм), калориметрик бомба мустақкам пўлатдан ишланган ва бир неча ўн атмосфера босимга бардош берадиган берк идишдир.

Бомба калориметрга ўрнатилади, калориметрда эса аниқ тортиб олинган миқдордаги сув бўлади. Ендирилиши керак бўлган модда бомбага солинади, бомба эса босим остида кислород билан тўлдирилиб, электр учқун ёрдами билан реакция вужудга келтирилади. Ажралиб чиққан иссиқлик миқдори калориметрдаги сув температурасининг кўтарилишига қараб аниқланади.

Барча термохимиявий ҳисоблашларга асос бўлган асосий принципини 1840 йилда рус академиги Г. И. Гесс топган. Г е с с қ о н у н и деган ном билан маълум бўлган бу принцип қуйидагича таърифланиши мумкин:

*Реакциянинг иссиқлик эффекти реакцияга киришётган моддаларнинг дастлабки ва охири ҳолатларигагина боғлиқ бўлиб, процесснинг орalik босқичларига боғлиқ эмас.*

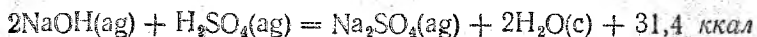
Буни мисол билан тушунтириб берамиз. Натрий сульфат  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  нинг суюлтирилган эритмаси сульфат кислота, ўювчи натрий ва сувдан ҳар хил усуллар билан тайёрланиши мумкин, масалан:

1) таркибида икки грамм-молекула  $\text{NaOH}$  бўлган суюлтирилган эритма билан таркибида бир грамм-молекула  $\text{H}_2\text{SO}_4$  бўлган эритма аралаштирилади;

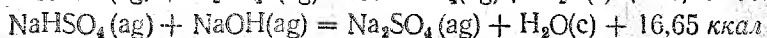
2) таркибида бир грамм-молекула  $H_2SO_4$  бўлган эритмага таркибида бир грамм-молекула  $NaOH$  бўлган эритма қўшилади ва, шундай қилиб, даставвал нордон туз  $NaHSO_4$  эритмаси ҳосил қилинади, шундан кейин, нордон туз эритмасига яна бир грамм-молекула  $NaOH$  эритмаси қўшилади.

Бу иккала ҳолда бўладиган реакцияларнинг иссиқлик эффектлари мана бундай\*.

Биринчи усул:



Иккинчи усул:



Ҳаммаси бўлиб 31,4 ккал

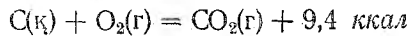
Шундай қилиб, бир грамм-молекула натрий сульфат ҳосил бўлишида чиқадиган иссиқликнинг умумий миқдори, гарчи иккинчи ҳолда реакция икки босқичда борган бўлса ҳам, иккала ҳолда бир хилдир.

Ҳесс қонуни реакцияларнинг иссиқлик эффектларини бирор сабабга бивосита ўлчаш мумкин бўлмаган ҳолларда ҳам уни ҳисоблаб чиқаришга имкон беради. Бундай ҳисоблашларда қўлланиладиган одагдаги усул мураккаб реакцияни айрим босқичларга бўлишдан иборат. Изланаётган иссиқлик эффектини ҳисоблаб чиқариш аини реакцияда чиқадиган (ёки ютиладиган) иссиқликнинг умумий миқдори реакциянинг бирин-кетин келадиган босқичларида чиқадиган (ёки ютиладиган) иссиқлик миқдорларининг алгебраик йиғиндисига тенг эканлигига асосланади. Ҳисоблашда ҳамма вақт шуни эсда тутиш зарурки, оддий моддалардан мураккаб моддалар ҳосил бўлиши учун кетадиган иссиқлик шу мураккаб модданинг ажралишида чиқадиган ва тескари ишора билан олинган иссиқликка тенг.

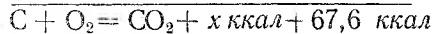
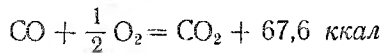
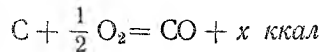
Оддий моддалар — кўмир ва кислороддан углерод (II)-оксид ҳосил бўлиш иссиқлигининг ҳисоблаб чиқарилиши Ҳесс қонунининг қўлланилишига яхши мисол бўла олади. Бу реакциянинг иссиқлик эффектини тажрибадан бевосита аниқлаб бўлмайди, чунки кўмир ёниб, углерод (II)-оксидга эмас, карбонат ангидридга айланади; аммо кўмир билан кислороддан карбонат ангидрид ҳосил бўлиш иссиқлигини (94 ккал) ва углерод (II)-оксиднинг ёниш иссиқлигини (67,6 ккал) билсак, бу иссиқлик эффектини ҳисоблаб чиқара оламиз.

\* (ag) симболи аини модданинг сувда эритилган ҳолда олинганлигини кўрсатади.

Кўмирнинг ёниш реакцияси қуйидаги термохимиявий тенглама билан ифодаланади:



Бу реакцияни босқичларга бўламиз ва кўмир ёниб, угле-род (II)- оксидга айланади, угле-род (II)- оксид эса ёниб, карбонат ангидрид ҳосил қилади, деб фараз қиламиз. Реакция-нинг айрим босқичларига оид тенгламаларни ёзиб, уларни бир-бирига қўшамиз:



Ҳосил бўлган тенгламани юқорида ёзилган тенглама билан таққослаб кўриб, қуйидагини топамиз:

$$x + 67,6 \text{ ккал} = 94 \text{ ккал}$$

бундан

$$x = 26,4 \text{ ккал}$$

Демак, кўмир билан кислороддан угле-род (II)- оксид ҳо-сил бўлиш иссиқлиги 26,4 ккал га тенг.

Топилган натижа ниҳоятда диққатга сазовордир. Бу на-тижа кислороднинг иккинчи атоми угле-род атомига бирик-канда кислороднинг биринчи атоми угле-род атомига бирик-кандагига қараганда анча кўп иссиқ чиқишини кўрсатади. Буни мана шундай изоҳлаш мумкин: угле-родни оксидлан-тиришда, аввало, угле-род атомлари орасидаги боғланишни узиш керак. Угле-род атоми билан кислороднинг биринчи ато-ми бирикишида чиқадиган энергиянинг кўп қисми бу боғла-нишни узиш учун сарф бўлади ва фақат қолган энергиягина иссиқлик ҳолида ажралиб чиқади.

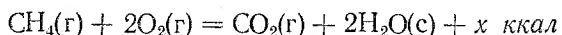
Кўмир ёниб, угле-род (II)- оксидга айланишида кўмир тўла ёнганда чиқадиган иссиқликнинг тўртдан бир қисмидан сал кўпроғича иссиқлик ажралиб чиқади. Ёқилгининг тўла ёниши иқтисодий жиҳатдан нақадар катта аҳамиятга эга эканлиги ана шундан яққол кўриниб турибди. Ҳавога чиқариб юбори-ладиган тутун газларда кўп миқдорда угле-род (II)- оксид бўл-са, у, ёндирилган кўмир таркибидаги энергиянинг анчагина қисми исроф бўлганлигини кўрсатади.

Термохимиявий ҳисоблашларни яхши биллиб олиш учун метан  $CH_4$  нинг ёниш реакцияси иссиқлик эффе-ктини ҳам ҳи-соблаб чиқамиз, бунинг учун қуйидаги маълумотлардан фой-даланамиз: метаннинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 17,9 ккал, сув-

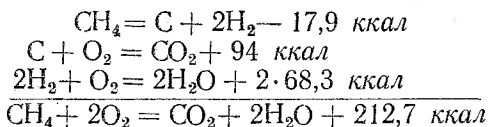


нинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 68,3 ккал ва карбонат ангидриднинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 94 ккал.

Изланаётган иссиқлик эффектини  $x$  билан белгилаб, метаннинг ёниш реакцияси тенгламасини тузамиз:



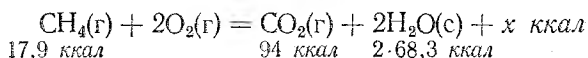
Бу реакцияни босқичларга бўламиз. Метан даставвал водород ҳамда кўмирга ажралади, сўнгра, кўмир ҳамда водород кислород билан бирикади ва сув ҳамда карбонат ангидрид ҳосил бўлади, деб фараз қиламиз. Метаннинг ҳосил бўлиш иссиқлиги 17,9 ккал эканлигини ва, демак, метан ажралганда ҳам худди шунча иссиқлик ютилишини назарда тутиб, айрим босқичларда бўладиган реакциялар тенгламаларини тузамиз ва уларни бир-бирига қўшамиз:



Реакция иссиқлик эффектини ҳисоблашнинг кўриб ўтилган мисоли Гесс қонунидан келиб чиқадиган қуйидаги умумий қондани яққол кўрсатади:

*Химиявий реакциянинг иссиқлик эффекти реакция натижасида ҳосил бўладиган моддаларнинг ҳосил бўлиш иссиқликлари йиғиндиси билан реакцияга киришадиган моддаларнинг ҳосил бўлиш иссиқликлари йиғиндиси орасидаги айирмага тенгдир.*

Бу қоида кўпгина термохимиявий ҳисоблашларни содда-лаштиришга имкон беради. Чунончи, юқорида берилган масаланинг иккинчисини қуйидагича ечиш мумкин. Метаннинг ёниш реакцияси тенгламасини тузамиз ва изланаётган иссиқлик эффектини  $x$  билан белгилаб, ҳар қайси формула остига шу формула билан ифодаланган модданинг ҳосил бўлиш иссиқлиги қимматини ёзиб қўямиз:



Бундан

$$x = 94 + 2 \cdot 68,3 - 17,9 = 212,7 \text{ ккал}$$

**155. Ёқилги ва унинг турлари.** Писта кўмир ва коке ҳолидаги аморф углерод, тошкўмир, шунингдек углероднинг кўлдан-кўл бирикмалари ҳозирги замон ҳаётида ҳар хил тур

энергия ҳосил қилиш манбаи сифатида жуда муҳим роль ўйнайди. Кўмирнинг ва таркибида углерод бўлган бирикмаларнинг ёнишидан иссиқлик чиқади; бу иссиқликдан уйларни иситиш, овқат пишириш ва кўпгина ишлаб чиқариш процессларида фойдаланилади. Ҳосил бўладиган иссиқликнинг кўпгина қисми эса энергиянинг бошқа турларига айлантирилади ва механик иш бажариш учун сарф қилинади.

Тўғри, ҳар хил машиналарни ҳаракатга келтириш учун биз, иссиқлик энергиясидан ташқари, юқоридан тушаётган сув энергиясидан («оқ кўмир»дан) ва шамол энергиясидан ҳам фойдаланамиз; тўғридан-тўғри қуёш нури энергиясидан фойдаланишга ҳам ҳаракат қилинмоқда, ammo энергиянинг бу ҳамма турлари ёқилғи натижасида ҳосил бўладиган энергиянинг фақат оз қисминигина ташкил қилади.

Ёқилғининг асосий турлари: қазилма кўмир, торф, ўгин, нефть ва табиий газлардир.

Қазилма кўмир — ёқилғининг энг кўп тарқалган тури. Қазилма кўмир тўғридан-тўғри ёқиш учун ҳам, анча қиммат баҳо ёқилғи турларини — кокс, суюқ ёқилғи, газсимон ёқилғи олиш учун ҳам ишлатилади.

Дунёдаги қазилма кўмир запаси тахминан 7900 миллиард тоннадир. СССР кўмир запаслари жиҳатидан дунёда иккинчи ўринда туради.

Чор Россиясида қазиб чиқарилган кўмир ҳатто ўша вақтдаги яхши ривожланмаган саноатнинг эҳтиёжларини ҳам қоплай олмас ва чет эллардан қўшимча тошкўмир келтирилди. Уша вақтларда бутун мамлакатларга кўмир етказиб берадиган бирдан-бир манба Донбасс эди: Россия кўмир қазиб чиқариш жиҳатидан дунёда олтинчи ўринда турарди.

Октябрь революциясидан кейин, кўмир саноатида ғоят катта ўзгаришлар бўлди. Урушдан илгариги беш йилликлар мобайнида Урта Осиёда, Кавказда, Шарқий Сибирда янги кўмир ҳавзалари ишга туширилди. Мамлакатимизнинг бир қатор бошқа районларида ҳам тошкўмир қазиб чиқарила бошлади. 1940 йилда Совет Иттифоқида 165,9 млн. т, 1954 йилда 347,1 млн. т, 1964 йилда эса 554 млн. т кўмир қазиб чиқарилди. Ammo ёқилғи ишлаб чиқаришнинг умумий ҳажмида кўмирнинг улуши умумий нефть ва табиий газ улушларининг ортиб бориши ҳисобига камаймоқда.

Қазилма кўмир планетамизда жуда қадимги даврларда ўсган ўсимликлар қолдигидир. Кўмир қанча эски бўлса, унда углерод шунча кўп бўлади.

Қазилма кўмирлар асосан уч хил бўлади:

1. Антрацит — қазилма кўмирларнинг энг қадимгиси. Антрацит зичлиги катта бўлган, ялтироқ моддадир. Антрацитда ўрта ҳисоб билан 95% углерод бор, антрацит ёнганда жуда кўп иссиқлик чиқади. СССР да кўмир запасларининг 5,5%га яқинини антрацит ташкил этади.

2. Тошкўмир — тигиз қора модда. Унинг таркибида 75—90% углерод бўлади. Қазилма кўмирларнинг ичида энг кўп ишлатиладигани тошкўмирдир.

3. Қўнғир кўмир таркибида 65—70% углерод бўлади. Бу кўмир қўнғир туслидир. Қўнғир кўмир қазилма кўмирлар ичида энг ёши бўлганлиги учун, унда кўпинча, шу кўмирни ҳосил қилган дарахтнинг тузилиш излари сақланиб қолган бўлади. Қўнғир кўмир жуда гигроскопик; қўнғир кўмир ёқилганда 7 дан 38% гача кул чиқади, шунинг учун у, маҳаллий ёқилғи сифатидагина ишлатилади.

Сўнги вақтларда қўнғир кўмрдан қиммат баҳо суяқ ёқилғи турлари — бензин ва керосин ажратиб олиш катта аҳамиятга эга бўлиб қолди. Бунинг учун, толқон қилинган кўмир гидрогенланади, яъни у, катта босим остида, катализаторлар иштирокида водород билан қўшиб қиздирилади. Водород таъсири остида органик моддаларнинг жуда мураккаб молекулалари ажралаб, тўйинган углеводороднинг бирмунча оддий молекулалари ҳосил бўлади (161-параграфга қаралсин). Кўмир гидрогенланганда ҳосил бўлган маҳсулотлар яна ажратилиб, бензин ва керосинга айлантирилади.

Торфдан фойдаланиш мамлакатимизнинг бир қанча районлари учун катта аҳамиятга эга.

Торф қазилма кўмирлар ҳосил бўлишида биринчи босқич маҳсулотдир. Торф ботқоқликлар тубида ботқоқлик мохларининг ҳалок бўлиб бораётган қисмларидан гоаят кўп миқдорда ҳосил бўлади. СССР қидириб топилган торф запаси жиҳатидан дунёда энг бой мамлакатдир. Торф таркибидаги углерод миқдори 55—60%ни ташкил этади. Ёқилғи нуқтаи назаридан олганда, торфнинг асосий камчилиги шундан иборатки, у ёнганда жуда кўп кул чиқади. Торф маҳаллий ёқилғи сифатида ишлатилади. Бир неча катта-катта электр станциялари торф билан ишлайди.

Торфни қуруқ ҳайдаш йўли билан торф кокси олинади; торф коксида олтингугурт жуда оз бўлади; шунинг учун у юқори сифатли чўян олишда ишлатилади. Бундан ташқари, торф қуруқ ҳайдалганда қиммат баҳо бирмунча химиявий маҳсулотлар ҳам ҳосил бўлади.

Утин ёқилғиларнинг умумий салмоғида иккинчи даражали ўринни ишғол этади. Сўнги йилларда саноатда утин ёқилғи тўхтовсиз суръатда камайиб бормоқда.

Нефть ёқилғи сифатида, ўн тўққизинчи асрнинг охирида нефть маҳсулотлари билан ишлайдиган ва ёқилғи ёнганда чиқадиган иссиқликнинг буғ машинага қараганда анча кўп қисмидан фойдаланишга имкон берадиган ички ёнув двигателлари ихтиро этилгандан кейингина кенг ишлатиладиган бўлди. Ҳозирги замон ҳаётида ички ёнув двигателлари ниҳоятда катта аҳамиятга эга бўлганлиги учун нефть ва, айниқасан, нефтдан олинадиган маҳсулотлар энг муҳим ёқилғи бўлиб қолди.

Аммо нефть қулай ва юқори калорияли ёқилғи бўлибгина қолмай хилма-хил химиявий маҳсулотлар (синтетик спиртлар, ювиш воситалари, каучуксимон ҳар хил материаллар, эритувчи ва бошқалар) ишлаб чиқариш учун ниҳоятда муҳим хом ашё ҳамдир. Нефть олишда чиқадиган газлар, шунингдек, нефтни қайта ишлаш вақтида чиқадиган газлар ҳам химия саноати учун қимматли хом ашё сифатида кенг қўламда ишлатилади.

Нефть қазиб чиқаришнинг ўсиш суръатлари унинг катта аҳамиятга эгалигини кўрсатади. Масалан, мамлакатимизда:

Йиллар	млн. т.	Йиллар	млн. т.
1913 . . . . .	10,3	1954 . . . . .	59,3
1940 . . . . .	31,1	1964 . . . . .	224

нефть қазиб чиқарилади.

Метан ва тўйинган бошқа углеводородлардан иборат табиий газ жуда арзон ва қулай ёқилғидир. Капиталистик мамлакатларда 25 йил ичида (1937—1962 йилларда) табиий газ олиш қарийб олти баравар ошиб, 438 млрд. м<sup>3</sup> га етди. Табиий газнинг қанчалик катта аҳамиятга эга эканлигини ана шундан ҳам билиш мумкин.

Мамлакатимизда табиий газлардан фойдаланиш Ватан урушидан кейинги йиллардагина бошланди. 1947 йилда узунлиги 843 км бўлган Саратов — Москва газопроводи қуриб битказилди, 1948 йилда Дашава (Қарпат тоғ этаклари) Киев газопроводи ишга туширилди, шундан кейин кўпгина магистрал газопроводлар, шу жумладан, Ставрополь — Москва газопроводи қурилди. Табиий газнинг катта-катта конлари Украина ССР, Краснодар ўлкаси, Урта Осиё ва Сибирнинг бир қатор районларида топилди.

Газ саноати оғир индустриямизнинг энг тез ривожланаётган тармоқлари жумласига киради. Газ саноатининг ўсиш суръатларини қазиб чиқарилган табиий газ ва кўмир ҳамда сланецлардан олинган газ ҳажмлари кўрсатиб беради. Мамлакатимизда олинган газнинг умумий миқдори қуйидагича:

Йиллар	Млрд. м <sup>3</sup>	Йиллар	Млрд. м <sup>3</sup>
1913 . . . . .	0,02	1958 . . . . .	29,9
1940 . . . . .	3,4	1961 . . . . .	60,9
1955 . . . . .	10,4	1964 . . . . .	110

Табийий газ жуда яхши ёқилғи бўлиш билан бирга, органик синтез саноати учун ниҳоятда қимматли ва иқтисодий жиҳатдан фойдали хом ашё ҳамдир. Мамлакатимизда хом ашё сифатида табиий газ ишлатиладиган янгидан-янги химия заводлари қурилмоқда; ишлаб турган баъзи химия корхоналари ҳам ана шу хом ашёга ўтказилмоқда.

Ёқилганда ҳар хил ёқилғилардан турлича миқдорда иссиқлик чиқади. Шу сабабли, ёқилғининг сифатига баҳо бериш учун унинг иссиқлик бериш қобилияти, яъни 1 кг ёқилғи тўла ёнганда чиқадиган иссиқликнинг энг кўп миқдори топилади.

Ҳар хил ёқилғилардаги органик массанинг ўртача таркиби ва бу ёқилғиларнинг иссиқлик бериш қобилияти 25-жадвалда кўрсатилган.

25-жадвал

Ҳар хил ёқилғиларнинг қандай элементлардан тузилганлиги ва иссиқлик бериш қобилияти

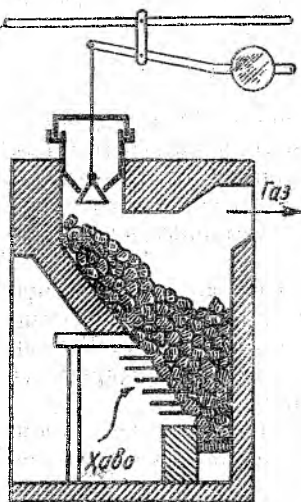
Ёқилғи	Таркиби, % ҳисобида			Иссиқлик бериш қобилияти, ккал/кг ҳисобида
	углерод	водород	кислород, азот ва олтингугурт	
Қуруқ ёғоч . . . . .	50	6	44	4 500
Қуруқ торф . . . . .	59	6	35	5 400
Қўнғир кўмир . . . . .	69 <sup>±</sup>	5,5	25,5	6 700
Тошкўмир . . . . .	82	4,3	13,7	8 400
Антрацит . . . . .	95	2,2	2,8	8 100
Писта кўмир . . . . .	100	—	—	8 080
Нефть . . . . .	85,5	14,2	0,3	10 500

25-жадвалда келтирилган маълумотлар ёқилғи таркибида углерод билан водород қанча кўп бўлса, бу ёқилғининг иссиқлик бериш қобилияти ҳам шунча катта эканлигини кўрсатади.

Кўпгина ишлаб чиқаришлар учун, ёқилғининг иссиқлик бериш қобилиятигина эмас, балки шу ёқилғини рационал ёқиш йўли билан ҳосил қилиниши мумкин бўлган энг юқори температура ҳам муҳим аҳамиятга эга. Бу температура ёнишининг пирометрик эффекти деб аталади ва, ёқилғининг иссиқлик бериш қобилиятидан ташқари, шу ёқилғининг агрегат ҳолатига ҳам кўп даража боғлиқ бўлади,

Тажрибанинг кўрсатишича, қаттиқ ёқилгини тўла ёндиришда, ёқилги ёнаётган печга шу ёқилгини ёндириш учун назарий жиҳатдан талаб қилинган ҳаво миқдорига қараганда тахминан бир ярим марта ортиқ ҳаво бериш керак. Бу ортиқча ҳаво ёқилги ёнганда чиқадиغان иссиқликнинг бир қисмини ўзига тортиб олиб, ёнишнинг пирометрик эффекттини кучли даражада пасайтиради.

Суюқ ёқилги, масалан нефть ёқилса, анча юқори пирометрик эффектга эришиш мумкин. Нефть ўтхонага ф о р с у н ка деб аталадиган махсус пуркагичлар орқали берилади, бунинг натижасида нефть ҳаво билан жуда яхши аралашиб, қаттиқ ёқилгини ёқиш учун зарур бўлганидан камроқ ҳаво талаб қилади.



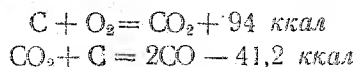
99- расм. Генератор схемаси.

Аммо фақат газсимон ёқилгининггина ҳаво билан тўла аралаштириш мумкин, шунинг учун ҳам газсимон ёқилгининг ёнишида назарий жиҳатдан қанча ҳаво талаб этилса, қарийб шунча ҳаво кетади ва бу ёқилги энг юқори пирометрик эффект беради.

**156. Газсимон ёқилги.** Газсимон ёқилгининг асосий турлари табиий газ (бундан олдинги параграфга қаралсин), генератор газы, яъни ҳаво газы, сув газы ва кокс газы, яъни тошкўмир газидир.

Генератор газы чўғ ҳолидаги кўмир қаватидан ҳаво ўтказилганда ҳосил бўлади. Бу процесс генератор деб аталадиган баланд цилиндрик печларда олиб борилади (99- расм). Генераторнинг юқориги қисмидан ёқилги, масалан, кўмир солинади, пастки қисмидан эса ҳаво юборилади. Кўмир ёнганда генераторнинг пастки қисмида карбонат ангидрид ҳосил бўлиб, у юқори томон кўтарилади ва чўғ ҳолидаги кўмир таъсирида қайтарилиб, углерод (II)-оксиди; углерод (II)-оксид реакцияга киришмаган ҳавонинг азоти билан бирга генераторнинг ён деворидаги тешик орқали печдан чиқиб кетади. 1 ҳажм углерод (II)-оксид билан 2 ҳажм азот (ёки аниқроғи, 34,7% CO ва 65,3% N<sub>2</sub>) дан иборат икки газ аралашмасы генератор газы ёки ҳаво газы деб аталади. Генератор газыда, одатда озроқ миқдорда (2,5—5%) карбонат ангидрид ҳам бўлади.

Генераторда содир бўладиган реакциялар қуйидаги тенгламалар билан ифодаланади:



Бу реакциялардан биринчисида иккинчи реакцияда ютиладиган иссиқликка қараганда кўпроқ иссиқлик чиқади, шунинг учун, умуман олганда, ортиқча иссиқлик ҳосил бўлади ва генератордаги кўмир ҳамма вақт чўғ ҳолатида туради.

Сув газини қаттиқ қиздирилган кўмир қаватидан сув буғи ўтказиш йўли билан олинади:



Сув газининг муайян ҳажмдаги углерод (II)-оксид билан худди шунча ҳажмдаги водороддан иборат эканлиги реакция тенгламасидан кўриниб турибди. Сув газининг иккала таркибий қисми ҳам ёнувчи бўлганлиги учун, сув газини ёнганда ҳаво газини ёнгандагига қараганда юқорироқ температура ҳосил бўлади.

Сув газини ҳосил бўлишида иссиқлик ютилади, шунинг учун генератордаги кўмир орқали сув буғи ўтказилганда кўмир тез совиб қолади. Шу сабабдан, сув газини билан ҳаво газини, одатда, навбатма-навбат ҳосил қилинади, бу эса кўмирни чўғ ҳолатида сақлаб туришга имкон беради.

Сув газини газсимон ёқилган сифатида ишлатилиши билан бирга, аммиак синтез қилишда водород олиниши учун ҳам ашё сифатида ҳам ишлатилади.

Таркиби жиҳатидан сув газига жуда ўхшаш газини узлуксиз ҳосил қилиб туриш учун, генератор орқали сув буғи билан кислороддан иборат аралашма ўтказилади.

Тошкўмирни ҳаво кирмайдиган жойда юқори температурага қиздириш йўли билан ҳосил қилинадиган газ кокс газини деб аталади. Тоза кокс газини ёки табиий газга аралаштирилган кокс газини саноатда, лабораторияларда ва уй ҳужралигида кўп миқдорда ишлатилади.

Кокс газини турли хил ёнувчи газлар аралашмасидир. Кокс газининг таркиби, гарчи қандай материалдан ҳосил қилинишига қараб ўзгариб турса ҳам, аммо ўрта ҳисоб билан олганда, қуйидаги рақамлар билан ифодаланиши мумкин (% ҳисобида):

Водород . . . . .	55
Метан . . . . .	30
Углерод (II)-оксид . . . . .	4
Бошқа углеводородлар . . . . .	3
Бефойда қўшимчалар (CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> ) . . . . .	8

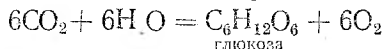
Кокс газида анча миқдорда углерод (II)-оксид бўлади, шунинг учун, уй хўжалигида кокс газидан, шунингдек, кокс газининг табиий газлар билан аралашмасидан фойдаланишида ниҳоятда эҳтиёт бўлиш керак. Газ чиқиб кетишига зинҳор йўл қўймаслик лозим. Газ ёнмай турган пайтда газ кранлари ҳамма вақт бекитиб қўйилиши зарур.

Кўмирни ер остида газга айлантириш. Кўмир қаердан чиқса, уни ўша жойда (ер остида) газга айлантириш йўли билан ундан газсимон ёқилги олиш мумкин.

Кўмирни ер остида газга айлантириш мумкинлиги тўғрисидаги фикрни биринчи бўлиб, 1888 йилда Донецк ҳавзасига бориб тошкўмир саноатининг ҳолати билан танишгач Менделеев айтган эди. Кўмирларни ер остида газга айлантириш проблемасини ҳал қилиш устида 1910 йилдан 1915 йилгача инглиз химиги Рамзай ишлади. Аммо, саноат установкаларини ишлатиш тажрибаси кўмирни ер остида газга айлантириш ҳали рентабел эмаслигини кўрсатди.

**157. Табиатда углероднинг айланиши.** Ҳар хил ёқилгиларнинг ва, умуман, органик моддаларнинг ёнишида, шунингдек, ўсимлик ва ҳайвонот қолдиқларининг чиришида улар таркибидаги углероднинг ҳаммаси, оқибатда, карбонат ангидридга, яъни энди бошқа ёнмайдиган, органик моддалардаги энергиядан маҳрум бўлган моддага айланади. Модомики, ёниш процесслари бўлиб туришига қарамай табиатда органик моддалар, ҳайвонот ва ўсимликлар мавжуд экан, афтидан, бирор ерда ёнишга тескари процесс содир бўлиб туриши, бу процессда карбонат ангидриддан яна органик моддалар ҳосил бўлиши керак. Бу процесс, маълумки, ўсимликларда, уларнинг япроқларида, бу япроқларни яшил тусга бўяйдиган ва хлорофилл доналари деб аталадиган яшил доналарда бўлиб туради.

Ўсимликлар ҳаводан карбонат ангидрид ютиб, атмосферага худди шунча ҳажм кислород чиқариб туради. Карбонат ангидрид хлорофилл иштирокида сув билан ўзаро таъсир этиб, углеродли анча мураккаб бирикмаларга, масалан, углеводларга айланади. Углевод ҳосил бўлиш процесси схема тарзида қуйидаги тенглама билан ифодаланиши мумкин:



Углевод ҳосил бўлиши билан бир вақтда, крахмал ва ҳар хил бошқа моддалар ҳам ҳосил бўлади, ўсимликларнинг танаши худди ана шу моддалардан тузилган бўлиб, бу ўсимликлар ҳайвонлар учун озиқ ва одам ишлатадиган энергиянинг асосий манбаи бўлиб хизмат қилади.

Шундай қилиб, табиатда углерод айланиб юради: ўсимликлар атмосферадан карбонат ангидрид ютиб, уни органик мод-



даларга айлантиради; бу моддаларнинг ёнишида ва чиришида, шунингдек, одам ва ҳайвонларнинг нафас олишида яна карбонат ангидрид ҳосил бўлиб, атмосферага ўтади, атмосферадаги карбонат ангидридни яна ўсимликлар ютади ва ҳоказо.

Аммо карбонат ангидрид билан сувнинг органик бирикмаларга айланишида албатта четдан энергия ютилади. Қуёш ана шу энергия манбаидир. Қуёшнинг яшил ўсимликларга тушадиган нури шу ўсимликларнинг ҳужайраларида хлорофилл доналарига ютилади ва юқорида баён этилган ўзгаришларга сабаб бўлади. Бу процесс ёруғлик таъсири остида бўлганлиги учун, у фотосинтез деб аталади.

Ўсимликларда органик моддаларнинг ҳосил бўлиш процессини (бутун органик оламнинг ҳаёт кечириши ана шу процессга боғлиқ) буюк рус олими Климент Аркадьевич Тимирязев (1848—1920) изоҳлаб берди.

Тимирязевнинг ишларига қадар, ўсимликларнинг яшил тусига унча аҳамият берилмади. Тимирязев узоқ вақт сабот билан қилган меҳнати натижасида, ўсимликларнинг озиқланиш процесси бошдан-оёқ хлорофилл доналарининг ана шу яшил тусига боғлиқ эканлигини жаҳонда биринчи бўлиб исботлади. Тимирязев ўсимликнинг карбонат ангидридни қисмларга ажратиб юборишига спектрдаги ҳар хил нурларнинг таъсирини текшириб кўриб, бу процесснинг қизил нурларда, яъни яшил хлорофиллга тўла ютиладиган ва энг кўп энергияга эга бўлган нурларда анча интенсив боришини аниқлади. Аксинча, хлорофиллга ютилмайдиган нурларда карбонат ангидрид ажралмайди деса бўлади.

Тимирязев ўтказган ниҳоятда аниқ тажрибалар ўсимликларнинг карбонат ангидридни ўзлаштириши шу ўсимликларнинг қуёш энергиясини ютиши туфайли бўлишига ҳеч қандай шубҳа қолдирмади, қуёшнинг ўсимликлар ютган энергияси ҳосил бўладиган органик моддаларнинг химиявий энергиясига айланади. Шундай қилиб, органик моддаларни овқат сифатида истеъмол қилганимизда ёки ёқилғи сифатида ёққанганимизда биз фойдаланадиган энергиянинг ҳаммаси, аслида, қуёшдан олинган энергиядир.

Тимирязев ўсимликларнинг ҳаводан озиқланиш процессининг асосини аниқлаб олганидан, бу процесда хлорофиллнинг қандай роль ўйнашини топгандан кейин, энергиянинг сақланиш қонунини тирик табиат ҳодисаларига ҳам татбиқ этиш мумкинлигини кўрсатди. Шу билан «ҳаётний куч» бор деган реакцион идеалистик таълимотга хотима берилди (158-параграфга қаралсин), бу идеалистик таълимот тирик организмларда бўладиган процессларни чуқур ўрганиш йўлини тўсиб турар эди.

## ОРГАНИК БИРИКМАЛАР

158. Органик бирикмаларнинг умумий характеристикаси. Углероднинг бирикмалари (углероднинг энг оддий баъзи бирикмаларидан бошқалари) қадимдан органик моддалар деб аталиб келади, чунки улар табиатда нуқул деярли ҳайвонот ва ўсимлик организмларида учрайди ва уларнинг таркибида албатта бўладиган асосий моддалардир. Қум, гил, ҳар хил минераллар, сув, карбонат ангидрид ва «жонсиз табиат» да учрайдиган бошқа моддалар, органик бирикмалардан фарқли ўлароқ, ани органик ёки минерал моддалар деб аталди.

Моддаларни органик ва аорганик моддаларга бўлишнинг сабаби шу бўлдики, узоқ вақтларгача, оддий моддаларни синтез қилиш йўли билан органик моддалар ҳосил қилиб бўлмайди, деб ўйланар эди. Органик моддалар алоҳида бир «ҳаётий куч» таъсирида ҳосил бўлади, бу куч фақат тирик организмлардагина таъсир этиб, аорганик бирикмаларнинг ҳосил бўлишида бутунлай иштирок этмайди, деб ўйлардилар. Бу таълимот тарафдорлари виталистлар деб аталди (латинча *vis vitalis* — ҳаётий куч сўзларидан келиб чиққан). Виталистлар дунёда қандайдир бир сирли куч бор ва бу кучни ҳисоблаб ҳам, ўрганиб ҳам бўлмайди, у умумий физик-химиявий қонуmlарга бўйсунмайди, деб даъво қилдилар ва бунинг исботини тирик табиат ҳодисаларидан топнишга уриндилар. Виталистларнинг устози XIX асрнинг биринчи ярмида яшаган энг обрўли химиклардан бири — швед олими Берцелиус эди.

Немис химиги Велер қилган кашфиёт витализмга қарши биринчи зарба бўлди. Велер 1828 йилда лабораторияда аммоний цианат тузи  $\text{NH}_4\text{CNO}$  дан мочевина ҳосил қилди, бу туз эса, ўз навбатида, оддий моддалардан синтез қилиниши мумкин. Ҳайвонларнинг ҳаёт фаолияти маҳсулотларидан бири бўлган мочевинанинг «органик» модда эканлиги шубҳасиз бўлиб, илгариги фикрларга кўра, фақат «ҳаётий куч» таъсири остидагина ҳосил бўлиши мумкин эди. Энди эса мочевина лабораторияда сунъий йўл билан ҳосил қилинди. Аммо идеалистик ва виталистик қарашлар олимлар ўртасида шу қадар ёйилган эдики, Велер қилган кашфиётнинг аҳамияти камситилди.

Химия ўтган асрнинг ўрталарида француз химиги Бертло бир қатор оддий органик бирикмаларни (углеводородлар, спиртлар ва бошқаларни) синтез қилгандан, А. М. Бутлеров эса шакарлар группасига оид моддани дунёда биринчи бўлиб синтез қилгандан кейингина, виталистик ғоялардан озод бўлди. Шундай қилиб, сирли ҳаётий куч йўқ ва органик мод-

далар ҳосил бўлиши анорганик моддалар ҳосил бўлиш қонунарига бўйсунди\*, деган фикр исбот этилди.

Органик моддалар синтез қилингандан кейин, бу моддаларни анорганик моддалардан ажратиб турадиган чегара гарчи йўқолган бўлса ҳам, «органик моддалар» деган ном ҳозиргача сақланиб келмоқда, аммо ҳозир бу номдан таркибида углерод бўладиган барча моддалар тушунилади; бу моддаларнинг кўпгина қисми организмларда ҳатто учрамайди, улар лабораторияларда сунъий йўл билан ҳосил қилинади.

Органик бирикмалардаги уларнинг бутун химиявий хоссаларида из қолдирадиган муҳим хусусиятлардан бири шу моддаларнинг молекулаларида атомларнинг ўзаро боғланиш характеридир. Жуда кўпчилик ҳолларда бу боғланишлар атом (ковалент) боғланишлардан иборат бўлади. Шунинг учун, органик моддалар, одатда, ионларга диссоциланмайди ва бири-бирига секин таъсир этади. Эритмалардаги электролитлар орасида бўладиган реакциялар қарийб бир онда вужудга келса, органик моддалар орасида бўладиган реакцияларнинг тугалланиши учун кетадиган вақт, одатда бир неча соат, баъзан эса бир неча кун бўлади. Шунинг учун ҳар хил каталлизаторларнинг ишлатилиши органик химияда катта ақамиятга эга.

Органик бирикмаларнинг яна бир хусусияти шундаки, органик бирикмалар қиздирилганда уларда чуқур ўзгаришлар содир бўлиб, натижада хоссалари тамомла бошқача янги моддалар ҳосил бўлади. Масалан, писта кўмир ёки тошкўмир ҳавосиз жойда қиздирилса, амалий жиҳатдан ниҳоятда муҳим янги моддалар ҳосил бўлади. Агар улар ҳаво кирадиган жойда ёки оксидловчилар иштирокида қиздирилса, органик моддалар ёниб кетади; бунинг натижасида, улар таркибига кирган углерод билан водород карбонат ангидрид билан сувга батамом айланади, азот эса, одатда, эркин ҳолда ажралиб чиқади. Органик моддаларнинг қандай элементлардан тузилганлигини анализ қилиш ана шунга асосланган: ёниб битган модда таркибидаги углерод билан водороднинг миқдори ҳосил бўлган карбонат ангидрид билан сувнинг миқдорига қараб аниқланади, ажралиб чиққан азот миқдори бевосита ўлчаш йўли билан, кислород миқдори эса ёниб битган модда оғирлиги билан шу модда таркибидаги бошқа элементлар оғирлиги ўртасидаги айирмага қараб аниқланади.

\* Аммо, бундан, тирик организмни ёлғиз физик-химиявий қонулар билангина белгиланадиган система деб қараш керак, деган хулоса чиқмайди. Тирик организмларда бўладиган биологик процесслар материя ҳаракатининг олий, анича мураккаб формасидир, уни материя ҳаракатининг физика ҳақида химия ўрганадиган формалари дебгина қараб бўлмайди.

Анализдан олинган маълумотлар ва молекуляр оғирликни аниқлаш шу органик модда формуласини чиқаришга имкон беради. Аммо, аорганик бирикмалардан фарқли ўлароқ, органик модданинг молекуляр формуласи шу модданинг хараكتери тўғрисида ҳам, унинг хоссалари тўғрисида ҳам ҳеч қандай тасаввур бера олмайди. Гап шундаки, таркиби ва молекуляр оғирлиги бир хил бўлиб, аммо физик ва ҳатто химиявий хоссалари ҳар хил бўлган кўпдан-кўп органик бирикмалар маълум. Масалан, этил спирт билан диметил эфир таркиби бир хил молекуляр формуланинг ўзи билан, яъни  $C_2H_6O$  билан белгиланади, ҳолбуки, улар иккита ҳар хил моддалардир. Этил спирт  $78^\circ C$  да қайнайдиган ва сув билан ҳар қандай нисбатда аралаша оладиган суюқлик, диметил эфир эса сувда қарийб эримайдиган газдир; уларнинг химиявий хоссаларида ҳам анча фарқ бор.

Органик моддалар орасида кенг тарқалган бу ҳодисага изомерия деб, молекуляр формуласи бир хил бўлган, аммо хоссалари ҳар хил бўлган моддаларга эса изомер моддалар ёки изомерлар деб ном берилди.

**159. Химиявий тузилиш назарияси.** Изомериянинг турли ҳолларини ўтган асрнинг олтишинчи йилларида Бутлеров яратган органик бирикмаларнинг тузилиш назарияси изоҳлаб беради.

Александр Михайлович Бутлеров 1828 йилнинг 25 августида Қозон губернасидаги Чистополь шаҳрида туғилди. Бутлеров 1849 йилда Қозон университетини тамом қилди, Қозон университетида унинг устозлари машҳур рус химиклари К. К. Клаус ва Н. Н. Зинин эди.

Бутлеров университетни тамом қилгандан кейин, профессорлик уновнига тайёрланиш учун шу университетда қолдирилди ва тез орада химиядан лекциялар ўқий бошлади. Бутлеров 1851 йилда «Об окислении органических соединений» («Органик бирикмаларнинг оксидланиши тўғрисида») деган темада диссертация ёқлаб, магистр даражасини олди. 1854 йилда эса «Об эфирных маслах» («Эфир мойлар тўғрисида») деган диссертациясини ёқлагач, доктор деган илмий даража олди, худди шу йилдаёқ Қозон университетининг профессори бўлиб сайланди, бу университетда 20 йил давомида дарс бериб келди.

1868 йилнинг майида Петербург университетининг совети, Менделеевнинг таклифи билан Бутлеровни органик химия кафедрасига ординар профессор қилиб, 1874 йилда эса экстраординар профессор қилиб сайлади, шундан кейин, Бутлеровнинг бутун илмий ва педагогик фаолияти Петербургда ўтди. 1871 йилда Бутлеров машҳур илмий хизматлари учун ординар академик қилиб, 1874 йилда эса экстраординар академик қилиб сайланди.

Бутлеров ўз илмий фаолиятининг биринчи кунларидан бошлабоқ, моҳир экспериментатор эканлигини кўрсатди ва бир қатор ажойиб синтезлар, жумладан, ўзи метилени тан деб атаган шакар моддани ва медицинада кенг ишлатиладиган уротропинни синтез қилди.

Бутлеров талантили экспериментатор бўлиш билан бирга, кенг хулосалар чиқарадиган ва илм соҳасидаги кўп нарсаларни олдиндан кўрадиган назариячи химик ҳам эди. Бутлеров ёш олим бўлган чоғидаёқ назарий

химия соҳасида чуқур ва дадил фикрларни баён этди. Масалан, молекуларларнинг тузилишини ва бу молекулаларда атомларнинг боғланишини формулалар билан ифодалаш тўғрисидаги масала шулар жумласидан эди. Химикларнинг кўллари фан молекулаларнинг тузилишини ҳеч қачон чуқур била олмайди, деб ҳисоблаган бир пайтда, Бутлеров органик бирикмалар молекулаларининг тузилишини формулалар билан ифодалаш мумкинлигига ва бунинг учун шу органик бирикмаларнинг химиявий ўзгаришларини ўрганish кераклигига қаттиқ ишонган эди.

Бутлеров 1861 йилда, чет элга командировкага борган вақтида Германия табиатшунослари ва врачларининг съездида «Модданинг химиявий тузилиши ҳақида» деган темада доклад қилди, унинг бу доклади органик бирикмалар химияси соҳасида янги бир давр яратди. Бутлеров Қозонга қайтиб келгач, янги таълимотини батафсил ривожлантирди, ўзининг назарий фикрларини исботлаш учун, кенг суратда экспериментал текширишлар қилишга киришди.

Бутлеров 1862—1863 йилларда «Введение к полному изучению органической химии» («Органик химияни батафсил ўрганишга муқаддима») деган ажойиб бир асар ёзди, Бутлеров ўзининг бу асарида органик химиянинг барча фактик материални ўзининг химиявий тузилиш назариясидан келиб чиқадиган қатъий илмий классификация асосида баён этди. Бутлеровнинг «Муқаддима»си ўз фикрининг кучлилиги, илмий чуқурлиги, формасининг равшанлиги ва янги идеялар билан сугорилганлиги жиҳатидан Д. И. Менделеевнинг «Химия асослари»га ўхшайди. Органик бирикмаларнинг бу китобда қабул қилинган классификациясининг асосий қиёфаси ҳозирги кунгача сақланиб келмоқда.

Бутлеров бир гуруҳ шогирдлар тарбиялаб етиштирди, унинг бу шогирдлари Бутлеров гојларини ривожлантирдилар. В. В. Марковников, А. Е. Фаворский ва бошқа машҳур олимлар Бутлеров мактабидан етишиб чиққан олимлардир.

Менделеев Бутлеровни Петербург университетининг органик химия кафедраси мудирлигига тавсия қилганда, Бутлеров асарларининг аҳамиятини ва Бутлеровнинг фани ривожлантиришдаги ролини жуда яхши таърифлаб берди. У бундай деб ёзган эди: «А. М. Бутлеров — Қозон университетининг ординар профессор, энг ажойиб рус олимларидан бири, у ўзининг илмий маъlumоти жиҳатидан ҳам, ўз асарларининг оригиналлиги жиҳатидан ҳам русдир, Бизнинг машҳур академикимиз Н. Н. Зинининг



Александр Михайлович Бутлеров  
(1828—1886)

шогирди бўлган Бутлеров ажнабийлар ўлкасида эмас, балки Қозонда химик бўлиб етишди, у, Қозонда мустақил химия мактабини ривожлантирди. Александр Михайлович илмий асарларининг маслаги ўзидан олдин ўтганларнинг гоъларини давом эттириш ёки ривожлантиришдан иборат бўлмай, балки унинг ўзига оиддир. Химияда Бутлеров мактаби, Бутлеров маслаги мавжуддир».

Бутлеров назариясига мувофиқ моддаларнинг хоссалари, илгари ўйлаганларидек, уларнинг сифат ва миқдор таркибигагина боғлиқ бўлиб қолмай, балки модда молекулаларининг ички тузилишига, молекулани ҳосил қилувчи атомларнинг маълум тартибда ўзаро бирикишига ҳам боғлиқдир. Моддаларнинг бу ички тузилишини Бутлеров «химиявий тузилиш» деб атади.

«Мураккаб заррачанинг химиявий табиати,— деб ёзган эди Бутлеров,— элементар таркибий қисмлар табиатига, уларнинг миқдори ва химиявий тузилишига боғлиқдир»\*.

Бутлеровнинг атомлар химиявий жиҳатдан ўзларининг валентлигига мувофиқ равишда маълум бир тартибда бирикиб, бир-бирига шундай таъсир этадики, уларнинг ўз табиати, уларнинг «химиявий мазмуни» қисман ўзгаради, деган фикри айниқса муҳим фикр бўлди. «Бир элементнинг ўзи,— деб ёзади Бутлеров,— бошқа ҳар хил элементлар билан бирикканда турлича химиявий мазмун намоён қилади». Шунинг учун молекулаларнинг ички тузилишида бўладиган ўзгаришлар натижасида, қонуний суратда, янги сифатлар вужудга келади.\*\*

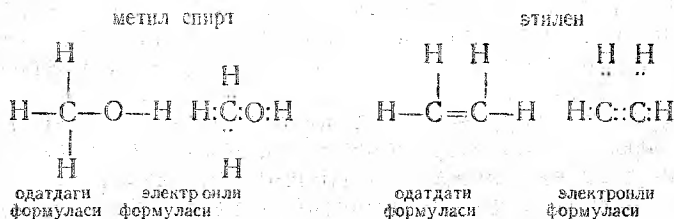
А. М. Бутлеровнинг молекулалар химиявий тузилиши тўғрисидаги таълимоти органик химиянинг назарий асосини ташкил этади. Бу таълимот углероднинг ниҳоятда хилма-хил бирикмаларини тушуниб олиш учун, молекулаларнинг химиявий хоссаларини ўрганиш асосида шу молекулалар тузилишини аниқлаш, модда молекуласининг тузилишига қараб, шу модда хоссаларини олдиндан билиш, зарур моддаларни ҳосил қилиш йўллари ва бундай моддаларни мунтазам суратда синтез қилиб бориш учун химикка катта имконият беради.

Химиявий тузилиш назарияси яратилгандан буён юз йилдан ортиқроқ вақт ўтди, аммо бу назариянинг асосий қондалари вақт ўтиши билан ўз кучини йўқотиш у ёқда турсин, балки, аксинча, янада пухталанди ва чуқурлашди. Чунончи, молекулаларнинг электрон тузилиши тўғрисидаги ҳозирги

\* А. М. Бутлеров, О химическом строении веществ, Соч., т. I, Москва, Изд. АН СССР, 1953, 70-бет.

\*\* Бутлеровнинг молекула ҳосил қилувчи атомларнинг ўзаро таъсири тўғрисидаги тасавурларини унинг шогирди ва Москва университетининг профессори В. В. Морковников батафсил ишлаб чиқди.

замон маълумотлари Бутлеров таълимоти асосида чиқарилган барча хулосаларни тўла тасдиқлади. Шу билан бирга, «валентлик чизиқчалари»нинг физик маъноси ҳам очиб берилди, яъни бу чизиқчаларнинг ўзаро боғланувчи икки атомга умумий бўлган жуфт электронларни ифодалашни аниқланди. Бу ҳол одатдаги ва электронли кўринишда ифодаланган қуйидаги структура формулаларни бир-бирига таққослашдан аниқ кўриниб туради:



Одатдаги структура формулалар қўлланилганда, икки атомни боғлайдиган ҳар қайси «валентлик чизиқчаси» электронларнинг умумий бир жуфтини белгилашни ҳамма вақт эсда тутмоқ лозим.

**160. Органик бирикмалар классификациясининг асослари.** Органик бирикмаларнинг ҳозирги замон классификацияси химиявий тузилиш назариясининг қуйидаги қондаларига асосланади:

1. Молекулалардаги атомлар бир-бири билан муайян тартибда бириккан. Бу тартибнинг ўзгариши янги хоссаларга эга бўлган янги моддалар ҳосил бўлишига олиб боради.

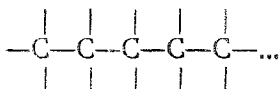
2. Атомларнинг бирикиши уларнинг валентликларига мувофиқ равишда бўлади. Молекуладаги ҳамма атомларнинг валентлиги ўзаро тўйинган бўлади. Молекулаларда атомларнинг валентликлари бўш қолмайди.

3. Моддаларнинг хоссалари уларнинг «химиявий тузилишига», яъни молекулаларда атомларнинг бирикиш тартибига ва уларнинг ўзаро таъсир этиш характериغا боғлиқ. Бир-бири билан бевосита боғланган атомлар энг кучли таъсир кўрсатади. Шунинг учун, таркибида атомларнинг бир хил группировкаси бўлган молекулаларнинг хоссалари бир-бирига ўхшайди.

4. Углерод — тўрт валентли элемент. Углероднинг ҳар бир атомида тўртта валентлик бирлиги бор, углерод атоми ана шу валентлик бирикклари ҳисобига бошқа атомларни ёки атомлар группаларини, масалан, водород H, хлор Cl, гидроксил группа OH, нитрогруппа NO<sub>2</sub>, амино группа NH<sub>2</sub> ва ҳоказоларни бириктириб олиши мумкин.

5. Углерод атомлари бир-бири билан бирикиб, атомла «занжири»ни ёки молекуланинг «углеродли скелети»ни ҳосил қилиш қобилиятига эга.

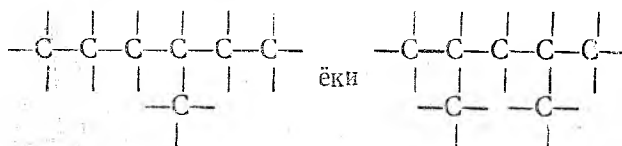
Углерод атомларининг валент боғланишини чизиқчала билан белгилаб ва бу белгининг физик маъносини назард тутиб, энг оддий занжирни қуйидагича ифодалаш мумкин:



Эркин валентликлар бошқа атомларни ёки атомлар груп паларини бириктириб олишга сарф бўлади. Масалан:



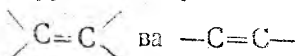
Юқорида кўрсатиб ўтилган оддий занжирлар билан би қаторда, тармоқланган занжирлар ҳам учрайди. Масалан:



«Очиқ» занжирлардан ташқари «ёпиқ» занжирлар ҳам бўлади, бу занжирларда углерод атомлари ҳалқа, яъни «цикл» ҳосил қиладиган тарзда боғланган бўлади. Масалан:



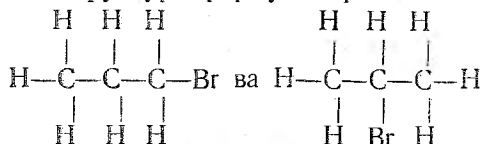
Бу ҳалқаларга, ўз навбатида, очиқ занжирлар ва бошқа ҳалқалар бирикиши мумкин. Ниҳоят углерод атомлари ўзаро боғланишга битта эмас, балки иккита ёки учта валентлигини сарф қилиши мумкин. У ҳолда «қўш» ёки «учлама» боғланишли занжирлар ҳосил бўлади, бу занжирларнинг энг оддийларини қуйидагича кўрсатиш мумкин:



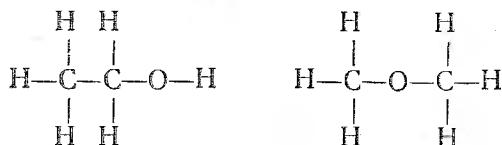
Бир хил сондаги углерод атомларидан тузилган ҳар хил занжирларнинг ҳосил бўлиши, шунингдек, бир хил таркибда-



и молекулаларда бошқа атомларнинг ҳар хил жойлашганлиги органик бирикмаларда кўпдан-кўп изомерлар бўлишининг сабабидир. Буни яққол кўрсатиш учун икки жуфт изомер бирикмаларнинг структура формулаларини келтирамыз:



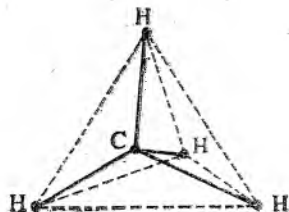
бир-бирига изомер бўлган пропил бромидлар  $\text{C}_3\text{H}_7\text{Br}$



этил спирт  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$

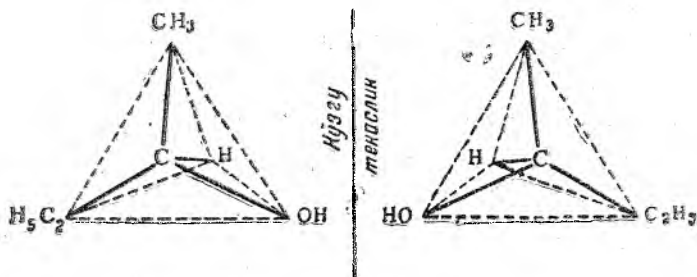
метил эфир  $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$

Изомерия атомларнинг турли тартибда боғланишидангина эмас, балки уларнинг фазода ҳар хил жойланишидан ҳам келиб чиқиши мумкин. Гап шундаки, атомларнинг ковалент боғланиши фазода жуда маълум бир йўналишга эга бўлади. Углерод атоми оддий боғланиш ҳосил қилган тақдирда бу боғланишлар бир-бирига нисбатан  $109^\circ 28'$  бурчак ҳосил қилиб йўналган бўлади, бунда углерод атоми тетраэдр марказида турса, у билан боғланган атомлар — тетраэдр учларига жойлашади. 100-расмда углероднинг водород билан ҳосил қилган энг содда бирикмасининг — метаннинг тетраэдрик модели кўрсатилган.



100-расм. Метан молекуласининг тетраэдрик модели.

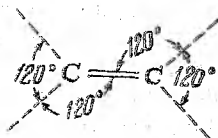
Агар углерод атоми билан тўртта ҳар хил атом, ёки атом-



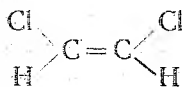
101-расм. Иккиламчи *n*-бутил спирт молекуласининг тетраэдрик модели.

ларнинг тўртта ҳар хил группаси боғланган бўлса, у ҳолда иккита ҳар хил конфигурацияли молекулалар ҳосил бўлиши мумкин, бундай конфигурациялар 101-расмда кўрсатилган. Бу расмда кўрсатилган моделларни фазода бир-бирига бирлаштириб бўлмайди; улар баъзи физик хоссалари жиҳатидан бир-биридан фарқ қиладиган иккита ҳар хил моддалар молекула ларининг конфигурациясини акс эттиради. Бир модели иккинчисининг кўзгудаги акси эканлигини расмдан кўриш қийин эмас.

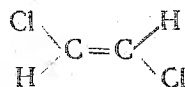
Агар углерод атомлари қўш боғ билан бириккан бўлса, у ҳолда, улар бир текисликда ётади, бошқа боғлар эса худди шу текисликда бир-бирига нисбатан  $120^\circ$  бурчак ҳосил қилиш жойлашади:



Бу ҳолда, яъни углероднинг ҳар бир атоми билан ҳар хил иккита атом ёки радикал боғланганда геометрик ёки цис-транс-изомерия деб аталадиган изомерия мавжуд бўлади. Бунга дихлорэтан мисол бўла олади:



цис—дихлорэтан



транс—дихлорэтан

Бир изомернинг молекулаларида хлор атомлари қўш боғ чизигидан бир томонга, иккинчи изомернинг молекулаларида эса қўш боғ чизигининг иккала томонига жойлашган. Биринчи конфигурация цис-конфигурация деб, иккинчи конфигурация эса транс-конфигурация деб аталади. Цис ва транс-изомерлар бир-биридан физик ва химиявий хоссалари жиҳатидан фарқ қилади.

Барча органик бирикмалар углерод занжирининг тузилишига қараб, уч катта группага бўлинади.

1. Углерод атомлари очик занжир ҳосил қиладиган бирикмалар, бу бирикмалар ациклик бирикмалар ёки ёғ қатори бирикмалари деб ҳам аталади, чунки бу бирикмалар жумласига ёғлар ва ёғларга яқин бўлган моддалар киради. Бу бирикмалар «занжирдаги» углерод атомларининг боғланиш характерига қараб, молекулаларида фақат оддий боғланишлар бўладиган тўйинган бирикмаларга ва молекулаларидаги угле-

эд атомлари орасида қўш боғ ёки учлама боғлар бўладиган ўйинмаган бирикмаларга бўлинади.

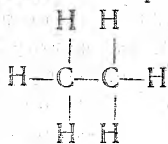
2. Углерод атомлари ёпиқ занжир ҳосил қиладиган бирикмалар ёки карбоциклик бирикмалар. Бу бирикмалар икки группачани ҳосил қилади:

а) молекулалари таркибида оддий ва қўш боғлар алоҳида арзда навбатлашиб келадиган олтита углерод атомидан иборат ҳалқа борлиги билан характерланадиган ароматик атор бирикмалари; бундай ҳалқа бензол молекула-да бўлади ва бензол ҳалқаси деб аталади;

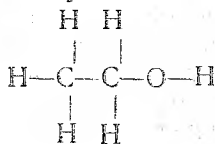
б) алициклик бирикмалар; буларга карбоциклик бирикмаларнинг қолган ҳаммаси киради. Алициклик бирикмалар циклдаги углерод атомлари сонига ва бу атомлар орасидаги боғланиш характерига қараб бир-биридан фарқ қилади.

3. Гетероциклик бирикмалар. Ҳалқаларида углерод атомларидан ташқари, бошқа элементлар (кислород, зот, олтингугурт ва бошқалар) ҳам бўладиган бирикмалар етероциклик бирикмалар деб аталади.

Органик бирикмаларни синфларга бўлишда асосий моддалар қилиб, углеводородлар синфига оид моддалар, яъни нақат углерод ва водороддан\* иборат бирикмалар олинди. Қолган ҳамма бирикмалар углеводородларнинг молекулаларидаги барча водород атомларини ёки уларнинг бир қисmini бошқа атом ёки атомлар группасига алмашишидан осил бўлган бирикмалар деб қаралади. Масалан, спиртлар углеводородларнинг молекулаларидаги битта ёки бир нечта том водород гидроксил группа ОН ларга алмашишганда ҳосил бўлади. Демак, спиртларни углеводородларнинг гидроксилли ҳосилалари деб қараш мумкин. Масалан:



этан номли углеводород



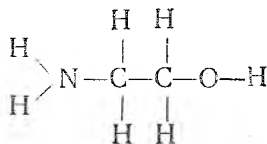
этил спирт, яъни этанол

Бир синфнинг ўзига оид бўлган моддаларнинг умумий хисиявий хоссаларини белгилайдиган атомлар группаси функционал группалар деб аталади. Гидроксил спиртларнинг функционал группасидир.

Нитробирикмаларнинг функционал группаси NO<sub>2</sub> группа (нитрогруппа), бирламчи аминларнинг функционал группаси NH<sub>2</sub> группа (аминогруппа) дир ва ҳоказо.

\* Гетероциклик бирикмалар эса углерод, водороддан ва циклга кирадиган бошқа элементдан (гетероатомдан) иборат бўлади.

Агар модда молекуласида ҳар хил функционал группаладан бир нечтаси бўлса, бундай модда аралаш функционаллик бирикма деб аталади. Аминоспиртлар синфига кирувчи аминокетанол шундай типдаги моддаларга мисол бўлади.

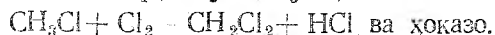


Аминоспиртлар аминларга хос бўлган хусусиятларни ҳам спиртларга хос бўлган хусусиятларни ҳам намоён қилади аммо функционал группаларнинг бир-бирига таъсири орқасида, бу иккала хусусиятлар бир қадар бошқачароқ бўлади.

Органик моддаларнинг синфлари ниҳоятда хилма-хилдир биз умумий химия курсида уларнинг фақат энг муҳимлари устидагина қисқача тўхтаб ўтишимиз мумкин.

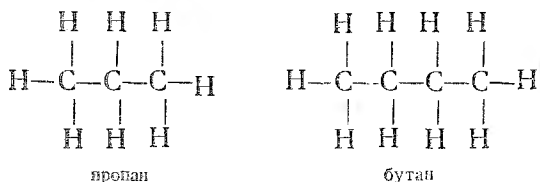
**161. Тўйинган углеводородлар.** Тўйинган углеводородлар синфининг энг оддий вакили метан  $\text{CH}_4$  дир. Метан ҳидсиз рангсиз, енгил, ёнувчи газ бўлиб, сувда қарийб эримайди. Метаннинг қайнаш температураси —  $161,5^\circ\text{C}$  га, музлаш температураси эса —  $182,5^\circ\text{C}$  га тенг.

Метан табиатда анча кўп учрайди. У табиий газнинг асосий таркибий қисмини ташкил этади ва кокс газида кўп миқдорда (30% гача) бўлади. Метан ботқоқлик, ҳовуз ва кўлмак сувлар тубидан ажралиб чиқади, бу ерда ўсимлик қолдиқларининг ҳаво иштирокисиз ажралиши натижасида метан ҳосил бўлади. Метан даставвал ана шундай жойлардан топилган эди, шунинг учун у, ботқоқлик гази деб ҳам аталади. Ниҳоят, метан тошкўмир шахталарида доимо йиғилиб қолади, бу ерда ун кон гази деб атайдилар. Метан билан ҳаво аралашмаси осон портлайди. Портловчи аралашма ҳосил бўлиши руда конларида юз берган катастрофаларга бир неча марта сабаб бўлган. Метан молекуласи анча барқарордир. Одатдаги шароитда метан фақат хлор билан бирикади, фтор билан эса айниқса актив бирикади. Хлор билан бўладиган реакция ёруғлик таъсирида тезлашади ва бу реакцияда метандаги водород атомларининг ўрнини бирин-кетин хлор атомлари олади:



Бу реакция металлелсия (ўрин олиш) реакцияси деб аталади.

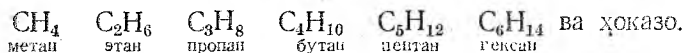
Хоссалари жиҳатидан метанга ўхшаш жуда кўп углеводородлар бор. Этан  $C_2H_6$ , пропан  $C_3H_8$ , бутан  $C_4H_{10}$  ва бошқалар ана шундай углеводородлар жумласидандир. Бу бирикмаларнинг молекулаларида углерод атомлари орасидаги ҳамма боғлар оддий боғлардан иборат:



ки



Агар танишилаётган углеводородларнинг формулалари лар молекулаларидаги углерод атомлари сонининг ортиб бориш тартибида ёзилса, қуйидаги қатор ҳосил бўлади:



Бу формулаларни бир-бирига солиштириб қарасак, қаторнинг ҳар қайси аъзосининг молекуласида ундан олдинги аъзосининг молекуласидагига қараганда бир атом углерод ва икки атом водород ортиқлигини кўрамиз. Барча аъзолари ўхшаш химиявий хоссаларга ва ўхшаш тузилишига эга бўлиб, ҳар қайси аъзоси ўзидан олдинги аъзосидан атомлар группаси  $CH_2$  билан фарқ қиладиган органик бирикмаларнинг бундай қатори гомологик қатор деб, бу қаторнинг айрим аъзолари эса гомологлар деб аталади. Юқорида кўрсатилган углеводородлар метан ёки тўйинган (чекланган) углеводородларнинг гомологик қаторини ҳосил қилади, бу углеводородлар унча актив бўлмаганлиги учун, парафинлар деб ҳам аталади (парафин деган сўз латинча *parum affinis*, яъни қардошлиги кам деган сўзлардан олинган). Бошқа органик моддалар ҳам худди ана шундай гомологик қаторларга бўлинади.

Гомологик қаторларда табиатнинг умумий қонуни—миқдорнинг сифатга ўтиш қонуни айниқса равшан намоён бўлади. Молекула таркибининг бир атом углерод ва икки атом водородга ўзгариши тамомила бошқа модда ҳосил бўлишига олиб келади, ҳосил бўлган бу янги модда, гарчи қатордаги қўшни аъзоларга кўп жиҳатдан ўхшаса ҳам, аммо, шу билан бирга, улардан сифат жиҳатидан фарқ қилади. Гомологларнинг сифат жиҳатидан ўзаро фарқ қилиши уларнинг физик хоссаларида мутлақо равшан намоён бўлади. Тўйинган углеводо-

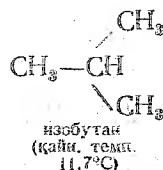
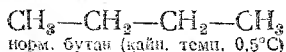
родлар қаторининг тубан аъзолари ( $\text{CH}_4$  дан  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  гача) газ бўлиб, уларнинг молекуляр оғирлиги қанча катта бўлса, қайнаш температураси ҳам шунча юқори бўлади; қаторнинг ўрта аъзолари ( $\text{C}_5\text{H}_{12}$  дан  $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$  гача)  $20^\circ\text{C}$  температурагача суюқлик, қолганлари эса қаттиқ моддалардир.

Немис олими Карл Шорлеммер (1834—1892) парафинларнинг гомологик қаторини текшириш соҳасида катта хизмат қилди.

Тўйинган углеводородлар нефть ва нефть маҳсулотлари таркибига киради. Петролейн эфир таркибига —  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  дан  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  гача бўлган углеводородлар, бензин таркибига  $\text{C}_5\text{H}_{16}$  дан  $\text{C}_9\text{H}_{20}$  гача, керосин таркибига  $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$  дан  $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$  гача бўлган углеводородлар киради. Соляр мойи ва дизель ёқилғиси сифатида ишлатиладиган бошқа оғир мойлар—молекуласида йигирмата ва ундан ҳам ортиқроқ углерод атомлари бўлган углеводородлар аралашмасидан иборат. Сурков мойларида, вазелин ва парафинда ундан ҳам оғирроқ углеводородлар бўлади.

Тўйинган углеводородлар молекулаларидаги атомлар сонининг ортиб бориши билан сифат жиҳатидан яна бир хусусият пайдо бўлади, яъни изомерлар сонининг тобора кўпайиши кузатилади.

Метан  $\text{CH}_4$ , этан  $\text{C}_2\text{H}_6$  ва пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$  ларнинг изомерлари йўқ. Бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  иккита изомер ҳосил қилади:



Пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  учта изомерга эга, гептан  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  нинг изомерлари сонининг 9 га тенг, 1818 та ҳар хил углеводородлар эса  $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$  формула билан ифодаланади ва ҳоказо.

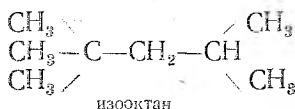
Тўйинган углеводородлар қаторида изомерия бўлишининг Бутлеров олдиндан айтган эди. Бутлеров углерод атомлари тармоқланган занжир ҳосил қиладиган биринчи изомерларини синтез қилган эди.

Айрим гомологлар ҳам, шунингдек изомерлар ҳам ўзларининг физик хоссалари билангина эмас, балки химиявий хоссалари билан ҳам бир-биридан фарқ қилади. Уларнинг химиявий хоссаларидаги фарқ, масалан, мотор ёнилғиси таркибига кирадиган баъзи углеводородларнинг детонацияга мойиллигига сабаб бўлади.

Мотор ёнилғисиде бўладиган детонация углеводородларининг ниҳоятда тез ажралиши (портлаши) дан иборатдир. Бу

ажралиш двигателъ цилиндрида ёнувчи аралашма ёқилганда тўсатдан вужудга келади. Детонация ёнувчи аралашманинг сиқилиш даражасини оширишга йўл қўймайди\*, ёнилгининг ортиқча сарф бўлишига ва моторнинг тез ишдан чиқишига сабаб бўлади. Ёнилгининг детонацияга мойиллиги углеводородлар молекуласидаги углерод занжирларининг тузилишига кучли даражада боғлиқ. Тармоқланган занжирли изомерлар тармоқланмаган занжирли изомерларга қараганда анча кийин детонациланади.

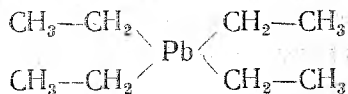
Мотор ёнилгининг антидетонацион хоссалари октан сонини билан характерланади. Атомлари тармоқланмаган занжир ҳосил қилган ва жуда осон детонациланадиган гептан  $C_7H_{16}$  углеводороди ҳамда детонацияга унча мойил бўлмаган ва атомлари тармоқланган занжир ҳосил қилган октаннынг изомерларидан бири ёнилги октан сонини аниқлаш учун стандарт намуна қилиб олинади. Бу углеводородларнинг тузилиши қуйидаги формулалар билан ифодаланади:



Гептанныннг октан сони ноль деб, изооктанныннг октан сони эса 100 деб қабул қилинади. Агар ёнилгининг октан сони 80 га тенг бўлса, бу—айни хил ёнилги ҳаво билан аралаштирилганда (худди ўша сиқилиш даражаси) 80% изооктан ва 20% гептандан иборат аралашма каби детонациланади, демакдир.

Ёнилгида атомлари тармоқланган занжир ҳосил қилган углеводородлар миқдорини ошириш, шунингдек, ёнилгига тетраэтилқўрошин қўшиш йўли билан ёнилгининг октан сони оширилади; тетраэтилқўрошиннинг озгина миқдори ҳам детонацияни пасайтиради.

Тетраэтилқўрошин оғир, заҳарли суюқлик бўлиб, молекуласининг тузилиши қуйидаги формула билан ифодаланади:



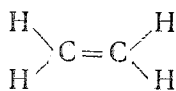
Углеводород радикалларнинг бирор металл билан, масалан, тетраэтилқўрошиндаги каби, бевосита боғланишидан

\* Сиқилиш даражаси қанчалик катта бўлса, двигателнинг фойдали иш коэффициенти ҳам шунчалик катта бўлади.

ҳосил бўлган бирикмалар металлорганик бирикмалар деб аталади. Улар ғоят катта аҳамиятга эга, уларнинг аҳамияти йилдан-йилга ортиб бормоқда.

Металлоорганик бирикмаларга, масалан, ўсимликларнинг зараркуналдалари ва касалликларига қарши курашишда энг самарали таъсир этадиган препаратлардан бири бўлган гранозан, яъни этилсимобхлорид  $C_2H_5-Hg-Cl$  киради.

**162. Тўйинмаган углеводородлар.** Молекулаларида углерод атомлари орасида қўш ёки учлама боғлар бўладиган углеводородлар тўйинмаган углеводородлар деб аталади. Уларнинг энг оддий вакиллари этилен ва ацетилендир:



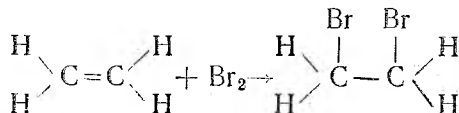
этилен



ацетилен

Этилен  $C_2H_4$  бир оз хушбўй, сувда анча яхши эрийдиган рангсиз газдир. Этилен ҳавода сал-пал ёруғ тарқатадиган аланга билан ёнади. Этилен махсус горелкаларда ёндирилиб, юқори температуралар ҳосил қилинади.

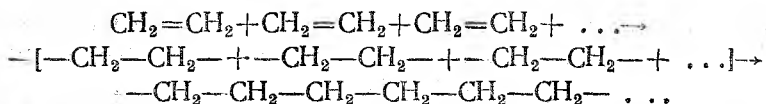
Этилен бир қатор синтетик маҳсулотлар ҳосил қилиш учун ниҳоятда муҳим хом ашёдир. Этиленнинг ишлатилиши унинг химиявий жиҳатдан ниҳоятда актив эканлигига асосланган, этиленнинг химиявий активлиги унинг бириктириб олиш реакцияларига қобиллигидадир. Этилен молекулаларидаги қўш боғ ҳар хил моддалар таъсир этганда анча осон узилиб, оддий боғ бўлиб қолади, бўшаб қолган валентликлар ҳисобига янги атомлар ёки атомларнинг янги группалари бириктириб олинади. Масалан, этилен қўш боғлари бўлган жойига бромни осон бириктириб олиб, тўйинган бирикмага—*дибромэтан*  $C_2H_4Br_2$  га айланади.



Бириктириб олиш реакциялари молекулаларида қўш ва учлама боғлар бўлган барча углеводородлар учун хосдир.

Этиленнинг молекулаларида бошқа атомларни ёки атомлар группасини бириктириб олиш хоссалари бўлиши билан бирга, ўзига ўхшаш молекулалар билан бирикиш хоссалари ҳам бор. Бундай процесс, масалан, агар этилен кучли даражада (1000 атм дан юқори) сиқилиб, 200°C гача қиздирилса вужудга келади. Бундай шароитда этилен молекулалари бири-бири билан қуйидаги схемада кўрсатилгандек бирикади:





Бу реакцияни этиленнинг кўпдан-кўп молекулаларидаги қўш боғларнинг узилиши ва эркин валентликларга эга бўлиб қолган заррачалар (икки валентли радикаллар) бир-бири билан бирикиб, битта катта молекула ҳосил қилиши, деб қараш лозим.

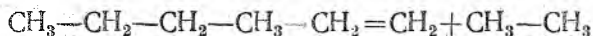
*Бир неча молекулаларнинг катта бир молекула бўлиб бирикиши реакцияси фақат қўш ёки учлама боғлар бор жойда бирлашиш ҳисобига бўлади; бундай реакция полимеризация деб, бу реакция натижасида ҳосил бўладиган маҳсулот эса полимер деб аталади.*

Этиленнинг полимери полиэтилен деб аталади. Полиэтилен оқ қаттиқ модда бўлиб, концентрланган кислота ва ишқорлар таъсирига жуда ҳам чидамлидир. Полиэтиленнинг механик ва электроизоляция хоссалари юқори бўлганлиги учун, ҳозирги замон электротехникаси ва радиотехникасида, шунингдек, трубалар, тахта-тахта материаллар, техникада ва турмушда ишлатиладиган ҳар хил буюмлар тайёрлашда кенг фойдаланилади. Полиэтилендан тайёрланган плёнкалар газ ва намни ўтказмайди.\*

Қаррали боғларга эга бўлган турли бирикмаларнинг полимерланиш реакциялари химия саноатида турли-туман синтетик маҳсулотлар—пластик массалар, химиявий толалар, синтетик каучук ва ҳоказолар олишда қўлланилади.

Этилен углеводородлари, яъни о л е ф и н л а р қаторининг биринчи аъзоси этилендир. Бу қаторнинг этилендан кейинги аъзолари пропилен  $\text{C}_3\text{H}_6$ , бутилен  $\text{C}_4\text{H}_8$  ва ҳоказолардир.

Этилен ва унинг гомологлари, асосан, нефть маҳсулотлари к р е к и н г и д а чиқадиган газлардан олинади. Крекинг процесси углеводородларнинг катта молекулаларини майда молекулаларга  $400\text{—}500^\circ\text{C}$  да юқори босим таъсирида ажратилган иборат. Масалан:



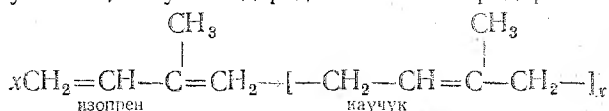
Нефть маҳсулотларининг крекинг қайнаш температураси юқори бўлган углеводородлардан қайнаш температураси паст бўлган углеводородлар (масалан, бензин) олишга имкон беради. Крекингда, тўйинган углеводородлар билан бир қаторда, ҳамиша тўйинмаган углеводородлар ҳам ҳосил бўлади.

\* Пропилен полимери — полипропиленнинг амалий аҳамияти янада каттароқдир.

Крегингда ҳосил бўладиган тўйинмаган углеводородлардан фойдаланиш мамлакатимизда синтетик органик химия саноатини ниҳоятда авж олдиришга имконият туғдирди; бу саноат юдори октанли бензинлар, спирт, ҳар хил эритувчилар, изоляцион ва каучуксимон материаллар, пластик массалар ва бошқа қимматли моддалар ишлаб чиқаради.

Молекулаларида қўш боғлар сони жуда кўп бўлган энг муҳим тўйинмаган углеводород каучукдир. Каучук молекуласининг таркибиди  $(C_5H_8)_x$  формула билан ифодаласа бўлади; бу формуладаги  $x$  қиммати 1000 дан 3000 гача боради.

Каучук *изопрен* углеводородининг полимеридир:



Изопреннинг полимерланишида қўш боғнинг силжиши схемадан кўриниб турибди.

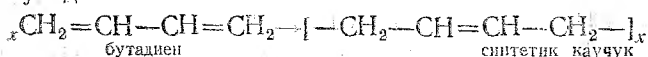
Каучук баъзи ўсимликларнинг сугида бўлади.

Яна бир табиий маҳсулот—гутта перча ҳам изопреннинг полимеридир, аммо унинг молекулалари конфигурацияси бошқача бўлади.

Хом каучук—ёпишқоқ модда, аммо температура бир оз пасайтирилса, бундай каучук мўрт бўлиб қолади. Каучукдан қилинган буюмларда ана шу хоссалар бўлмаслиги учун, каучук вулканизацияди (олтингургурт қўшиб қиздирилади). Вулканизацияланган каучук резина деб аталади.

Мамлакатимизда халқ хўжалиги учун ниҳоятда муҳим бўлган маҳсулот—табиий каучукнинг йўқлиги совет химикларини саноатда синтетик каучук ҳосил қилиш усуларини ишлаб чиқишга мажбур этди. Совет химиклари синтетик каучук ҳосил қилиш усулини топдилар ва бу усулни жаҳонда биринчи бўлиб саноат миқёсида амалга оширдилар.

Сергей Васильевич Лебедев (1874—1934) таклиф этган усулда синтетик каучук ишлаб чиқариш учун, тўйинмаган углеводород *бутадиен*  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$  хом ашё бўлиб хизмат қилади, бутадиен спиртдан, шунингдек, нефть буганидан олинади. Бутадиеннинг полимерланиш натижасида синтетик каучук ҳосил бўлади:



Ҳозирги вақтда бизда бутадиендан олинадиган каучукдан ташқари, синтетик каучукнинг бошқа хиллари ҳам ишлаб чиқарилади.

Ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Молекулаларида учлама боғ бўлган углеводородларнинг энг муҳими ацетилен  $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{H}$  дир.

Ацетилен рангсиз газ бўлиб, кальций карбидга сув таъсир эттириш:



шунингдек, метан ва бошқа тўйинган углеводородларни матълум шароитда крекинг қилиш йўли билан олинади.

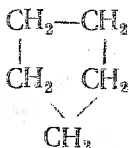
Ацетилен ёнганда жуда кўп иссиқлик чиқади, чунки ацетилен эндотермик бирикмалар қаторига киради. Шунинг учун ацетилендан металлларни автоген пайвандлашда фойдаланилади.

Ацетилен хилма-хил реакцияларга—бириктириб олиш, полимерланиш реакциялари ва бошқа реакцияларга киришади. Ацетилендан хом ашё сифатида фойдаланиш асосида, ҳозирги вақтда сирка кислота, синтетик каучук, пластик массалар, ҳар хил эритувчиларни ва бошқа муҳим маҳсулотларни саноятда синтез қилиш кенг авж олдириб юборилган.

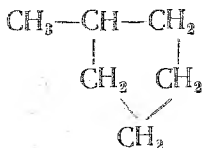
Тўйинмаган, айниқса, ацетилен углеводородлар соҳасида Алексей Евграфович Фаворский (1860—1945) ва унинг шогирдлари қилган текширишлар назарий жиҳатдан ҳам, амалий жиҳатдан ҳам катта аҳамиятга эгадир. Фаворский химиявий реакцияларда молекулаларнинг турлича қайта группаланишининг кўндан-кўп хилини кашф этди, улардаги қонуниятларни ўрганди ва бу процессларни қандай қилиб бошқариш мумкинлигини кўрсатди.

**163. Циклик углеводородлар.** Утган асрнинг етмишинчи йилларида Владимир Васильевич Марковников (1838—1904), Америка нефтининг аксича, бизнинг Боку нефтимиз таркибида, асосан, циклик углеводородлар, яъни циклида беш ёки олти атом углерод бўладиган углеводородлар борлигини кўрсатди. Марковников бу углеводородларни **н а ф т е н л а р** деб атади. Нафтенлар молекуласида углерод атомлари, худди парафинлар молекуласидаги каби, оддий боғлар билан бириккан, шу жиҳатдан нафтенлар тўйинган углеводородларга ўкшайди.

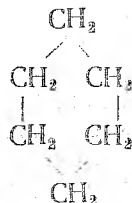
Нафтенларга қуйидагилар мисол бўла олади:



циклопентан

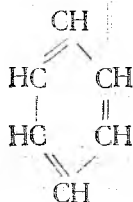
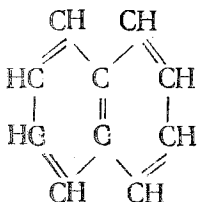
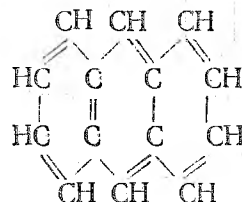


метилциклопентан



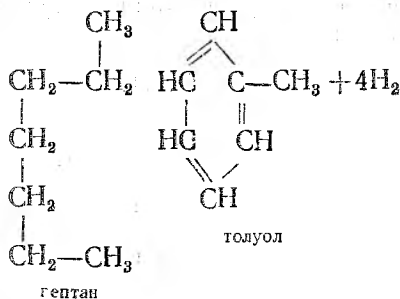
циклогексан


Молекулаларида олти атом углероддан иборат цикллар (бир ёки бир неча цикллар) бўладиган углеводородлар жуда муҳим группани ташкил этади, бундай углеводородлар молекуласи циклидаги углерод атомлари оддий ва қўш боғлар билан навбатма-навбат бириккан.

бензол  $C_6H_6$ нафталин  $C_{10}H_8$ антрацен  $C_{14}H_{10}$ 

Молекулаларининг тузилиши ана шундай бўлган углеводородлар кўпдан бери ароматик углеводородлар деб аталиб келади. Тошқўмирни кокслашда чиқадиган тошқўмир смоласи таркибида кўп миқдорда ароматик углеводородлар бўлади.

Ароматик углеводородларнинг саноатдаги аҳамияти шу қадар каттаки, уларни нефть углеводородларидан олиш проблемаси майдонга ташланди. Бу проблемани Н. Д. Зелинский ва унинг шогирдлари — Б. А. Қазанский ва А. Ф. Платэ муваффақият билан ҳал қилдилар, улар тўйинган кўпгина углеводородларни ароматик углеводородларга айлантирдилар. Масалан, нефть гептани  $C_7H_{16}$  катализатор иштирокида қиздирилса, толуол деб аталадиган ароматик углеводород ҳосил бўлади, унинг ҳосил бўлиш схемасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

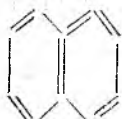


Ароматик бирикмаларнинг ёзилишини соддалаштириш учун улар таркибига бензол ҳалқаси (ёки ҳалқалари) олти бурчак ёки  шаклида ифодаланади ва унинг ҳар қанси учидagi СН группа ёзилмайди. Бундай ёзишда юқорида

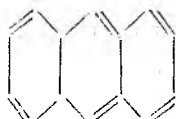
тилга олинган ароматик углеводородларнинг формулалари қуйидаги кўринишда бўлади:



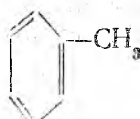
бензол



нафталин



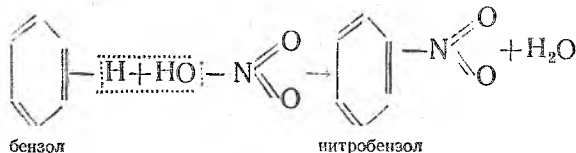
антрацен



толуол

Ароматик углеводородлар хилма-хил реакцияларга киришади. Ароматик углеводородларнинг молекулаларидаги боғланишлар ана шундай характерда бўлганда қўш боғлар учун хос реакциялар, яъни бириктириб олиш реакциялари бу углеводородларда кам учрайди. Аксинча, ароматик бирикмаларга водород атомлари ўрнини бошқа атомлар ёки атомлар группалари олиши билан бўладиган реакциялар хосдир.

Масалан, бензол ва бошқа ароматик углеводородлар концентранган нитрат кислота билан осон реакцияга киришади, бу реакцияни қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин:

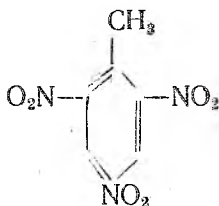


бензол

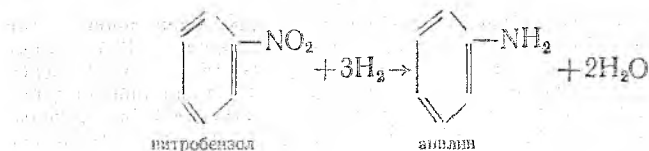
нитробензол

Бундай реакция нитроланиш деб аталади.

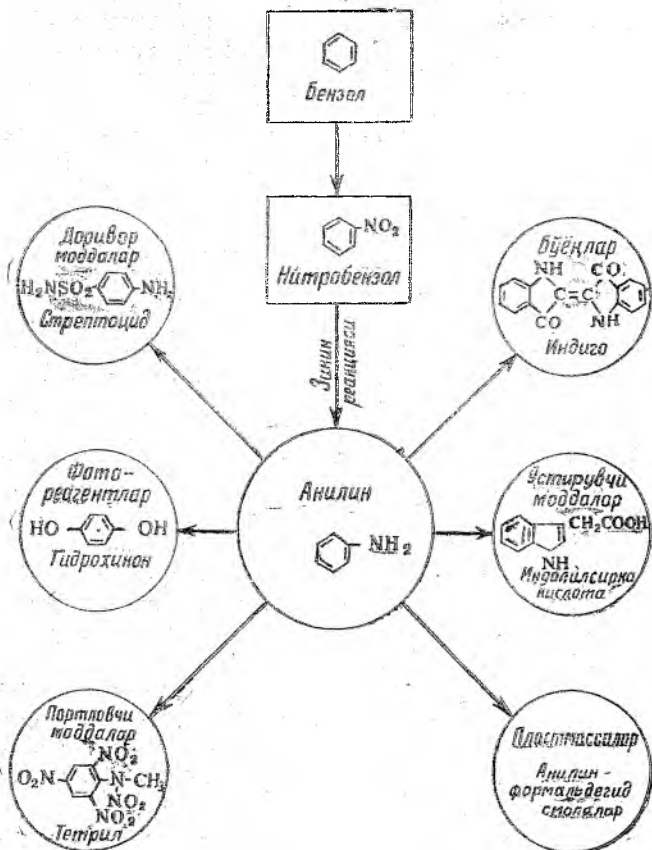
Толуолни нитролаб, портловчи модда—*тринитротолуол* (т р о т и л ёки т о л) ҳосил қилинади; тринитротолуолнинг тусилиши қуйидагича:



1842 йилда Н. Н. Зинин нитробирикмаларни қайтариб, аминлар ҳосил қилиш реакциясини кашф этди, бу реакция ўша вақтдан буён «Зинин реакцияси» деб аталади. Зинин нитробензолни қайтариш йўли билан ароматик амин—*анилин*  $C_6H_5NH_2$  ҳосил қилди, бу реакцияни қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин:



Зинин қилган кашфиётнинг аҳамияти ниҳоятда катта. Анилин ва бошқа ароматик аминлардан турли-туман сунъий буюқлар ҳосил қилишда фойдаланилади. Ароматик аминлардан фойдаланиш асосида, саноатда фармацевтик препаратлар, фотореагентлар, портловчи моддалар ва бошқа қимматли материалларнинг кўпдан-кўп синтезлари ишлаб чиқилди ва амалга оширилди (102-расмга қаралсин).



102-расм. Анилин асосида қилинадиган синтезлар.

Қозон шаҳрида органик химикларнинг машҳур мактабини ташкил этган буюк рус химиги Николай Николаевич Зинин 1812 йилда туғилди. Н. Н. Зининнинг илмий ва педагогик фаолияти даставвал Қозон университетидан ўтди, Зинин бу университетда 1842 йилда анилин ҳосил бўлиши реакциясини кашф этди. Университетнинг химия лабораториясида Зининнинг шахсан ўзи ҳосил қилган озроқ миқдордаги анилин ҳозиргача эҳтиёт қилиб сақланади. Н. Н. Зинин 1847 йилда Петербург университетиغا ўтиб, Медико-хирургия академиясининг кафедрасига бошчилик қилди, 1867 йилда эса ординар академик бўлиб сайланди.

Н. Н. Зинин нитробензолни анилинга айлантириш реакциясини кашф этиш билан бирга (бу реакция Зининни бутун дунёга машҳур қилди), катта амалий аҳамиятга эга бўлган яна бир қатор органик синтезларни ҳам амалга оширди.

Н. Н. Зинин 1868 йилда ташкил этилган Рус жамиятининг (ҳозир Д. И. Менделеев номли Бутуниттифоқ химия жамиятининг) биринчи президенти эди.



Николай Николаевич Зинин  
(1812—1880)

**164. Углеводородларнинг галогенли ҳосилалари.** Углеводород молекуласидаги битта ёки бир нечта водород атоми ўрнини галогенлар олиши натижа-сида ҳосил бўладиган маҳсулотлар деб қаралиши мумкин бўлган бирикмалар углеводородларнинг галогенли ҳосилалари дейилади. Бу синфга онд бирикмаларга хлороформ, углевод тетрахлорид ва бошқа моддалар мисол бўла олади.

**Хлороформ**  $\text{CHCl}_3$  (бошқача айтганда три хлор метан)  $61,5^\circ\text{C}$  да қайнайдиган суюқлик бўлиб, хирургия операцияларида наркоз учун ишлатилади.

Углерод тетрахлорид [углерод (IV)-хлорид]  $\text{CCl}_4$ — ёнмайдиган оғир суюқлик (қайнаш температураси  $76,8^\circ\text{C}$  га тенг); ўсимликлардан ёғ ва мойлар ажратиб олишда, кийим-кечакдан ёғ доғларини кетказишда ва шу кабиларда эритувчи сифатида ишлатилади.

**Дифтордихлорметан**  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$  (фреон); бу модда  $29,8^\circ\text{C}$  да қайнайди, заҳарли эмас, одатдаги температурада металллар билан реакцияга киришмайдиган суюқлик, буглатилганда кўп миқдорда иссиқлик ютилади. Совитиш машиналарида аммиак ўрнида ишлатилади.

**Винилхлорид**  $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ — этиленнинг ҳосиласи. Рангсиз газ, осон полимерланиб, эластик массага айланади, бу масса поливинилхлорид  $(-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_x$  деб аталади. Поливи-

нилхлориднинг кислота ва ишқорлар таъсирига яхши бардош бериши унинг қимматли хоссасидир. Шу сабабдан, поливинилхлорид химия саноатида трубалар ва идишларни футеровка қилишда кенг ишлатилади. Поливинилхлорид электр симларини изоляция қилиш, сунъий кўн, линолеум, шаффоф ихчам плашлар тайёрлаш ва ҳоказолар учун ҳам ишлатилади.

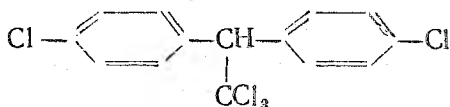
Поливинилхлоридни хлорлаб, перхлорвинилсмола ҳосил қилинади, бу смоладан эса химиявий жиҳатдан барқарор синтетик тола—хлорин олинади.

*Тетрафторэтилен*  $CF_2=CF_2$ . Унинг тефлон ёки фторопласт деб аталадиган полимери  $[-CF_2-CF_2-]_x$  ишқорларга, концентрланган кислоталарга ва бошқа реагентларга бардош берадиган ниҳоятда қимматли пластик массади. Химиявий хоссалари жиҳатидан олганда, тефлон олтин ва платинадан ҳам афзал туради.

Техникада фойдаланиладиган изоляция материаллар ичида тефлон энг юқори диэлектрик хоссаларга эга, тефлоннинг бу хоссалари  $-60^\circ$  дан  $+200^\circ$  гача температура оралиғида қарийб ўзгармайди.

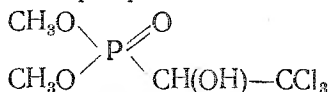
Тефлондан АҚШда синтетик тола ишлаб чиқарилади, бу толадан эса қарийб барча химиявий реагентлар, шу жумладан, концентрланган нитрат кислота таъсирига бардош берадиган тўқималар тайёрлаш мумкин.

*Гексахлорциклогексан* (гексахлоран)  $C_6H_6Cl_6$  ва *дихлордифенилтрихлорметилметан* (ДДТ)



кўпгина заҳар-химикатларнинг\* зараркунанда ҳашаротларга ва ўсимликларнинг касалликларига қарши курашиш учун ишлатилладиган химиявий воситаларнинг (инсектицид ва фунгицидларнинг) таъсир этувчи асосий сифатида кенг кўламда ишлатилади.

Гексахлоран ва ДДТ билан бир қаторда, зарарли ҳашаротларга қарши (инсектицид тарзида) жуда самарали таъсир этувчи моддалар хлорофос



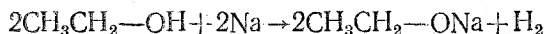
\* Заҳар-химикатларнинг қишлоқ хўжалигидаги аҳамияти гоят катта. Шунини айтиб ўтиш кифояки, ўсимликларнинг зараркунанда ҳашаротлар ва касалликлар оқибатида кўпгина ҳолларда, ҳосилнинг 20% қисми йўқолади. Шу сабабли яқин йилларда мамлакатимизда ўсимликларни ҳимоя қилишнинг химиявий воситалари ишлаб чиқаришни анча ошириш кўзда тутилган.



ва таркибида фосфор бўлган бошқа кўпгина органик бирикмалар — тиофос, меркаптофос, карбофос, фосфамид ва бошқалардир.

**165. Спиртлар, бошқача айтганда, алкоголлар.** Спиртлар углеводородларнинг гидроксилли ҳосилалари бўлиб, углеводород молекуласидаги бир ёки бир нечта атом водородни гидроксил группаларга алмаштириш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан, метил спирт  $\text{CH}_3\text{OH}$  метан  $\text{CH}_4$  нинг гидроксилли ҳосиласи, этил спирт  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$  этан  $\text{CH}_3\text{—CH}_3$  нинг гидроксилли ҳосиласидир ва ҳоказо.

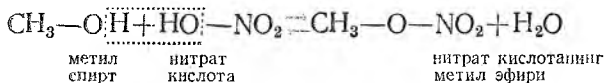
Спиртга ишқорий металл таъсир этирилса, гидроксил группанинг кислород билан бевосита бириккан водородини металл сиқиб чиқаради, натижада алкоголятлар деб аталадиган, спиртда эрийдиган қаттиқ бирикмалар ҳосил бўлади:



Шу жиҳатдан олганда, спиртлар молекуласида металлloid атоми билан боғланган гидроксил группалар бўладиган кўпгина аноорганик бирикмаларга, масалан, сувга, кислородли кислоталарга жуда ўхшайди.

Спиртлар, худди сув каби, ассоциланган суоқликлардир (66- параграфга қаралсин), шунинг учун, уларнинг қайнаш температураси молекуляр оғирлиги худди спиртларникидек бўлган, аммо молекулаларида гидроксил группалар бўлмайдиган бошқа органик моддаларнинг қайнаш температурасига қараганда анча юқоридир.

Барча спиртлар кислоталар билан ўзаро таъсир этиб, сув молекуласини ажратиб чиқаради ва *мураккаб эфирлар* ҳосил қилади, масалан:



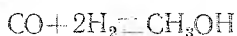
Мураккаб эфирлар ҳосил қилиш хусусияти барча спиртларга ҳам, барча кислоталарга ҳам хосдир.

Мураккаб эфирлар ўз тузилиши жиҳатидан, биринчи қарашда, тузларга ўхшайди. Ҳақиқатда эса улар орасидаги ўхшашлик юзаки ўхшашликдир. Мураккаб эфирда углерод радикаллари, яъни углеводород молекуласидан бир атом водород олиб ташлангандан кейин қоладиган қолдиқ билан молекуланинг қолган қисми орасидаги боғланиш, тузлардаги каби ион боғланиш бўлмай, балки атом боғланишдир.

Мураккаб эфирлар, кўпчилик тузларнинг аксича, сувда эрмайди, органик эритувчиларда эрийди. Уларнинг эритмалари электр токини ўтказмайди,

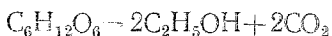
Спирт ва кислотадан мураккаб эфир ҳосил бўлиш реакцияси қайтар реакциядир: тўғри реакция этерификация деб, тескари реакция ва мураккаб эфирнинг гидролизи ёки совуланган деб аталади.

*Метил спирт*, бошқача айтганда, *метанол*  $\text{CH}_3\text{OH}$ —рангсиз суюқлик (қайнаш температураси  $64,7^\circ\text{C}$  га тенг). Метанол ниҳоятда заҳарлидир, озроқ метанол ичиб юборган киши кўр бўлиб қолади, кўпроқ миқдорда ичиб юборса, ўлади. Юқори босим ва юқори температурада, катализатор таъсирида углевод (II)-оксид ва водороддан синтез қилиш йўли билан кўп миқдорда метанол олинади:



Ёғочнинг қуруқ ҳайдалишида ҳам метил спирт ҳосил бўлади, метил спиртнинг ёғоч спирти деб ҳам аталишининг сабаби ана шу. Метил спирт эритувчи сифатида, шунингдек, бошқа органик моддалар ҳосил қилишда ишлатилади.

*Этил спирт*, бошқача айтганда, *этанол*  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (қайнаш температураси  $78,4^\circ\text{C}$  га тенг)— ҳозирги замон органик синтез саноатида ишлатиладиган энг муҳим хом ашё моддалардан бири. Этанол ҳосил қилиш учун, ҳар хил шакар моддалар, масалан, узум шакари, яъни глюкоза азалдан ишлатилиб келади; глюкоза ачитқи замбуруғлар тайёрлаб чиқарадиган ферментлар (энзималар) таъсири остида «ачитилиб» («бижғитилиб»), спиртга айлантирилади. Бу реакция схемаси куйидагича бўлади:



глюкоза

Саноатда бижғитиш йўли билан спирт ишлаб чиқариш учун, картошка, жавдар, бугдой, маккажўхори ва бошқаларда бўладиган крахмал ишлатилади. Крахмални шакар моддаларга айлантириш учун, ун ёки майдаланган картошка қайноқ сувда атала қилинади, атала совигандан кейин, унга солод — ундирилган арпанинг сувга солиб эзилган майсаси қўшилади. Солодда махсус фермент — диастаз бўлади, бу фермент худди катализатор каби таъсир этиб, крахмални шакарга айлантиради. Шакар моддаларга айлантириш процесси тамом бўлгандан кейин, ҳосил қилинган суюқликка дрожжи (ачитқи) қўшилади, дрожжидаги фермент (зимаза) таъсири остида спирт ҳосил бўлади. Спирт суюқлигининг қолган қисмидан ҳайдаш йўли билан ажратиб олинади.

Ҳозирги вақтда ёғочнинг асосий массасини ташкил этадиган целлюлозага концентрланган кислоталар таъсир эттириб, у шакар моддага айлантирилади. Худди шундай усулда ҳо-

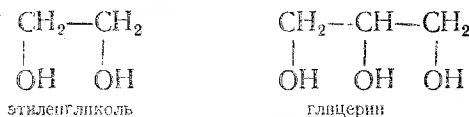
сил қилинган маҳсулот ачитқи қўшиб ачитиш йўли билан спиртга айлантирилади.

Ниҳоят, этилендан синтетик йўл билан ҳам спирт ҳосил қилинади. Реакция, оқибатда, сувнинг этиленга (катализатор иштирокида) бирикишидан иборат бўлади:



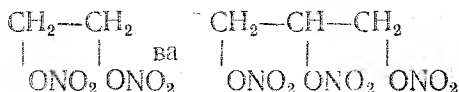
Сўнгги йилларда мамлакатимизда этилендан синтетик этил спирт ишлаб чиқарадиган бир нечта завод қурилди ва ёғочдан олинадиган спирт миқдори анча оширилди. Бу ҳол спирт ишлаб чиқаришга сарф қилинадиган кўп миқдор овқат маҳсулотларини тежашга имкон берди\*.

Молекуласида битта гидроксил группа бўладиган спиртлардан ташқари, молекуласида бир нечта гидроксил группа бўладиган спиртлар ҳам бор. *Этиленгликоль ва глицерин* ана шундай спиртларга мисол бўла олади:



Этиленгликоль ва глицерин — ширин мазали, юқори температурада қайнайдиган суюқликлар бўлиб, сув билан ҳар қандай нисбатда аралашади. Этиленгликоль антифризлар деб аталадиган моддаларнинг, яъни қиш фаслида автомобиль ва авиация моторларининг радиаторларида сув ўрнига ишлатиладиган моддаларнинг таркибига киради. Этиленгликолнинг сувдаги 65% ли эритмаси минус 40° га яқин температурадагина музлайди.

Этиленгликоль ва глицериннинг нитроэтиленгликоль ва нитроглицерин деб ногўғри аталадиган азотли эфирлари



кучли портлаш хоссаларига эга бўлиб, динамит тайёрлаш учун ишлатилади.

**Фенол**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  ароматик углеводород бўлган бензол  $\text{C}_6\text{H}_6$  нинг гидроксилли ҳосиласидир. Унинг структура формуласи қуйидагича:



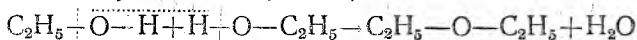
\* 1955 йилда СССРда спирт ишлаб чиқаришга 2 млн т дан ортиқ дон ва 800 минг т дан ортиқ шакар паткаси сарф қилинган эди.

Тоза фенол — рангсиз кристаллик модда бўлиб,  $41^{\circ}\text{C}$  да суюқланади. Фенол ўзига хос ҳидга ва антисептик хоссаларга эга. Фенолда гидроксил водороднинг кислоталик хоссалари спиртлардагига қараганда анча кучли бўлади; фенолга ишқорий металлар таъсир этгандагина эмас, балки ишқорлар таъсир этганда ҳам ундаги водороднинг ўрнини металл олиши мумкин. Шунинг учун, фенол карбол кислота деб ҳам аталади.

Фенол тошқумир смоласида бўлади, бензолдан синтетик йўл билан ҳам олинади. Фенолнинг жуда кўп миқдори доривор моддалар, бўёқлар, пластик массалар синтез қилиш, нефть сурков мойлари ва бошқаларни тозалаш учун сарф бўлади.

**166. Оддий эфирлар.** Молекулалари кислород атоми билан бириккан иккита углеводород радикалидан иборат органик бирикмалар оддий эфирлар деб аталади. Диэтил эфир  $\text{C}_2\text{H}_5\text{—O—C}_2\text{H}_5$  оддий эфирларга мисол бўла олади.

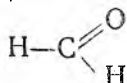
Оддий эфирлар, одатда, икки молекула спиртдан сувни тортиб олиш йўли билан ҳосил қилинади. Масалан:



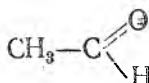
Оддий эфирларнинг кўпи сувда қарийб эримайдиган суюқликлардир. Уларнинг энг муҳими, диэтил эфир  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$  ўзига хос ҳидли, осон ҳаракатланувчи суюқлик бўлиб,  $35,6^{\circ}$  да қайнайди. Диэтил эфир лабораторияларда эритувчи сифатида, медицинада эса нархоз учун ва баъзи дориларнинг таркибий қисми сифатида ишлатилади.

**167. Альдегидлар.** Альдегидларнинг функционал группаси

бир валентли  $\text{—C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$  группадир. Қуйидагилар альдегидларга мисол бўла олади:

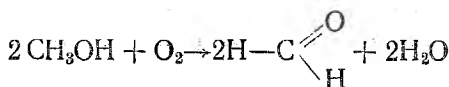


чумоли альдегид  
(формальдегид)

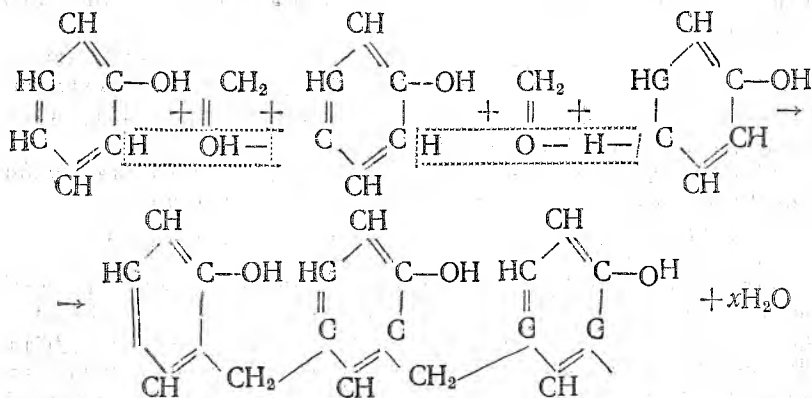


сирка альдегид  
(ацетальдегид)

Мувофиқ спиртларни оксидлаш йўли билан альдегидлар ҳосил қилинади. Масалан, метил спирт буғи билан ҳаво ара-лашмаси қиздирилган катализатор устидан ўтказилса, чумоли альдегид ҳосил бўлади:



Формальдегид деб ҳам аталадиган *чумоли альдегид* ўткир, қўланса ҳидли газ бўлиб, сувда яхши эрийди. У ниҳоятда яхши антисептик моддадир, унда ошлаш хоссалари ҳам бор. Чумоли альдегиднинг сувдаги 40% ли эритмаси **формалин** деб аталади, формалин дезинфекциялаш, анатомик препаратларни консервалаш (бузилмайдиган ҳолга келтириш), уруғларни экишдан олдин дорилаш ва шу кабилар учун кенг суратда ишлатилади. Чумоли альдегиднинг анчагина миқдори унинг фенол билан ўзаро таъсир этишидан ҳосил бўладиган маҳсулотлар олиш учун ишлатилади. Содир бўладиган реакцияни қуйидаги схема билан ифодалаш мумкин:



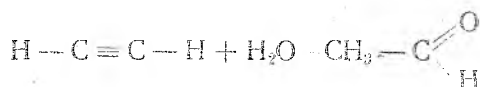
Молекуляр оғирлиги кичик бўлган молекулалардан катта молекулалар ҳосил қиладиган ва атомларни ҳамда атом группаларини ажратиб чиқариш (ёки силжитиш билан) бўладиган процесслар *конденсация* деб аталади.

Фенолни формальдегид билан конденсатлаш натижасида ҳосил бўладиган ва фенол-формальдегид смолалар деб аталадиган маҳсулотда ажойиб бир хосса бор: улар қиздирилганда аввал юмшаб, қиздириш (айниқса, тегишли катализаторлар иштирокида) давом эттирилганда эса қотади. Фенол — формальдегид смолалар ҳар хил моддалар — тўлдиргичлар (ёғоч кукуни, майдаланган қоғоз, асбест, графит ва шу кабилар) билан, пластификаторлар ва бўёқлар билан аралаштирилиб, ҳосил қилинган массани иссиқ ҳолда прессилаш йўли билан ундан керакли буюмлар тайёрланади. Сўнгги йилларда фенол-формальдегид смолалари янги соҳаларда — ёғоч чиқиндиларидан қурилиш деталлари ишлаб чиқаришда, қуйиш ишларида қолиплар тайёрлаш ва бошқаларда ишлатила бошланди.

Бутун дунёда ишлаб чиқариладиган ҳар хил пластик мас-салар, шу жумладан, фенол — формальдегид пластмассалар миқдори 1961 йилда 7 млн. т ни ташкил этди.

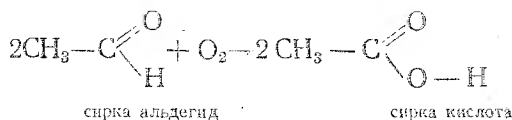
Мамлакатимизда сўнгги йилларда синтетик смолалар ва пластмассалар ишлаб чиқариш жадал суръатлар билан ривож-лантирилмоқда. 1964 йилда 720 минг т синтетик смола ва пластик масса ишлаб чиқарилган эди.

Сирка альдегид  $\text{CH}_3\text{CHO}$  (қайнаш температураси  $21^\circ\text{C}$  га тенг) саноатда ацетиленга сув бириктириш йўли билан олинади, бу реакция симобли тузларнинг каталитик таъсири остида бо-ради:



Саноатда катта аҳамиятга эга бўлган бу реакцияни рус олими Михаил Григорьевич Кучеров (1850—1911) кашф эт-ган эди.

Альдегидлар жуда осон оксидланиб, карбон кислоталарга айланади. Масалан, сирка альдегиднинг оксидланишидаи халқ хўжалигида катта аҳамиятга эга бўлган сирка кислота ҳосил бўлади:



Альдегидлар осон оксидланади, шу сабабли, улар актив қайтарувчилардир.

**168. Кетонлар.** Молекуларида иккита углеводород ради-кали билан бириккан атомлар группаси  $>\text{C}=\text{O}$  бўлган бирик-малар кетонлар деб аталади. Масалан:



$>\text{C}=\text{O}$  группа карбонил группа деб аталади, бу группа альдегидлар молекуласида ҳам бўлади. Шу сабабли, альдегид-лар билан кетонларнинг химиявий хоссаларида ўзаро ўхшаш-лик бор. Аммо бу ўхшашлик тўла бўлмайди, чунки альдегид-ларнинг молекуларидаги карбонил группа боғларидан би-ри водород билан бирикишга сарф бўлади, кетонларда эса иккала боғ ҳам углеводород радикаллари билан бирикишга кетади. Кетонлар альдегидларга қараганда бирмунча қийин оксидланади ва улар кетонлар каби актив қайтарувчи эмас;

Амалий жиҳатдан олганда, кетонларнинг энг муҳими диметилкетон, яъни ацетондир.

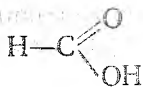
Ацетон  $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$  — ўзига хос ҳидли, рангсиз суяқлик бўлиб,  $56,2^\circ\text{C}$  да қайнайди, сув билан ҳар қандай нисбатда аралаша олади.

Ацетон кўнгина органик бирикмалар учун энг яхши эритувчидир, шунга кўра лак-бўёқ саноатида, сунъий толанинг баъзи навларини ишлаб чиқаришда, синмайдиган органик шишалар, киноплёнкалар ва ҳоказоларда кенг қўлланилади. Ацетондан бир қанча органик бирикмаларни синтез қилишда ҳам фойдаланилади.

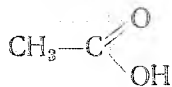
169. Карбон кислоталар. Карбон кислоталар молекулаларида

атомлар группаси  $-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$  бўлиши билан характерланади, бу

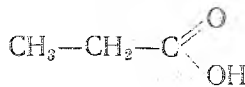
группа шу синф бирикмаларининг функционал группаси бўлиб, карбонксил деб аталади. Карбон кислоталарга қуйидагилар мисол бўла олади:



умолк  
кислота



сирка  
кислота



пропион  
кислота

Карбон кислоталарнинг молекулаларида, худди спиртларнинг молекулаларидаги каби, гидроксил группалар борлиги юқорида келтирилган мисоллардан кўриниб турибди; шу сабабли, карбон кислоталар баъзи жиҳатдан спиртларга ўхшайди. Аммо кисло-

таларда гидроксил группа карбовил группа  $-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$  таъсири остида,

спиртларда эса гидроксил групп! углеводород радикали таъсири остида бўлади. Карбовил группанинг гидроксилга таъсири, масалан, кислоталардаги гидроксил группанинг водород атоми спиртлардагига қараганда бирмунча «кислоталироқ» бўлишида кўринади; ўрнини металлга осон беради, катион ҳолида ажралиб чиқиши мумкин, масалан:



Бу кислоталар асослар билан реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилади:



Аммо карбон кислоталар кучсиз кислоталардир, шу сабабдан, уларнинг тузлари гидролизланади.

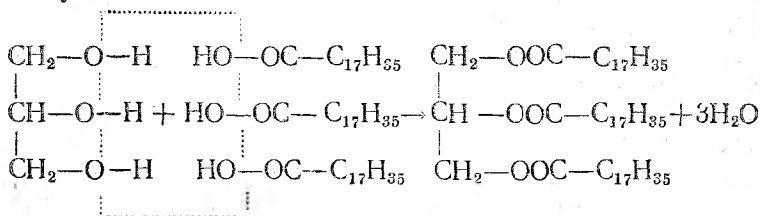
Карбон кислоталар ўз молекулаларидаги карбоксил группаларининг сонига қараб, бир негизли, икки негизли ва ҳоказо негизли кислоталарга бўлинади.

*Сирка кислота*  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (қайнаш температураси  $118,1^\circ\text{C}$  га тенг) одамга дастлаб маълум бўлган карбон кислотади. Винонинг ачишидан ва ёғочнинг қуруқ ҳайдалишидан сирка кислота ҳосил бўлади. Саноатда сирка альдегидни оксидлаш йўли билан кўп миқдорда сирка кислота ҳосил қилинади, сирка альдегид эса ацетилендан Кучеров реакцияси ёрдами билан олинади.

Сирка кислота кўпдан-кўп химиявий ишлаб чиқаришларда: турли-туман бўёқлар, дорилар, сунъий тола, баъзи хил пластмассалар ва ҳоказолар олишда ишлатилади.

Молекуляр оғирлиги катта бўлган кислоталар, масалан, тўйинган қаттиқ кислоталар: *пальмитин кислота*  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}-\text{COOH}$ , *стеарин кислота*  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}-\text{COOH}$  ва *тўйинмаган суяқ олеин кислота*  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}-\text{COOH}$  ҳайвон ва ўсимлик организмда, асосан, ўзларининг мураккаб эфирлари ҳолида кенг тарқалган. Табиий ёғлар шу кислоталар билан глицериндан ҳосил бўлган мураккаб эфирлар аралашмасидир.

Бундай эфирлардан бирининг ҳосил бўлиш схемасини кўрсатиб ўтамиз:



Қаттиқ ёғлар таркибига асосан пальмитин кислота билан стеарин кислота эфирлари, суяқ ўсимлик мойлари таркибига эса олеин кислота эфирлари киради. Суяқ мойларга (катализатор сифатида никелдан фойдаланилганда) водород таъсир эттирилса, қаттиқ ёғлар ҳосил бўлади, чунки тўйинмаган кислотанинг этерифициланган молекулаларининг углерод атомлари орасидаги қўш боғ бор жойга водород бирикади.

Ёғлар, худди барча мураккаб эфирлар каби, гидролизланади (совуланади). Ёғларнинг совуланиш процесси ўз-ўзи-ча жуда суст боради, лекин бу процесс кучли кислоталар, ишқорлар, металл оксидлари ёки тирик организмларда ҳосил бўладиган энзималар ёрдами билан каталитик тезлашади.

Ёғ нейтрал ёки кислотали муҳитда гидролизланса, глицерин ва юқорида кўрсатилган кислоталар ҳосил бўлади, ишқорий муҳитда гидролизланганда эса эркин кислоталар ўрнига



уларнинг тузлари, яъни со в у н л а р (масалан,  $C_{17}H_{35}COONa$ —натрийли совун) ҳосил бўлади.

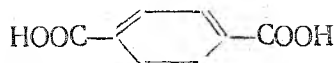
Баъзи мойлар, масалан, з и ф и р м о й и таркибига олеин кислотада ҳам тўйинмаган кислота эфирлари киради, бу эфирлар молекулаларида иккитадан ва учтадан қўш боғлар бўлади. Бундай мойлар бирор сиртга суртилса, ҳаво иштирокида қаттиқ ва пишиқ пардалар ҳосил бўлади. Улар қ у р и й д и г а н м о й л а р деб аталади ва мой бўёқлар тайёрлаш учун ишлатилади. Мойларнинг қуриш процессини тезлатиш учун, уларга металл оксидлари (кобальт, марганец ёки қўрғошин оксидлари) қўшиб пиширилади, бу металл оксидлари парда ҳосил бўлиш процессида катализатор ролини ўйнайди. Ана шундай йўл билан о л и ф а ҳосил қилинади.

Қарбон кислоталарнинг ва тўйинган углеводородларнинг мураккаб эфирларидан кўпгинаси хушбўй бўлади ва, кўпинча, ўсимликларда учрайди, гулларнинг, меваларнинг хушбўй бўлишига сабаб ана шу. Мураккаб эфирлардан баъзилари сунъий йўл билан тайёрланади ва кондитер маҳсулотлари, мевали сувлар ишлаб чиқаришда «мева эссенциялари» номи билан парфюмерияда ва ҳоказоларда кенг ишлатилади. *Сиркаизоамил эфир*  $CH_3COOC_5H_{11}$  (н о к э с с е н ц и я с и) целлюлоидни эритувчи сифатида ишлатилади.

Осон полимерланадиган тўйинмаган *акрил кислота*  $CH_2 = CH - COOH$  нинг баъзи ҳосилалари саноатда катта аҳамиятга эга. Булар жумласига *метакрил кислотанинг метил эфири*  $CH_2 = C(CH_3) - COOCH_3$  киради. Бу эфирнинг полимери қаттиқ, тиниқ, иссиққа чидайдиган ва ёруғлик таъсирига бардош берадиган моддадир. Бу эфирнинг полимерларидан пухта ва енгил органик шиша тахталари тайёрланади, бу шишалар автомобилсозликда ва самолётсозликда, ҳар хил буюмлар тайёрлашда кенг ишлатилади. *Акрил кислота нитрили*  $CH_2 = CH - CN$  нинг полимерланиш маҳсулотидан нитрон — жун ўрнини босадиган синтетик тола олинади.

*Оксалат кислота (шавель кислота)*  $HOOC - COOH$  икки негизли карбон кислоталарнинг энг оддий вакилидир. Бу кислота қаттиқ кристаллик модда бўлиб, сувда осон эрийди. Оксалат кислота кўпгина ўсимликларда калийли нордон туз тарзида бўлади; у матоларни бўяшда ишлатилади.

Ароматик қатордаги, структура формуласи:



бўлган икки негизли карбон кислота *терефтал кислота* деб аталади. Бу кислота диметил эфирининг этиленгликоль

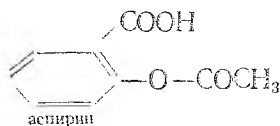
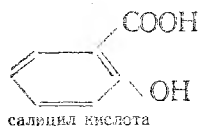
билан конденсатланиш маҳсулотидан синтетик толаларнинг бир тури — лавсан тайёрланади.

Сут кислота  $\text{CH}_2\text{—CH—COOH}$  аралаш функциялари боғ



Бирикмаларга мисол бўла олади, сут кислота кислоталарга хос бўлган хусусиятларни ҳам, спиртларга хос бўлган хусусиятларни ҳам намоён қилади, яъни у спирт—кислотадир. Сут кислота шакар моддаларнинг махсус бактериялар таъсири остида сут кислотали бижгиш натижасида ҳосил бўлади. Сут кислота қатиқда, ачитилган қарамда, силосланган ем-хашакда ва ҳоказоларда бўлади.

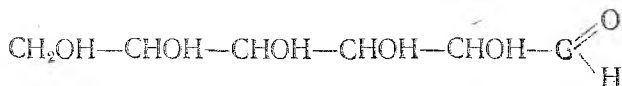
Салицил кислота  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$  ҳам ароматик қатордаги худди юқоридагиларга ўхшаш бирикмадир, салицил кислотанинг сирка эфири — аспирин иссиқни пасайтирувчи дори сифатида кенг ишлатилади:



170. Углеводлар. Углеводларга ҳар хил шакарлар ва гидролизланганда шакарга айланадиган моддалар киради. Углеводлар уч гурӯҳга: моносахаридлар, дисахаридлар ва полисахаридларга бўлинади.

Глюкоза, бошқача айтганда, *узум шакари* энг содда углеводлар — моносахаридларнинг вакилидир; глюкоза оқ кристаллик модда бўлиб, мазаси ширин, сувда яхши эрийди. Глюкоза узум ширасида, кўпгина меваларда, шунингдек, ҳайвонлар ва одам қонида кўп миқдорда бўлади. Мускулнинг иши, асосан глюкозанинг оксидланиши натижасида чиқадиган энергия ҳисобига бажарилади.

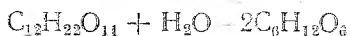
Глюкоза альдегид — спиртдир. Глюкоза молекуласининг тузилиши қуйидагича:



Глюкоза тўқималарни пардозлашда, кўзгулар ишлаб чиқаришда ва дори сифатида ишлатилади.

Одатдаги *лавлаги шакари*  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  дисахаридлар гурӯҳига киради. Лавлаги шакари қанд лавлагиди (15% гача), шакарқамишда (грозникда), қайин, заранг ва баъзи мевалар ширасида бўлади.

Дисахаридлар кислотали муҳитда қиздирилса, гидролизланиб, моносахаридларга айланади:



Углеводларнинг учинчи группасини полисахаридлар ташкил этади. Бу бирикмалар моносахаридлардан ва дисахаридлардан кўп жиҳатдан фарқ қилади: уларда ширин маза бўлмайди ва уларнинг кўпчилиги сувда эримайди. Полисахаридларнинг молекулалари такрорланадиган звенолар —  $C_6H_{10}O_5$  — дан тузилган, шунинг учун полисахаридлар умумий формула  $(C_6H_{10}O_5)_x$  билан ифодаланади. Крахмал ва целлюлоза каби моддалар полисахаридларга киради.

**Крахмал**  $(C_6H_{10}O_5)_x$  ўсимликларнинг баргларида фотосинтез натижасида ҳосил бўлади. Крахмал ўсимликларнинг туганакларида, илдизнояларида ва донларида «запас тартиқасида» йиғилиб қолади. Крахмал одам ва ҳайвонларнинг овқат ҳазм қилиш органларида гидролизланиб, глюкозага айланади ва бу глюкоза организмга сингийди.

Техникада крахмалга суюлтирилган сульфат кислота қўшиб бир неча соат қайнатиш йўли билан крахмал глюкозага айлантирилади (Кирхгоф усули). Ҳосил қилинган эритмадан сульфат кислотани чиқариб юбориш учун, бу эритмага бўр қўшилади; бўр сульфат кислота билан бирикиб, эримайдиган кальций сульфат  $CaSO_4$  ҳосил қилади. Кальций сульфат эритмадан филтрлаш йўли билан ажратиб олинади, сўнгра эритма буғлатилади. Бунинг натижасида, крахмал патокасидеб аталадиган қуюқ ва ширин масса ҳосил бўлади, унда глюкозадан ташқари, крахмалнинг гидролизи натижасида ҳосил бўладиган бошқа маҳсулотлар ҳам бўлади. Патока кондиртер маҳсулотлари тайёрлаш ва техникада ҳар хил мақсадлар учун ишлатилади.

Агар тоза глюкоза ҳосил қилиш керак бўлса, у ҳолда крахмал узоқроқ қайнатилади, бунда крахмал глюкозага тўлароқ айланади. Нейтраллаш ва филтрлашдан кейин қолган эритма глюкоза кристаллари чўка бошлагунча буғлатиб қуюлтирилади.

Қуруқ крахмал 200—250°C гача қиздирилса, қисман ажралади ва полисахаридларнинг крахмалга қараганда унча мураккаб бўлмаган аралашмаси ҳосил бўлади, бу аралашма декстрин деб аталади. Декстрин газламаларни пардозлаш ва елим тайёрлаш учун ишлатилади. Пишган нонда ялтироқ қобик ҳосил бўлишига, шунингдек, крахмалланган ички кийимнинг ялтирашига сабаб крахмалнинг декстринга айланишидир.

Целлюлоза бошқача айтганда, клетчатка ( $C_6H_{10}O_5$ ) $x$  ўсимлик ҳужайралари қобилининг асосий таркибий қисмидир. Энг тоза табиий целлюлоза пахта толасидир; пахта толасида 85—90% целлюлоза бўлади. Нинабаргли дарахтларнинг ёғочиди: 50% ҳамасида целлюлоза бўлади.

Целлюлозанинг аҳамияти жуда катта. Шунинг айтиб ўтиш керакки, пахта толасининг жуда кўп миқдори ип газлама тўқиб олиш учун кетади. Целлюлозадан қоғоз ва картон қилинади. Химиявий қайта ишлаш йўли билан эса хилма-хил бошқа маҳсулотлар: сунъий тола, пластик массалар, лак, тутунсиз порох, этил спирт ва бошқалар олинади.

Саноатда ёғочдан целлюлоза ажратиш олишнинг бир неча усули бор. Бу усулларнинг энг кўп тарқалгани майдаланган ёғочни юқори температурада босимда кальций гидросульфит  $Ca(HSO_3)_2$  эритмасида ишлаш усулидир. Бунда ёғоч емирилиб, унинг таркибидаги лигнин эритмага ўтади, целлюлоза эса ўзгармай қолади. Шундан кейин, целлюлоза эритмадан ажратиш олинади, сув билан ювилади, қуритилади ва қайта ишлаш учун юборилади. Юқорида тасвирланган усул билан ҳосил қилинган целлюлоза, кўпинча, с у л ь ф и т ц е л л ю л о з а деб аталади.

Целлюлоза сувда ҳам, эфирда ҳам, спиртда ҳам эримайди; у суюлтирилган кислоталар, ишқорлар ва кучсиз оксидловчилар таъсирга яхши чидайди.

Целлюлоза концентрланган сульфат кислота билан ишланса, қисман гидролизланиб, амилонид деб аталадиган, хоссалари жиҳатидан крахмалга яқин бўлган моддага айланади. Агар филтёр қоғоз концентрланган сульфат кислотага қисқа вақт туширилиб, сўнгра ювиб ташланса, ҳосил бўлган амилонид қоғоз толаларини ёпиштириб, уни анча тигиз ва яншиқ қилиб қўяди. Пергамент қоғоз ана шундай йўл билан тайёрланади.

Целлюлозага минерал кислоталар узоқ вақт таъсир эттирилса, целлюлоза гидроцеллюлозага — ўзгармай қолган целлюлоза билан унинг емирилиш ва гидролизланиш маҳсулотлари аралашмаси ҳосил бўлади. Кислоталар шиддатлироқ таъсир этса, гидроцеллюлоза гидролизланади, натижада глюкоза ҳосил бўлади.

Целлюлоза молекулаларида гидроксил группалар бўлади, шунинг учун, целлюлозадан оддий ва мураккаб эфирлар олиниши мумкин. Целлюлоза билан нитрат кислотанинг мураккаб эфирлари (нитроцеллюлоза) тутунсиз порох, целлулонид, турли-туман плёнкалар (фотоплёнка ва киноплёнкалар), нитролаклар ва ҳоказолар тайёрлаш учун ишлатилади. Целлюлозанинг сирка кислота эфиридан (ацетилцеллюлозадан) ёнмай-диган фотоплёнка ва киноплёнкалар, хилма-хил тиниқ пластмассалар ва лаклар тайёрланади.

Целлюлозани химиявий ишлаб, ундан сунъий тола\* ҳосил қилиш саноат учун катта аҳамиятга эга.

Сунъий тола уч хил усул билан: вискоза, ацетат ва мис-аммиак усуллари билан ишлаб чиқарилади.

Вискоза усули билан тола ишлаб чиқаришда целлюлоза аввал ʎовчи натрий билан, сўнгра эса углерод сульфид билан ишланади. Ҳосил бўлган туқ сариқ тусли масса к с а н т о г е н а т дейилади, бу масса ʎовчи натрийнинг кучсиз эритмасида эритилиб, вискоза ҳосил қилинади. Вискоза жуда майда кўзли маҳсус қалноқчалар—фильералар орқали сульфат кислотанинг сувдаги эритмаси солинган чўктириш ваннасига сиқиб чиқарилади. Вискоза сульфат кислота билан ўзаро таъсир этган вақтда парчланиб, ʎовчи натрий билан углерод сульфид ажратиб чиқаради, натижада, гаркиби бир қадар ўзгарган целлюлоза — г и д р а т ц е л л у л о з а иплари ҳосил бўлади. Ана шу иплар вискоза толадир.

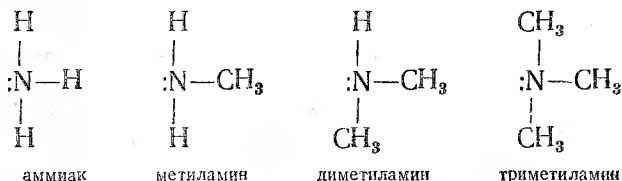
Сунъий толалар олишда вискоза усули кенг тарқалган. 1962 йилда капиталистик мамлакатларда ишлаб чиқарилган сунъий ва синтетик толаларнинг 60 проценти ана шу усул билан олинганлигини айтиб ўтишнинг ўзи kifоя.

Ацетат усули билан тола ишлаб чиқаришда ацетилцеллюлозанинг ацетондаги эритмаси фильералар орқали илиқ ҳавога томон сиқиб чиқарилади. Ацетон буғланиб кетиб, эритма оқимлари жуда ингичка ипларга — ацетат толага айланади. 1962 йилда капиталистик мамлакатларда ишлаб чиқарилган ацетат тола шу мамлакатларда ишлаб чиқарилган сунъий ва синтетик толаларнинг 9 процентини ташкил этди.

Энг кам тарқалган усул м и с а м м и а к у с у л и д и р, бу усулдан целлюлозанинг ўзига хос хусусиятига — мис (II)-оксиднинг аммиакдаги эритмаси  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  да эриш хусусиятига асосланган. Бу эритмага кислоталар таъсир эттирилиб, ундан целлюлоза гидрат целлюлоза тарзида ажратиб олинади. Тола иплари мис-аммиакли эритмани чўктириш ваннасига фильералар орқали сиқиб чиқариш йўли билан олинади.

**171. Аминлар, аминокислоталар ва оқсиллар.** Аминлар молекулаларининг тузилиши жиҳатидан аммиакнинг ҳосилаларидир. Аминларни аммиакдаги бир, икки ёки учала атом водороднинг ўрнини углеводород радикаллари олиш натижасида ҳосил бўлган маҳсулотлар деб қараш мумкин.

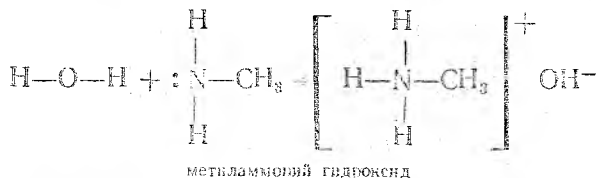
Қуйида, таққослаб кўриш учун, аммиакнинг ва баъзи аминларнинг формулалари берилади:



Бу моддаларнинг тузилиши бир-бирига ўхшаганлиги учун уларнинг хоссалари ҳам бир-бирига ўхшайди. Аминлар, худ-

\* Табиий толаларни (асосан, целлюлозани) химиявий ишлаш йўли билан олиннадиган тола сунъий тола, атайлаб синтез қилинган материаллардан тайёрланадиган тола эса синтетик тола деб аталади.

ди аммиак сингарни, бошқа молекулалардан протонлар тортни олиб, бу протонларни ўзларига бириктириши мумкин. Маса лан, протонларни сув молекулаларидан ёки кислота молеку лаларидан торттиб олади:



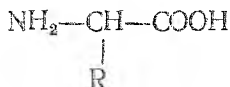
метиламмоний гидроксид



метиламмоний хлорид

Энг муҳим аминлардан бири — анилин  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  тўғрисида юқорида айтиб ўтилди.

Табийий процессларда аминокислоталар катта аҳамиятга эга, аминокислоталарнинг молекулаларида аминогруппалар —  $\text{NH}_2$  ва карбоксил группалар —  $\text{COOH}$  бўлади. *Аминосирка кислота*  $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$  энг содда аминокислоталарга мисол бўла олади. Бошқа табийий аминокислоталарнинг тузилишини қуйидаги формула билан ифодалаш мумкин:



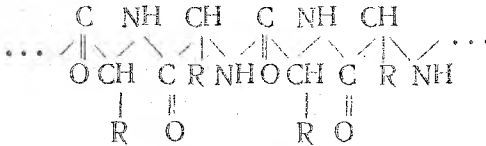
бу формуладаги  $\text{R}$  — углеводород радикали.

Аминокислоталар ниҳоятда мураккаб органик бирикмаларнинг, яъни оқсилларнинг гидролизи натижасида ҳосил бўлади, оқсилларсиз эса ҳаётнинг бўлиши ҳам мумкин эмас.

Оқсиллар таркибига углерод, водород, кислород, азот, кўпинча, бошқа элементлар — олтингугурт, фосфор, темир ҳам киради. Оқсилларнинг молекуляр оғирликлари ниҳоятда катта — 15000 дан бир неча миллионгача етади. Оқсиллар организмларнинг барча тўқималарида, қон ва суякларда бўлади. Барча энзималар (ферментлар) мураккаб оқсил моддалардир. Тери, соч, жуи, паг, мугуз (шоҳ), туёқ ва тирноқлар оқсиллардан тузилган.

Оқсилларнинг тузилиши ва уларни синтез қилиш проблемаси ҳозирча тўла ҳал қилинган эмас. Бу соҳадаги энг муҳим илмий текшириш ишларини Н. Д. Зелинский ва унинг шогирдлари олиб борди.

Ҳозирги вақтда, оқсилларнинг молекулалари 25—30 та ҳар ил аминокислоталарнинг кўп сонли қолдиқларидан тузил-анлиги аниқланди; кўпгина оқсиллардаги аминокислоталар заро қуйидагича боғланган:

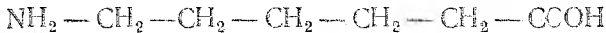


Масалан, ипак оқсиллари юқоридаги тузилишга эга.

Олинган маълумотлар айрим структура бирликлари ора-идаги боғланишлар худди оқсиллардаги боғланишларга ўх-иаш бўлган янги моддалар синтез қилиш учун асос бўлди.

Синтетик полиамид толалар — к а п р о н ва н а й л о н ана-вундай йўл билан ҳосил қилинди, улар ўз хоссалари жиҳа-тидан табиий ипакдан устун туради.

*Капрон* аминокапрон кислота



нинг поликонденсатидир.

Қуйида бу модда молекуласининг бир қисми кўрсатилган:



*Найлон* ёки *анид*, икки негизли адипин кислота  $\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$  ва гексаметилендиамин  $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_6 - \text{NH}_2$  нинг конденсатланиши натижасида ҳосил бўлади.

Найлон молекуласининг тузилиши қуйидагича тасвирланиши мумкин:



Аминоэнант кислота  $\text{NH}_2 - (\text{CH}_2)_6 - \text{COOH}$  ни поликонден-сатлаш натижасида ҳосил бўладиган энант тола ҳам полиамид толалар жумласига киради.

Умумий ном билан химиявий толалар деб аталув-чи сунғий ва синтетик толалар ишлаб чиқариш химия саноа-тининг сўнгги вақтда айниқса тез ривожланаётган тармоғига киради. Шунга айтиб ўтиш кифояки, 1962 йилда капиталистик мамлакатларда ишлаб чиқарилган химиявий толалар миқдори 3284.1 минг т га етди, бу эса ишлаб чиқарилган барча тур тў-қимачилик толаларининг 30 процентдан ортиқроғини ташкил этди. Химиявий толалар ишлаб чиқариш учун синтетик тола-лар хиссасини доимо ошириб бориш тенденцияси хосдир. Агар 1955 йилда ишлаб чиқарилган толаларнинг умумий миқдори-

да синтетик толалар улушига 10,4% тўғри келган бўлса, 1963 йилда 30,9% тўғри келди.

Совет Иттифоқида 1940 йилда атиги 1,1 минг т сунъий тол ишлаб чиқарилган эди. Урушдан кейинги йилларда химияви толалар ишлаб чиқариш ҳажми анча оширилди: 1955 йилда 110,5 минг т га, 1963 йилда эса 308 минг т га етказилди. Сунъий ва синтетик толалар саноатини ривожлантириш халқ ис теъмом моллари ва ҳар хил саноат маҳсулотлари ишлаб чи қариш учун гоаят катта аҳамиятга эга эканлигидан, Коммунистик партия ва Совет ҳукумати яқин йилларда барча тур хи миявий толалар, айниқса, улардан энг қимматлиси бўлган синтетик толалар ишлаб чиқаришни анча оширишга оид бар ча тадбирларни кўрди.

#### КРЕМНИЙ (SILICIUM); атом оғирлиги 28,086

Кремний даврий системанинг тўртинчи группасида угле роднинг тагида жойлашган бўлиб, углеродга батамом ўхшай ди. Кремний худди углерод каби, электронлар бериш қоби лиятига ҳам, электронлар бириктириб олиш қобилиятига ҳам эга, аммо электронлар бириктириб олиш қобилияти ва, демак металлоидлик хоссалари углеродникига қараганда бирмунча заифдир. Таркибидаги кремний мусбат тўрт валентли бўлган бирикмалар кремний учун энг хос бирикмалардир.

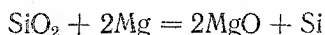
**172. Табиатда кремний.** Кремнийнинг олиниши ва хосса лари. Кремний табиатда энг кўп тарқалган элементлардан биридир. Кремний ер пўстлоғининг текшириш мумкин бўлган қисмининг оғирлик жиҳатидан 26 процентини ташкил этади кремний табиатда тарқалганлиги жиҳатидан барча элемент лар орасида иккинчи ўринда туради. Табиатда кремний фақат бирикмалар ҳолида: силикат ангидрид ёки қумтупроқ деб ата ладиган  $\text{SiO}_2$  оксид тарзида ва силикат кислотанинг тузлари яъни силикатлар ҳолида учрайди. Алюмосиликатлар, яъни таркибига алюминий кирадиган силикатлар табиатда кўпроқ тарқалган. Булар жумласига дала шпатлари, слюда, каолин ва бошқалар киреди.

Углерод барча органик моддаларнинг таркибига кирганли ги учун ўсимлик ва ҳайвонот оламида энг муҳим элемент бўл ганлиги каби, кремний ҳам ер пўстлоғини ташкил этган ва нуқул деярли кремний бирикмаларидан иборат бўлган мине раллар ва тоғ жинслари оламида энг асосий элементдир. Кремний бирикмалари ер пўстлоғида бўлиш билан бирга, баъ зи ўсимликларнинг (масалан, қирқбўғимлар, ғалласимонлар ва бошқаларнинг) пояларида, кўпгина инфузориялар ва ту бан сув ўтлари қобиғида, булутлар (сув ҳайвони) гавдасида,



ушларнинг патлари ва ҳайвонларнинг жунларида ҳам бўлади.

Соф кремний химиявий таркиби жиҳатидан деярли тоза кремний оксид бўлган майда оқ қумга магний қўшиб қаттиқ қиздириш йўли билан олиниши мумкин:



Бу вақтда ҳосил бўладиган аморф кремний зичлиги, тахминан  $2,0 \text{ г/см}^3$  га тенг бўлган қўнғир қуқундир.

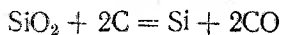
Кремний суюқлантирилган металлларда бир қадар эрийди. Кремнийнинг рухдаги ёки алюминийдаги эритмаси секин-аста совирилса, кремний октаэдр шаклидаги жуда яхши тузилган кристаллар тарзида ажралиб чиқади. Кристаллик кремний худди пўлатдек ялтиради. Кристаллик кремнийнинг суюқланиш температураси  $1420^\circ\text{C}$  атрофида, зичлиги  $2,42 \text{ г/см}^3$  га тенг.

Мутлақо тоза кремний электр токини қарийб ўтказмайди. Аммо озгина бўлса ҳам қўшимчаси бўлган кремний электр ўтказувчан бўлиб қолади.

Кремний, асосан, ҳар хил қотишмаларга қўшиш учун ишлатилади. Таркибда 4% кремний бўлган темир магнит куч чизиқларини ниҳоятда яхши ўтказади, шунинг учун электр трансформаторлари тайёрлашда ишлатилади. Темирнинг кремнийга бой қотишмалари кислотага ниҳоятда чидамли материалдир. Алюминийнинг ва миснинг баъзи қотишмаларига кремний қўшилиши уларнинг хоссаларини яхшилайди. Кремний баъзи металлларнинг оксидларини қайтариш йўли билан шу металлларни ажратиб олишда ҳам ишлатилади.

Тозалик даражаси жуда юқори бўлган кремний, германий (224-параграфга қаранг) билан бир қаторда, радиотехника ва электротехника sanoatida чала ўтказгичли асбоблар тайёрлаш учун кенг ишлатила бошлади.

Sanoatda кремний кремний (IV)-оксид  $\text{SiO}_2$  ни электр печларида кўмир воситасида қайтариш йўли билан олинади:

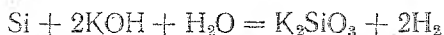


Бу усул билан олинган кремнийда маълум миқдор қўшимчалар бўлади. Кремний (IV)-оксид алюминий билан қайтарилганда ёки кремний (IV)-хлорид  $\text{SiCl}_4$  рух билан қайтарилганда анча тоза кремний ажралиб чиқади. Жуда тоза кремний кремний (IV)-хлоридни чўғ ҳолига келтирилган тантал лентасида парчалаш йўли билан олиниши мумкин.

Кремний, айниқса кристаллик кремний, химиявий жиҳатдан олганда унча актив эмас; кремний одатдаги температурада фақат фтор билангина бевосита бирикади. Аморф кремний

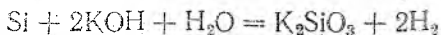
қиздирилганда кислород билан, галогенлар ва олтингугу билан осон бирикади.

Кислоталар кремнийга таъсир этмайди, ammo ишқор кремний билан шиддатли суратда реакцияга киришиб, водородни ажратиб чиқаради ва силикат кислота тузларини х сил қилади:

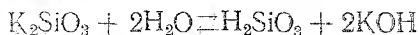


Кремний катализатор ролини ўйновчи ишқор асарлари бо жойда водородни сувдан ҳам сиқиб чиқаради. Бу реакция икки босқичда боради деб кўрсатиш мумкин.

а) Ишқор кремнийни эритади:



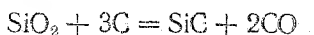
б) Ҳосил бўлган туз, яъни оз диссоциланган силикат кинлотанинг тузи гидролизланади:



Гидролиз натижасида ҳосил бўлган ишқор кремнийнинг янги миқдорлари билан ўзаро таъсир этади.

Кремний фторид кислота билан нитрат кислота аралашмасида яхши эрийди.

Агар маълум нисбатда олинган қум ва кокс аралашмасида электр печида қаттиқ қиздирилса, кремнийнинг углерод билан бирикмаси SiC ҳосил бўлади, бу модда карборун деб аталади:

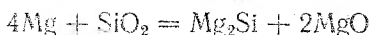


Тоza карборунд рангсиз кристаллик моддадир (зичлиги 3,2 г/см<sup>3</sup>), карборунд қаттиқлиги жиҳатидан олмосга яқинлашиб боради. Техник карборунд, одатда, қўшимчалар ара лашганлигидан тўқ кул ранг тусда бўлади.

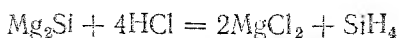
Карборундни, ички тузилиши жиҳатидан олганда, таркибидаги углерод атомларининг ярми кремний атомларига бир текисда алмашган олмос деф караш мумкин. Углероднинг ҳар қайси атоми тетраэдрнинг марказида бўлиб, бу тетраэдрнинг учларида кремний атомлари туради; кремнийнинг ҳар қайси атоми, ўз навбатида, углероднинг тўрт атоми билан худди шу тахлитда қуршаб олинган. Бу структурада барча атомларни боғлайдиган ковалент боғлар, худди олмосдаги каби, ниҳоятда барқарордир. Карборунднинг жуда қаттиқ бўлишига сабаб ҳам ана шу.

Карборунд ҳозирги вақтда жуда кўп миқдорда олинади ва силлиқлаш тошлари ҳамда чарх тошлари тайёрлаш учун, шунингдек, ниҳоятда ўтга чидамли бўлганлигидан, печнинг ички деворларига териш учун ишлатилади.

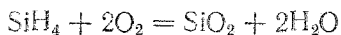
Кремний юқори температурада кўпгина металллар билан ирикиб, силицидлар деб аталадиган моддалар ҳосил илади. Масалан,  $\text{SiO}_2$  га ортиқча магний метали қўшиб қиз-ирилса, қайтарилаётган кремний магний билан бирикади, атижада магний силицид  $\text{Mg}_2\text{Si}$  ҳосил бўлади:



173. Кремнийнинг водород билан ва галогенлар билан ҳосил дилган бирикмалари. Магний силицид  $\text{Mg}_2\text{Si}$  га хлорид кислота таъсир эттирилса, метанга ўхшаш, водород силицид  $\text{SiH}_4$  ҳосил бўлади:

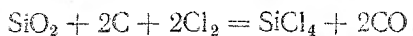


Водород силицид  $\text{SiH}_4$  — ҳавода ўз-ўзидан алаңғаланиб кетади, ёниб кремний (IV)-оксид ва сув ҳосил қилади:



$\text{SiH}_4$  дан ташқари, бир қатор бошқа водород силицидлар:  $\text{Si}_2\text{H}_6$ ,  $\text{Si}_3\text{H}_8$  ва ҳоказолар ҳам маълум, булар силанлар деган умумий ном билан аталади. Силанлар углеводородларга ўхшайди, ammo беқарорлиги билан улардан фарқ қилади. Афтидан, кремний атомлари орасидаги боғланиш углерод атомлари орасидаги боғланишга қараганда бирмунча заифроқ, бунинг натижасида —  $\text{Si} - \text{Si} - \text{Si}$  — ва ҳоказо занжирлар осон узилиб кетади. Кремнийнинг водород билан боғланиши ҳам беқарордир, бу эса кремнийда металлоидлик хоссаларнинг бирмунча заиф эканлигини кўрсатади.

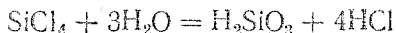
Кремний хлорид  $\text{SiCl}_4$  қумтупроқ билан кўмир аралашмасининг хлор оқимида қиздирилиши натижасида ҳосил бўлади:



ёки техникавий кремнийни хлорлаш йўли билан олинади.

Кремний хлорид  $57,3^\circ\text{C}$  да қайнайдиған суяқликдир.

Кремний хлоридга сув таъсир эттирилса, у тўла гидролизланиб, силикат кислота билан хлорид кислота ҳосил қилади.



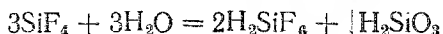
$\text{SiCl}_4$  нам ҳавода буғланганда, ана шу реакция туфайли, қуюқ тутун ҳосил бўлади; шунинг учун кремний хлорид тутун ҳосил қилувчи восита сифатида ишлатилади.

Кремний фторид  $\text{SiF}_4$  водород фториднинг қумтупроқ билан ўзаро таъсири натижасида ҳосил бўлади:



Кремний фторид ўткир ҳидли рангсиз газдир.

Агар кремний фторид сувдан ўтказилса, кремнефторид килота  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  нинг эритмаси ҳосил бўлади:



Кремнефторид кислотанинг концентрланган эритмаси совтилганда  $\text{H}_2\text{SiF}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  таркибли кристаллар ажралиб чиқади.

*Кремнефторид кислота*  $\text{H}_2\text{SiF}_6$  кучли кислоталар қатори киради. Кремнефторид кислотанинг 0,1 н. эритмасида уни диссоциация даражаси 75% га тенг. Кремнефторид кислота концентрацияси жуда кичик бўлганда ҳам кучли дезинфекцияловчи воситадир. Кремнефторид кислотанинг тузлари — фторосиликатларнинг кўпчилиги сувда эрийди. Натрий фторосиликат билан барий фторосиликат қишлоқ хўжалик экинлари зараркундаларига қарши курашда кенг ишлатилади. Натрий фторосиликат ҳар хил эмаллар (сирлар) тайёрлашда ҳам ишлатилади. Магний фторосиликат билан руфторосиликатдан цементни сув ўтказмайдиган қилиш учу фойдаланилади.

174. Кремний (IV)- оксид, силикат ангидрид, бошқача айтаганда, қумтупроқ  $\text{SiO}_2$ . Кремнийнинг энг характерли ва энг барқарор бирикмаси силикат ангидрид бўлиб, у, одатда, қумтупроқ деб аталади. Қумтупроқ кристалл ҳолида ҳам, аморф ҳолда ҳам учрайди.



103- расм. Тоғ хрустали кристаллари.

Кристаллик қумтупроқ табиатда, асосан кварц минерали тариқасида бўлади. Кварцнинг тиниқ, рангсиз кристаллар тоғ хрустали деб аталади (103- расм), тоғ хрустали иккучи олти ёқли пирамидадан иборат олти ёқли призма шаклида бўлади. Қўшимчалар бўлгани туфайли оч гунафша тусга бўялган тоғ хрустали аметист деб, қўнғир тоғ хрустали — тунгустит деб аталади. Аммо кварц

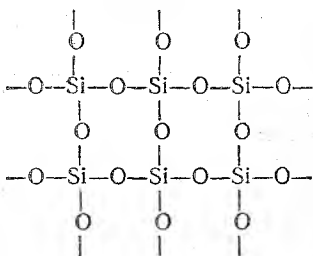
кўпинча, ярим шаффоф яхлит масса ҳолида, рангсиз ёки ҳар хил тусга бўялган ҳолда учрайди. Кварцнинг хилларида бирича қомқошдир. Кварцнинг жуда майда кристалли хиллари жумласига агат билан яшма киради. Кварц мураккаб кўпгина тоғ жинслари, масалан, гранит, гнейс ва бошқалар таркибига ҳам киради.

Одатдаги қум кварцнинг майда дончаларидан иборат, оза қум — оқ, аммо у, кўпинча, темир бирикмалари аралаш-англигидан сариқ ёки қизғиш тусда бўлади.

Кристаллик қумтупроқ ниҳоятда қаттиқ модда бўлиб, унда эримаydi; қалдироқ газ алангасида ёки электр печигагина суюқланиб, рангсиз суюқликка айланади. Бу суюқлик овитилса, шишасимон тиниқ масса — аморф қумтупроқ ҳоил бўлади, аморф қумтупроқ кўриниши жиҳатдан одатдаги шишага ниҳоятда ўхшайди.

Аморф ҳолатдаги кремний (IV)-оксид табиатда кристаллик қумтупроққа қараганда анча кам тарқалган. Баъзи тубан сув ўтларнинг қобиқлари аморф кремний (IV)-оксиддан тузилган. Бундай қобиқлар баъзи жойларга уйила ёриб, трепел (диатомит) ёки, бошқача айтганда, инфузорияни тупроқ номи билан маълум бўлган катта-катта қатламлар ҳосил қилади. Силикат кислота қаттиқ қиздирилиб, кремний (IV)-оксид сунъий йўл билан ҳосил қилинади, бунда у осон ҳаракатчан аморф оқ кукун ҳолида бўлади.

Кремний (IV)-оксиднинг физик хоссалари билан карбонат ангидридининг физик хоссалари ўртасида катта фарқ борлигининг сабаби шуки, карбонат ангидрид айрим  $\text{CO}_2$  молекулаларидан иборат, кремний (IV)-оксид эса  $(\text{SiO}_2)_x$  таркибли юлимердир. Бу полимернинг (масалан, кварцнинг) структурасини қуйидагича ўрсатиш мумкин:



Кремнийнинг ҳар бир атоми тетраэдрнинг марказига жойлашган бўлиб, бу тетраэдр учларида кислород атомлари туради, кислород атомларидан ар бири, ўз навбатида, кремнийнинг иккита атоми билан боғланган. Қварц кристаллини синдириш учун, кремний билан кислород орасидаги кўпдан-кўп мустаҳкам боғланишларни узиш керак. Шу сабабдан, кварц жуда қаттиқ бўлади.

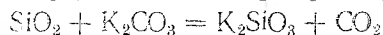
Плавик кислотадан бошқа ҳамма кислоталар кремний (IV)-оксидга таъсир этмайди. Плавик кислота эса, юқорида айтиб ўтилганидек, кремний (IV)-оксид билан реакцияга киришиб,  $\text{SiF}_4$  ва сув ҳосил қилади:



Типик металлрид оксидига ҳеч қандай кислота плавик кислотадек таъсир эта олмайди.

175. Силикат кислоталар ва уларнинг тузлари. Силикат а гидрид кислотали оксид бўлиб, унга *ортосиликат кислот*  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  мувофиқ келади. Бу кислота ниҳоятда осон конденса ланиб, юқори молекуляр *метасиликат кислота*  $(\text{H}_2\text{SiO}_3)_x$  1 ҳосил қилади. Метасиликат кислотанинг соддалаштирилган фо фуласи  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  ҳолида ёзилади. Силикат кислоталарнинг тузлар силикатлар деб аталади.

Калий силикат билан натрий силикат қумтупроққа ўювч ишқор ёки калий карбонат ва натрий карбонат қўшиб суюл лантириш йўли билан ҳосил қилинади, масалан:



Бунинг натижасида ҳосил бўладиган қоғишмалар шиша симон массага ўхшайди ва қолган барча силикатларнинг ак сича, сувда эрийди. Шунинг учун, калий силикат билан нат рий силикатга эрувчан шиша деган ном берилган.

Калий силикат билан натрий силикатнинг юқорида кўрсатилган формулалар соддалаштирилган формулалардир. Ҳақиқатда эса бу силикатлар ўзгарувчи тар киба эга бўлиб, таркиб умумий формула  $\text{R}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$  билан ифодаланади, бу формуладаги R калий ёки натрийни билдиради.

Эрувчан шиша сувда эритилганда ҳосил бўлган эритма суюқ шиша деб аталади ва кислотага чидамли цемент ҳамда бетон тайёрлаш учун (178-параграфга қаралсин), бе- тоннинг устидан сувашга ишлатиладиган ва керосин ўтказ- майдиган материал тайёрлаш учун, газламаларга шимдириш, ёғочни ўтдан сақловчи бўёқлар тайёрлаш, иншоотлар қуриш- да бўш заминни химиявий жиҳатдан маҳкамлаш ва бошқалар учун ишлатилади.

Натрий силикатнинг ёки калий силикатнинг эритмасига хлорид кислота ёки сульфат кислота таъсир этирилса, эркин метасиликат кислота ҳосил бўлади; бу кислота, олинган эрит- маларнинг концентрациясига қараб, эритмадан ё ивиқ чўкма ҳолида ажралиб чиқади (баъзан суюқликнинг ҳаммаси ивиқ- қа айланади), ёки коллоид ҳолатда эритмада қолади (180- параграфга қаралсин).

Силикат кислота ҳосил бўлиш реакциясини куйидаги тенг- лама билан ифодалаш мумкин:



Эритмадан ажралиб тушадиган ивиқ чўкма — силикат кис- лота таркибида жуда кўп миқдорда сув бўлади, бу сув қизди- риш йўли билан чиқариб юборилиши мумкин. Аммо қиздириш йўли билан маълум таркибли (таркибини формула билан ифода- лаш мумкин бўлган) бирор кислотани ҳосил қилиб бўлмайди:

чўкма секин-аста сувини йўқотаверади ва, ниҳоят, қаттиқ қиздирилганда сувсиз тоза силикат ангидридга айланиб кетади. Силикат ангидрид, фосфат кислоталар синғари, таркибида ҳар хил миқдорда сув бўлиши билан фарқ қиладиган бир неча хил силикат кислота ҳосил қилади, деб фараз этадилар. Бундай кислоталар мавжудлигини куйидаги:  $\text{H}_2\text{SiO}_3 (\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{H}_4\text{SiO}_4 (\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O})$ ,  $\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_8 (3\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O})$  ва ҳоказо кислоталарга мувофиқ келадиган жуда кўп турли-туман тузлар борлигидан билса бўлади.

Силикат кислоталарнинг таркибини умумий формула:  $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  билан ифодалаш мумкин, бу ерда  $m$  ва  $n$  бутун сонлардир.  $m > 1$  бўлган кислоталар полисиликат кислоталар деб аталади.

Ҳозирча учта кислотанинг — ортосиликат кислота  $\text{H}_4\text{SiO}_4$ , метасиликат кислота  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , аниқроғи  $(\text{H}_2\text{SiO}_3)_x$  ва диметасиликат кислота  $(\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_6)_x$  нинг мавжудлиги аниқланган. Реакция вақтида силикат кислота ажралиб чиқса, бу кислотанинг таркибини ифодалаш учун, одатда, метасиликат кислотанинг соддалаштирилган формуласи  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  дан фойдаланилади.

Агар силикат кислотанинг ивиқ чўкмасидан сувнинг кўп қисми (аммо кислотанинг тамом сувсизланиб қолишигача олиб бормай) чиқариб юборилса, қаттиқ, оқ, бир оз йилтиллаб турадиган масса ҳосил бўлади, унда саноқсиз ниҳоятда кичик ғовақлар бўлади, шунинг учун бу масса ғоят зўр адсорбцион хусусиятга эга. Бундай маҳсулот с и л и к а г е л ь деб аталади. Силикагель саноатда кўп миқдорда тайёрланади ва ҳар хил буг ҳамда газларни шимдиришда, минерал мойларни тозалашда, кўпгина реакциялар учун катализатор сифатида ва шу кабиларда ишлатилади. Контакт усули билан сульфат кислота олишда устига катализатор суртиладиган модда сифатида ҳам силикагелдан фойдаланилади.

Силикат кислота жуда кучсиз кислотадир, шунинг учун  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  билан  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  эритмаларда кучли даражада гидролизланган бўлади ва ишқорий реакцияни намўён қилади.

Силикат кислотанинг тузлари — силикатлар табиатда ниҳоятда кўп тарқалган. Юқорида айтиб ўтилганидек, ер пўстлоғи, асосан, қумтупроқ ва ҳар хил силикатлардан иборат. Табиий силикатларга дала шпатлари, слюдалар, гил, асбест, тальк ва кўпгина бошқа минераллар кирди. Силикатлар бир қатор тоғ жинслари: гранит, гнейс, базальт, ҳар хил сланец ва ҳоказоларнинг таркибига кирди. Кўпгина қимматбаҳо тошлар, масалан, зумрад, топаз, аквамарин табиий силикатларнинг яхши тузилган кристаллариридир.

Табиий силикатларнинг таркиби, кўпчилик ҳолларда, анча

мураккаб формулалар билан ифодаланади. Бу формулаларнинг мураккаб бўлганлиги, шунингдек, мувофиқ полисиликат кислоталар мавжудлиги исбот этилмаганлиги учун бу формулаларни тузларнинг одатдаги формулаларига қараганда бирмунча бошқачароқ ёзиш қабул қилинган.

Гап шундаки, кислородли кислотанинг ҳар қандай тузини кислотали оксид билан асосли оксиддан (ёки бу қўшалоқ туз бўлса, ҳатто, асосли иккита оксиддан) иборат бирикма деб қараш мумкин. Масалан,  $\text{CaCO}_3$  ни  $\text{CaO}$  билан  $\text{CO}_2$  дан,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  ни эса  $\text{Al}_2\text{O}_3$  билан  $3\text{SO}_3$  дан иборат бирикма деб қараш мумкин ва ҳоказо. Шу сабабдан, силикатларнинг таркибини ифодалашда, одатда, силикат ангидрид формуласи ва силикат ҳосил қиладиган барча оксидларнинг формулалари алоҳида-алоҳида, яъни тузнинг яхлит формуласига айлантирмай ёзилади.

Баъзи табиий силикатларнинг формулаларини кўрсатиб ўта-миз:

Каолин  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ёки  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ .

Оқ слюда  $\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ёки  $\text{H}_4\text{K}_2\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}$ .

Асбест  $\text{CaO} \cdot 3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2$  ёки  $\text{CaMg}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ .

Табиатда а л ю м о с и л и к а т л а р, яъни таркибида алюминий бўладиган силикатлар ҳаммадан кўп тарқалган. Буларнинг энг муҳимлари д а л а ш п а т л а р и д и р.

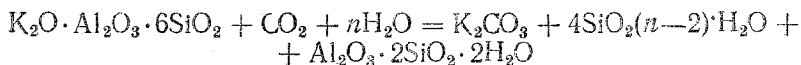
Дала шпатларининг таркибига, кремний ва алюминий оксидларидан ташқари, калий, натрий ёки кальций оксидлари ҳам киради. Одатдаги дала шпати, бошқача айтганда, ортоклаз таркибида калий оксид бўлади; унинг таркиби  $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$  формуласи билан ифодаланади. Дала шпатларининг кўпи оқ ёки қизил бўлади. Дала шпатлари яхлит қатламлар ҳолда ҳам, мураккаб тоғ жинслари таркибига кирган ҳолда ҳам учрайди.

Анча маълум бўлган минераллар — с л ю д а л а р ҳам алюмосиликатлар қаторига киради, слюдалар юпқа, эгилувчан япроқчаларга ажралиш қобилиятига эга. Слюдалар жуда мураккаб таркибга эга бўлиб, уларда кремний ва алюминийдан ташқари, водород, калий ёки натрий; баъзи слюдаларда эса кальций, магний ва темир ҳам бўлади. Одатдаги оқ слюда калий ва алюминий силикати бўлиб, унинг тиниқ катта пластинкалари жуда қийин суюқланидиган бўлганлиги учун, кўпинча, ҳар хил печларнинг туйнуқларини бекитиш мақсадида ишлатилади. Таркибида темир ва магний кўп слюдалар қора тусли бўлади. Слюдалар алоҳида ҳолда сийрак учрайди, ammo кўпдан-кўп мураккаб тоғ жинслари таркибига киради. Энг кўп тарқалган мураккаб тоғ жинслари — г р а н и т ва г н е й с л а р кварц, дала шпати ва слюданинг кристаллчаларидан иборат.



Ер юзидаги минераллар ва тоғ жинслари атмосфера билан тўқнашиб, сув ҳамда ҳавонинг механик ва химиявий таъсирларига учраб, секин-аста ўзгаради ва емирилади. Сув ҳамда ҳавонинг биргаликда таъсир этиши натижасида бўладиган бу емирилиш н у р а ш деб аталади. Дала шпатларининг, масалан, ортоклазнинг ажралиши алоҳида аҳамиятга эга. Таркибида карбонат ангидрид бўлган сув ортоклазга шундай таъсир этадики, натижада  $K_2O$  ажралиб чиқади ва  $CO_2$  билан бирикиб, поташ  $K_2CO_3$  ҳосил қилади;  $SiO_2$ нинг бир қисми ҳам ажралиб чиқади, қолган қисми эса сув билан бирикиб, янги силикат — каолин ҳосил қилади, каолин эса турли гилларнинг асосий қисмини ташкил этади.

Ортоклазнинг ажралишини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Слюдалар ҳам дала шпатлари сингари, аммо уларга қараганда анча секин ажралади.

Дала шпатларининг ва бошқа алюмосиликатларнинг каолинга айланиш процесси каолинизация (каолинланиш) деб аталади. Табиатда дала шпатлари жуда кўп тарқалганлигидан, уларнинг ажралиши натижасида ғоят кўп миқдорда гил ҳосил бўлади.

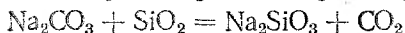
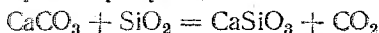
Тоза каолин анча кам учрайди. У оқ бўлиб озгинагина миқдорда кварц қуми аралашган бўлади. Бундай каолин чинни тайёрлаш учун ишлатилади (474-бетга қаранг). Совет Иттифоқининг кўпгина жойларида, айниқса жанубий қисмида каолиннинг катта-катта конлари бор. Энг яхши каолин УССР нинг Глухов районидаги конлардан олинади. Одатдаги гил каолин билан бошқа моддаларнинг аралашмасидир, гилнинг сарғиш-қўнғир ёки кўкиш тусда бўлишининг сабаби аниқ шу моддалар аралашганлигидир. Темир оксидлари бўлгани учун тўқ рангга бўялган баъзи нав гиллар минерал бўёқлар сифатида ишлатилади.

Кремний бирикмалари халқ хўжалигида муҳим роль ўйнайди. Қумтупроқ ва табиий силикатлар шиша, керамика буюмлари, чинни ва фаянс, бинокорлик материаллари ва ёпиштирувчи материаллар ишлаб чиқариш учун хом ашёдир. Бу ишлаб чиқаришларнинг ҳаммаси халқ хўжалигининг силикат саноати деб аталадиган каттакон бир тармоғини ташкил этади.

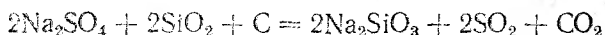
**176. Шиша.** Кўпгина силикатлар бир-бири билан ёки кремний (IV)-оксид билан аралаштириб қиздирилса, тиниқ аморф қотишмалар ҳосил бўлади, бу қотишмалар шиша деб аталади.

Ҳар қандай шишанинг шиша буюмлар ишлаб чиқаришда муҳим роль ўйнайдиган асосий хоссаси шундан иборатки, суёқлантирилган шиша совитилганда бирданига қотмай, балки секин-аста қуюлади, қовушоқ бўлиб қолади ва, ниҳоят, қаттиқ ва бир жинсли тиниқ массага айланади. Шишанинг бу ва кўпгина бошқа хоссалари унинг таркибига кўп даража боғлиқ бўлади. Шишанинг таркибий қисмларининггина ўзгартириб эмас, балки уларнинг бир-бирига нисбатан миқдорини ўзгартириб ҳам тамомила ҳар хил хоссаларга эга бўлган шишалар ҳосил қилиш мумкин.

Одатдаги дераза ойнаси, шунингдек, уй-рўзғор мақсадларида ишлатиладиган шиша идишларнинг кўпчилиги (бутилка, стакан ва шу кабилар) тайёрланадиган шиша, асосан, натрий ҳамда калийнинг қумтупроқ билан қотиштирилган силикатларидан иборат. Бундай шишанинг таркиби тахминан  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$  формуласи билан ифодаланади. Аммо бундай шиша ҳосил қилиш учун, силикатларнинг ўзи эмас, балки оқ қум, сода ва оҳактош ёки бўр ишлатилади. Бу моддаларнинг аралашмаси регенератив печларда суёқлантирилади, бу печлар, одатда, генератор газини ёқиб қиздирилади. Аралашманинг суёқланишида қуйидаги реакциялар содир бўлади:



Кўпинча, сода ўрнига натрий сульфат ва кўмир ишлатилади. Кўмир  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ни қайтариб,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  га айлантиради;  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  қум билан реакцияга киришиб,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ни ҳосил қилади:



Шиша буюмлар пуфлаш, қуйиш, пресслаш ва чўзиш йўли билан тайёрланади. Шиша буюмлар қийнларда ҳам нуқул кишилариинг пуфлаши билан тайёрланар, бу эса жуда оғир меҳнат эди. Ҳозирги вақтда шиша саноати бирмунча механизациялаштирилган. Энг содда шиша буюмларни (масалан, бутилкаларни) механик усулда тайёрлайдиган машиналар, шунингдек, қовушоқ шиша массасини узмасдан чўзиб, ундан тўғридан-тўғри ойна тайёрлайдиган машиналар бор.

Агар шиша «пиширишда» сода ўрнига поташ ишлатилса, қийин суёқланадиган шиша ҳосил бўлади. Бу шиша одатдаги шишадан қилинган идишларга қараганда анча юқори температурага чидайдиган махсус сорт химиявий идишлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Кремний (IV)-оксидга поташ ва кўрғошин (II)-оксид қўшиб суёқлантирилса, х р у с т а л ь деб аталадиган тиниқ оғир шиша ҳосил бўлади, бу шиша таркибда калий силикат билан кўрғошин силикат бўлади. Бундай шиша нурни кучли даражада сиңдириш қобилиятига эга бўлиб, силлиқланганда жуда ялтираб кетади; хрусталдан оптик шишалар ва баъдий идишлар тайёрланади.

Силикат ангидриднинг бир қисми ўрнига борат ангидрид  $B_2O_3$  ишлатилса, борат ангидрид шишанинг хоссаларига катта таъсир этади (219-параграфга қаралсин). Шишага борат ангидрид қўшилиши бу шишанинг каттиқлигини оширади ва у, химиявий таъсиротларга кўпроқ чидайдиган ва температуранинг бирдан ўзгаришига бардош берадиган бўлиб қолади. Бундай шишадан юқори сифатли химиявий идишлар тайёрланади.

Одатдаги шиша тайёрлашда ишлатиладиган қум таркибидан кўпинча темир бирикмалари бўлади, темир бирикмалари шишани яшил тусга киритади. Яшил тус ҳосил бўлишининг олдини олиш мақсадида суюқлантирилаётган массага оз миқдорда селен қўшилади, селен шишага пушти ранг беради. Қўшимча ранглар — пушти ва яшил ранглар бирга қўшилиб, оқ тус ҳосил қилади. Марганец (IV)-оксид қўшилса ҳам худди ана шундай бўлади.

Баъзан, рангдор шишалар олиш мақсадида, суюқлантирилаётган шиша массасига баъзи моддалар атайлаб қўшилади. Масалан, хром (III)-оксид  $Cr_2O_3$  шишага яшил тус беради, марганец (IV)-оксид шишага қизғиш-гунафша тус, кобальт (II)-оксид кўк тус беради ва ҳоказо. Кўпчилик ҳолларда шишанинг туси рангдор силикатлар (темирнинг, марганецнинг, кобальт ва бошқа элементларнинг силикатлари) ҳосил бўлишига боғлиқдир. Аммо шишанинг туси, баъзан, шу шишага қўшилган модда ниҳоятда майда кукун ҳолида бўлишидан келиб чиқади. Масалан, шишага жуда оз миқдорда олтин қўшилса, бу шиша тўқ қизил тусга киради, бу — шишада ниҳоятда майда, ҳатто микроскоп остида ҳам кўринмайдиган ва суюқлантирилган шиша секин-аста совитилганда ажралиб турадиган олтин заррачаларининг борлигидан келиб чиқади. Рубин шишалар қизил нурларнигина ўтказади ва шунинг учун, қизил ёруғ талаб этадиган фотографик процессларда ишлатилади.

Россияда рангдор шишалар ишлаб чиқаришга асос солган киши М. В. Ломоносов бўлди. Ломоносов рангдор шишалар, шиша маржон, шиша мунчоқ (стеклярус) мозаика смальталари<sup>1</sup> ва бир қатор бошқа нарсалар тайёрлаш усулларини ишлаб чиқди ва бу ишларни амалга оширди. Ломоносов ясаган ва то шу кунгача сақланиб келаётган машҳур мозаик суратлар ранг-баранг мингларча майда шиша бўлақчаларидан (смальталардан) қилинган, бу шиша бўлақчалари Ломоносов рецепти билан тайёрланган. Ломоносов рангдор шиша ишлаш учун 1775 йилда Петербург яқинида кичикроқ бир шиша завод қурди. Бу завод Россияда, юқорида номлари айтиб ўтилган буюмлардан ташқари, ранг-баранг шиша идишлар ва майда хилма-хил бадиий шиша буюмлар (занонкалар, тамакидон, ҳасса дасталари ва ҳоказолар) ишлаб чиқарган биричи завод эди. Бир қанча вақт ўтгандан кейин, рангдор шишалар ва рангдор хрусталь Петербургдаги давлат шиша заводда Ломоносов рецепти асосида тайёрланадиган бўлди.

<sup>1</sup> Сувийй йўл билан тайёрланадиган майда-майда рангдор тош ёки майда-майда рангдор шиша. (Тарж.)

Шиша, одатда, сувда эримайдиган моддалар қаторига киритилади. Аммо натрийли одатдаги шишага сув узоқ вақт таъсир этса, сув шишадан натрий силикатнинг бир қисмини торттиб олади. Масалан, янчиб толқон қилинган шиша сувга еслиб чайқатилса ва унга бир неча томчи фенолфталеин томизилса, суюқлик тиниқ пушти тусга киради, бу эса  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  гидролизланганлиги натижасида, ишқорий муҳит бўлганлигини кўрсатади.

Шिशанинг юқорида кўрсатиб ўтилган ва асосан, ҳар хил силикатларнинг қумтупроқ билан қотишмасидан иборат бўлган турларидан ташқари, электр печида суюқлантирилган кварцдан тайёрланган шиша ҳам катта аҳамиятга эга.

Кварц шисанинг одатдаги шишага қараганда кўп афзалликлари бор. Кварцнинг суюқланиш температураси  $1500^\circ$  га яқин бўлганлиги учун, кварц шисани жуда юқори температурагача қиздириш мумкин, бунда шиша сира ҳам юмшамайди. Кварц шиша ультрагунафша нурларни ўтказадди, одатдаги шиша эса бу нурларни тутиб қолади. Кварц шисанинг жуда қимматли сифатларидан бири шуки, унинг кенгайиш коэффициентини ниҳоятда кичик. Бу — кварц шиша қиздирилганда ёки совитилганда унинг ҳажми қарийб, ўзгармайди демакдир. Шунинг учун, кварц шишадан тайёрланган буюмлар қаттиқ қиздирилиб, шундан кейин совуқ сувга тез ботирилганда ҳам дарз кетмайди.

Кварц шиша лаборатория идишлари (тигель, косача, колба ва бошқалар) тайёрлашда ва химия саноатида ишлатилади. Кварц шиша ёритиш техникасида симобли электр лампалар тайёрлаш учун ишлатилади, бундай лампалар шуъласида ультрагунафша нурлар кўп бўлади. Симобли лампалардан медицинада, илмий мақсадларда ва, айниқса, кинога олишда фойдаланилади. Кварц шисанинг камчиликлари шундан иборатки, бу шисани ишлаш қийин, у мўрт бўлади ва анча қиммат туради, шунинг учун кварц шиша кам ишлатилади.

Одатдаги шиша таркибида бўладиган темир оксидлари, айниқса  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  бу шишадан ультрагунафша нурларини ўтишига тўсқинлик қилади. Шиша олишда тоза хом ашёдан фойдаланилса, шисанинг бу камчилиги йўқолади. Увиоль шиша ана шундай йўл билан олинади, бу шиша ультрагунафша нурларни кварц шиша ўтказгани каби деярли яхши ўтказадди, шу билан бирга, кварц шишага қараганда анча арзон туради ва анча осон ишланади. Бу шиша таркибидаги  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  миқдори 0,02—0,08% дан ортмайди. Увиоль шиша медицинада ультрагунафша нурлар билан нурлашда ва, баъзан, де-раза ойнаси тайёрлашда ишлатилади.

Шиша ишлаб чиқариш силикат саноатининг энг катта тармоқларидан биридир.

Суутилрилган шишани фильралар орқали тортиб чўзини йўли билан диаметри 2 дан 10  $\mu$  гача бўлган ип — шиша тола си олиш мумкин. Шиша тола одатдаги шиша каби мўрт бўлмайди, узилишга жуда катта қаршилик кўрсатади. Бу толадан тўқилган маталар ёнмайди, иссиқликни ва электр токини ўтказмайди, товушни ёмон ўтказилади, химиявий жиҳатдан барқарордир.

Шиша толасидан тайёрланадиган материалларнинг қимматли хоссалари бу материаллардан техниканинг турли соҳаларида, айниқса, электротехника саноатида кенг фойдаланишга имкон беради. Бунда, асосий хом ашёнинг осон топилиши ва арзонлиги, шиша толаси ишлаб чиқариш технологиясининг мураккаб эмаслиги катта аҳамиятга эга.

Шиша тўқимасини ҳар хил синтетик смолалар билан турли тарзда қўшиб, янги конструкцион материаллар — шиша пластикалар ҳосил қилиш мумкин. Шиша пластика пўлатдан 3—4 марта энгил, пухталиги эса пўлатникидан қолишмайди, бу эса машинасозликда, бинокорликда ва бошқаларда металл ўрнига ҳам, ёғоч ўрнига ҳам шиша пластика ишлашига имкон беради. Шиша пластикадан нефть ва нефть маҳсулотлари ўтказиладиган коррозияланмайдиган трубалар тайёрланади. Шиша пластика автомобиллар корпуси тайёрлашда, кемасозликда, самолётсозликда, қурилиш индустриясида ва халқ хўжалигининг бошқа кўпгина соҳаларида ишлатилади. Шунини айтиб ўтиш кифояки, ҳозирги вақтда чет элларда чиқариладиган арматураланган пластик массаларнинг 90% дан ортиғини шиша пластиклар ташкил этади. Шиша пластиклар ишлаб чиқарувчи корхоналар шиша толанинг асосий истеъмолчиларидир, капиталистик мамлакатларда ишлаб чиқариладиган шиша толанинг миқдори эса йилига 500 минг т га етказилди.

177. **Керамика.** Керамика деган сўздан гилдан ясалган ҳар хил буюмлар тушунилади. Бундай буюмлар тайёрлайдиган керамика саноати гиншт, черепица, ўтга чидамли материаллар, сопол идишлар, сопол трубалар, сирланган плиталар ишлаб чиқаришни (дағал керамика), шунингдек, чинни ва фаянс ишлаб чиқаришни (нафис керамика) ўз ичига олади. Бу ишлаб чиқаришларнинг ҳаммаси гилнинг сувга қорилганда пластик лой ҳосил қилиш қобилиятига асосланган, бу лой пиширилгандан кейин, сувда ёнмайдиган, ювак қаттиқ массага айланади. Гилдан қилинган буюмларнинг механик мустаҳкамлигини ошириш учун, унга ҳар хил моддалар қўшилади, бу моддаларнинг энг асосийлари кварц билан дала шпатидир.

Керамика буюмлари лойдан ё механик йўл билан ёки кулолчилик станокларида қўл билан қўйилади, шундан кейин, ҳавода ёки махсус сушилкаларда қуритилиб, печларда пиширилади. Буюмлар пиширилганда гил қорилган сув ҳам, гилнинг таркибига кирган сув ҳам буғланиб кетади.

бунинг натижасида гил серговак бўлиб қолади, бир қадар қовушади ва алюминий силикат  $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  га айланади.

Паст нав керамика буюмлар, чунончи: гишт, қувур, черепица, гултувак ва шу кабилар гишт заводларида тайёрланади. Бу буюмлар паст нав гиллардан қуйилиб, нисбатан паст ( $1000^\circ$  дан юқори бўлмаган) температурада пиширилади, улар ғовак бўлади ва кўп сув шима олади. Оддий совол идишлар ҳам худди шундай йўл билан тайёрланади. Идишни сув шиммайдиган қилиш мақсадида, бу идиш сирланади, бунинг учун, ҳумдонга ош тузи ташланади, ош тузининг буғи сопол идишдаги қумтупроқнинг бир қисми билан реакцияга киришади. Бу процесс натижасида буюм осон суюқланадиган шишасимон силикат қавати билан қопланади.

Керамиканинг яхши навлари ва фаянс таркибида темир бўлмайдиган анча тоза нав гилдан тайёрланади ва юқориқоқ температурада пиширилади. Пиширилган буюмларга осон суюқланадиган аралашма суртиб, бу буюмларни такрор пишириш йўли билан сир берилади. Бу буюмларга суртиладиган осон суюқланувчи аралашмалар таркибига ҳар хил моддалар (дала шпати, борат кислота, қалай (IV) - оксид ва бошқалар) кириши мумкин.

Чини буюмлар тоза, олдиндан лойқалатиб тиндирилган каолинга тахминан шунча кварц билан дала шпати қўшилган аралашмадан ясалди. Бундай буюмлар юқори ( $1200^\circ\text{C}$  га яқин) температурада пиширилади. Бу буюмлар биринчи марта пишириб олингандан кейин, толқон қилнган дала шпатининг сувга қорилган бўтқасига туширилади, бу бўтқада буюмлар дала шпати қавати билан қопланади, шундан кейин буюмлар яна пиширилади. Такрор пиширишда буюмлар  $1400^\circ\text{C}$  чамаси температурагача қиздирилади, бу температурада глазурдаги ва асосий массадаги дала шпати суюқланади ва буюм ғовакларини бутунлай деярли бекитиб қўяди. Шу йўл билан ҳосил қилинган буюмларнинг асосий массаси ярим шаффоф, уларнинг сирни ээ тигиз ва ялтироқ бўлади.

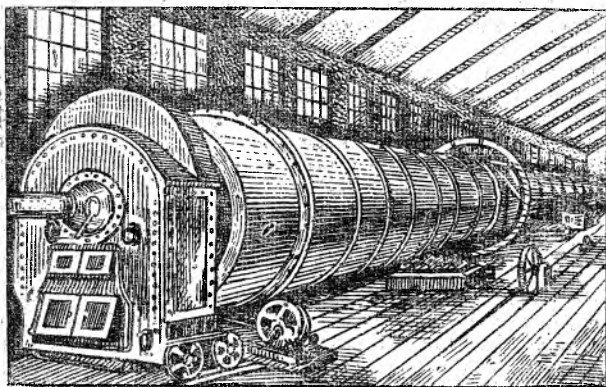
Чинни жуда қадим замонларда Хитойда ихтиро этилди, аммо чинни тайёрлаш узоқ вақтгача сир сақлаб келинди. Россияда чиннини дастлаб XVIII асрда. Д. И. Виноградов тайёрлади. Ломоносов билан биргалликда чинни массаси тайёрлаш юзасидан кўпдан-кўп тажрибалар ўтказган Виноградов сабот билан ва зўр бериб қилган меҳнати туфайли ҳосил қилинган чинни ўз сифати жиҳатидан Хитой чиннисидан қолишмайди.

**178. Цемент.** Силикат саноатида тайёрланадиган энг муҳим материаллардан бири цементдир, цемент хилма-хил қурилиш ишларида ғоят кўп миқдорда ишлатилади.

Цемент гилни оҳактош билан қўшиб, то қовушиб қолгунича куйдириш орқали ҳосил қилинади. Бунинг учун гил билан оҳактош қуруқ ҳолда ёки нам ҳолда жуда яхши қористириб олинади, шундан кейин, қаттиқ қиздирилади. Цемент қоринмаси куйдирилганда кальций карбонат кальций оксид билан карбонат ангидридга ажралади, кальций оксид эса гил билан реакцияга киришади, бунда, кальций силикатлар билан кальций алюминатлар ҳосил бўлади. Кальций алюминатларда алюминий оксид кучсиз кислотали оксид ролини ўйнайди.

Цемент қоринмаси айланиб турадиган махсус цилиндрик печларда куйдирилади. Бундай печь (104- расм) қалин пулат тахталардан ясалган ва узунлиги 40 дан 150 м гача, диаметри эса 2,5 дан 3,5 м гача бўлган ғоят катта трубадан иборат. Бу труба бир оз қия ўрнатилган бўлиб, ич томонига ўтга чидамли

материал терилади. Печнинг бир бошидан цемент қоришмаси киритилади, иккинчи бошидан эса табиий газ алангаси ёки мазут пуркалади. Печь қия ўрнатилганлиги ва секин айланганлиги туфайли, цемент аралашмаси алангага қарши секин-аста силжиб бориб, печнинг пастки бошидан цемент клинкери деб аталадиган майда доналар ҳолида чиқади. Клинкер туйилиб, кул ранг, яшил кукунга айлантирилади, бу кукун



104- расм. Цемент куйдириши печи.

силикат-цемент номи билан сотилади (унинг илгариги номи портландцементдир).

Цемент қоришмаси, одатда, оҳақтош билан гилдан сунъий равишда тайёрланади. Аммо табиатда баъзи жойларда оҳақтош гил жинслар — мергельлар ҳам учрайди, бу жинс ўз таркиби жиҳатидан цемент қоришмасига жуда ўхшайди. Цемент ишлаб чиқаришда фойдаланиладиган мергель конлари, масалан, Новороссийск атрофидаги тоғларда учрайди.

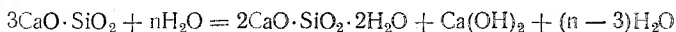
\* Цементларнинг химиявий таркиби, одатда, шу цементларда бўладиган оксидларнинг процент ҳисобида олинган миқдори билан ифодаланади; бу оксидларнинг энг муҳимлари  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  дир. Кальций оксид оғирлигининг қолган учта оксид оғирлигига нисбати цементнинг гидромодули деб аталади ва унинг техник сифатларини кўрсатади. Мисол учун, ҳар хил нав силикат цементлардаги асосий таркибий қисмларнинг ўртача миқдорини (% ҳисобида) кўрсатиб ўтамиз,

$\text{CaO}$ . . . . .	.62	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	.2,5
$\text{SiO}_2$ . . . . .	.22	$\text{MgO}$ . . . . .	.2,5
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	.7,5	$\text{SO}_3$ . . . . .	.1,5

Силикат цементнинг ҳозирги вақтда аниқланган минерологик таркиби: уч кальцийли силикат  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , икки кальцийли силикат  $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ , уч кальцийли аломинат  $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$  ва тўрт кальцийли аломоферрит  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$  дан иборат.

Силикат-цемент сувга қорилганида маълум вақтдан кейин қотиб қоладиган бўтқасимон масса ҳосил бўлади. Бу массанинг бўтқасимон ҳолатдан қаттиқ ҳолатга ўтиши «қотиб бориш» деб аталади.

Ҳозирги замон назариясига биноан, цементнинг қотиб бориш процесси уч босқичда бўлади. Биринчи босқич цемент заррачалари сиртқи қатламларининг сув билан ўзаро таъсир этишидан иборат, бу реакцияни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Цемент бўтқасида бўладиган кальций гидроксидга тўйинган эритмадан кальций гидроксил аморф ҳолда ажраб чиқа бошлайди ва цемент доналарини ўраб олиб уларни боғланган массага айлантиради. Иккинчи босқич — цементнинг қота бориши ана шундан иборат. Шундан кейин, учинчи босқич — кристалланиш ёки қаттиқланиш бошланади. Кальций гидроксид заррачалари йириклашиб, нинасимон узун кристалларга айланади, бу кристаллар ўсиб бориб, кальций силикатнинг аморф массасига айланади ва уни тигиз ҳолга келтиради. Шу билан бирга, цементнинг механик мустаҳкамлиги ҳам ошиб боради.

Цемент ёпиштирувчи материал сифатида ишлатиладиган бўлса, у, одатда, оғирлик жиҳатидан бир неча ҳисса қум билан қориштирилади. Цементнинг қум ва сув билан аралашмаси цемент қоришмаси деб аталади.

Цемент қоришмаси шағал, қиррали тош ва шу кабилар билан аралаштирилса, бетон ҳосил бўлади. Бетон кенг суратда ишлатилади: бетондан гумбазлар, арklar, кўприklar, цистерналар, ҳовузлар, турар жойлар ва ҳоказолар қилинади. Бетон орасига темир тўсинлар ва темир симлар қўйиб ишланган иншоотлар темир-бетонли иншоотлар деб аталади.

Чор Россиясида анча оз миқдорда цемент ишлаб чиқаришлар эди. Октябрь революциясидан кейин халқ хўжалигининг қурилиш материалига бўлган эҳтиёжининг тўхтовсиз суратда ўсиб бориши цемент саноатининг кўп даража юксалишига сабаб бўлди, цемент саноати саноат корхоналари ва турар жой қурилишининг ғоят катта программаси муносабати билан айниқса кучайтирилмоқда. Мамлакатимизнинг цемент заводларида қуйидаги миқдорларда, цемент ишлаб чиқарилди:

Йиллар	млн. т
1913 . . . . .	1,8
1940 . . . . .	5,7
1954 . . . . .	19,0
1964 . . . . .	64,9

Бизда, силикат-цементдан ташқари, бошқа тур цементлар, жумладан, гил тупроқли ва кислотага чидамли цементлар ҳам ишлаб чиқарилмоқда.



Гил тупроқли цемент яхшилаб майдаланган боксит (табiiй алюминий оксид) билан оҳактош аралашмасини сууқлантириш йўли билан олинади. Бу аралашма шахта печларида ёки махсус электр печларида сууқлантирилади. Гил тупроқли цементда, процент жиҳатдан олганда, силикат цементдагига қараганда  $\text{CaO}$  кам, аммо  $\text{Al}_2\text{O}_3$  кўп бўлади. Гил тупроқли цементнинг тахминий таркиби қуйидагича: 40%  $\text{CaO}$ , 10%  $\text{SiO}_2$  ва 50%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Гил тупроқли цементнинг таркибига кирадиган асосий бирикмалар кальцийнинг ҳар хил алюминатларидир. Гил тупроқли цемент силикат-цементга қараганда тезроқ қотади. Бундан ташқари, гил тупроқли цемент денгиз суви таъсирига яхшироқ бардош беради. Гил тупроқли цемент силикат-цементдан анча қиммат бўлганлиги учун, қурилишларда фақат махсус ҳоллардагина ишлатилади.

Кислотага чидамли цемент жуда майдаланган кварц қуми билан катта сиртга эга бўлган «актив» қумтупроқ модда аралашмасидир. Бундай «актив» модда сифатида, олдиндан химиявий ишланган трепел ёки сунъий йўл билан ҳосил қилинган кремний (IV)-оксид ишлатилади. Ана шу аралашмага натрий силикат эритмаси қўшилгандан кейин, пластик бўтқа ҳосил бўлади, бу бўтқа мустақам массага айланади ва фторид кислотадан бошқа ҳамма кислоталар таъсирига чидайди.

Кислотага чидамли цемент, асосан, химиявий аппаратура-нинг ички томонига кислотага чидамли плиталар теришда ёпиштирувчи материал сифатида ишлатилади. Баъзи ҳолларда уларни анча қиммат бўлган қўрғошин билан алмаштирадилар.

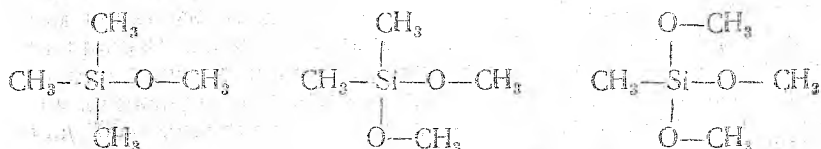
**179. Кремний органик бирикмалар.** Кремнийнинг ниҳоятда кўп ҳар хил бирикмалари анчадан бери маълум бўлиб, бу бирикмаларда кремний атомлари углерод атомлари билан боғланган. Бу бирикмалар кремний органик бирикмалар деб аталади.

Кремний органик бирикмалар узоқ вақт ҳеч қандай амалий аҳамиятга эга бўлмай келди.

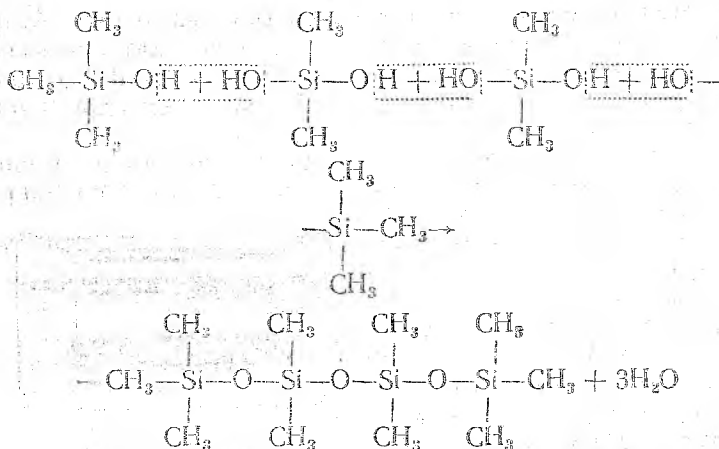
1936 йилда совет олими К. А. Андрианов кремний органик бирикмаларга оид ва юқори молекуляр органик молекулаларга ва кремнийнинг юқори молекуляр бирикмаларига ҳос қимматли сифатларга эга материалларни сунъий йўл билан ҳосил қилиш меодини ишлаб чиқди.

Андрианов ортосиликат кислота  $\text{Si}(\text{OH})_4$  нинг ҳосилалари бўлган моддаларнинг мураккаб эфирларини синтез қилди, бу моддаларда ортосиликат кислотадаги битта, иккита ёки учта гидроксил группа ўрнини углеводород радикаллари олади.

Масалан:



Бу эфирлар гидролиз қилинганда кремнийнинг таркибиде гидроксил бор тегишли бирикмалари ҳосил бўлиши керак эди, ammo улар дарҳол конденсатланиб, улардан сув молекулалари ажралиб чиқади ва поликонденсатлар ҳосил бўлади. Масалан,  $(\text{CH}_3)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2$  билан  $(\text{CH}_3)_3\text{SiOCH}_3$  аралашмаси гидролизланганда ҳосил бўладиган моддалар қуйидаги схемага мувофиқ яна конденсатланиши мумкин:



Конденсация даражаси учта катта бўлмаса (агар молекулалар таркибиде 10 тага яқин кремний атоми бўлса), сурков мойлари сифатида ишлатиладиган суюқликлар ҳосил бўлади. Температура катта интервалда ўзгарганда ҳам бу суюқликлар қовушоқлигининг оз ўзгариши, металлларга химиявий таъсир этмаслиги, тўйинган углеводородлар аралашмасидан иборат одатдаги сурков мойларга қараганда юқори температура таъсирига анча кўп бардош бериши бу суюқликларнинг қимматли хоссаларидир. Юқори температура таъсирига бардош бериш жиҳатидан олганда, бу сурков мойлари тўйинган углеводородлар аралашмасидан иборат одатдаги сурков мойларига қараганда анча афзал туради.

Конденсация даражаси бирмунча юқори бўлса, худди смолаларга ўхшаш моддалар ҳосил бўлади. Бундай смолалар  $\text{Si}-\text{O}$  боғининг пухта бўлганлиги учун, иссиқликка ниҳоятда

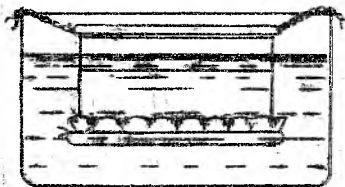
чидайди ва яхши диэлектрик хоссаларга эга бўлади. Улар, температура юқори бўлганлиги учун, одатдаги изоляция материаллари билан қоплаб бўлмайдиган электр симларини изоляция қилиш учун ишлатилади. Кремний органик смолалардан асосий модда сифатида фойдаланиб, каучуксимон материаллар ҳосил қилиш мумкинки, бу материаллар  $-60^{\circ}$  дан  $+200^{\circ}\text{C}$  гача бўлган температураларда ҳам ўз эластиклигини сақлайди ва ҳатто  $300^{\circ}$  да ҳам бузилмайди.

Кремний органик бирикмалар шиша, қоғоз, тўқималар, бинокорлик материаллари ва шу кабиларни ҳўлланмайдиган қилишда муваффақият билан ишлатилмоқда.

### КОЛЛОИДЛАР

**180. Моддаларнинг кристаллоид ва коллоид ҳолати.** Агар концентрланган хлорид кислотага натрий силикат эритмаси куйилса, ажралиб чиқадиган силикат кислота чўкма ҳолида тушмай, реакция натижасида ҳосил бўладиган ош тузи билан бирликда эритмада қолади.

Ҳосил бўлган эритмадан хлорид кислота билан ош тузини қуйидагича чиқариб юбориш мумкин. Эритма тагсиз цилиндрга солинади, цилиндрининг таги ўрнига пергамент қоғоз ёки ҳайвон пуфаги тортилади. Бу цилиндр ундан кенгроқ идишга туширилади, бу идишга сув солинган бўлиб, сув доимо ўзгартириб турилади (105-расм). Ош тузи ва  $\text{HCl}$  парда орқали ташқи идишга бемалол диффузланади, силикат кислота эса пардадан ўта олмайди. Натижада цилиндрда силикат кислотанинг тоза эритмаси қолади.



105-расм. Диализатор.

Эритилган моддаларни шу моддалардан бири парда орқали диффузиланишга ноқобил бўлишидан фойдаланиб, бир-бирдан ажратиш усули д и а л и з деб, юқорида тасвирланган асбоб эса д и а л и з а т о р деб аталади.

Силикат кислотадан ташқари, эритилган кўпгина бошқа моддалар, масалан, елим, желатина, тухум оқи ва бошқалар ҳам пергамент қоғоздан ёки пуфакдан қилинган парда орқали ўта олмайди.

Эритилган моддаларнинг ўсимлик ва ҳайвоний пардалардан диффузиланиш ҳодисасини ўтган асрнинг олтинчи йилларида инглиз химиги Грэм батафсил ўрганган эди. Грэм эритмада диффузиланиш қобилиятига эга бўлган моддалар-

нинг қаттиқ ҳолда кристаллик тузилишга эга бўлишини ва, аксинча, парда орқали диффузиланиш қобилиятига эга бўлмаган моддаларнинг, масалан, елим, оқсил ва бошқаларнинг аморф бўлиб, эритмадан ажратиб олинганда аниқ бир шаклга эга бўлмай, маълум даражада пластик масса ҳосил қилишини топди. Грэм ана шунга асосланиб туриб, кристаллик тузилишга эга бўладиган моддаларни кристаллоидлар деб, аморф масса ҳосил қиладиган моддаларни эса коллоидлар деб атади (коллоид сўзи грекча «колла», яъни елим сўзидан олинган).

Аммо 1869 йилда рус олими И. Г. Боршчов баъзи коллоидларнинг заррачалари кристаллик тузилишда бўлиши ҳам мумкинлигини кўрсатди. Шундан кейинги текширишлар бу фикрни тасдиқлади ва Грэмнинг моддаларни кристаллоид ва коллоидга бўлганлиги тўғри эмаслигини кўрсатади, чунки оқсил каби типик коллоидлар кристалл ҳолида ҳосил қилинибгина қолмай, балки шубҳасиз кристаллоид бўлган кўпгина моддалар, масалан, ош тузи коллоид ҳолатда ҳам ҳосил қилинади.

Ниҳоят, бир модданинг ўзи баъзи эритувчиларда коллоид сифатида бўлса, баъзи эритувчиларда кристаллоид сифатида бўлиши ҳам исботланди. Масалан, одатдаги совун, агар у сувда эритилган бўлса, ниҳоятда секин диффузиланади ва парда орқали ўтишга мутлақо қобил эмас, яъни у коллоиддир; аммо ўша совуннинг ўзи спиртда эритилса, кристаллоид хоссаларига эга бўлади. Шундай қилиб, кристаллоидлар билан коллоидлар орасидаги чегара секин-аста йўқолди, ҳозирги вақтда модданинг қаттиқ ёки суяқ ҳолати бор деганимиздек, уларнинг кристаллоид ёки коллоид ҳолати ҳам бўлади дейиш мумкин.

Модданинг коллоид ҳолати химиядагина эмас, балки биологияда, медицинада, технология ва қишлоқ хўжалигида ҳам ниҳоятда муҳим роль ўйнаганлигидан, биз бу тўғрида батафсил тўхталиб ўтамиз.

**181. Дисперс системалар.** Агар эримайдиган бирорта модданинг, масалан, гилнинг майда кукунини сувга солиб чайқатилса, йирикроқ заррачалар тез орада идиш тубига чўкади, майда лойқа эса сувда «муаллақ» ҳолатда жуда узоқ вақт туради, суяқлик, баъзан бир ҳафта давомида лойқалигича қолади. Ичиди қаттиқ модда заррачалари муаллақ ҳолатда бўладиган суяқликлар суспензиялар деб аталади.

Агар бирор суяқликда бошқа суяқликнинг жуда майда томчилари муаллақ ҳолда бўлса, бундай система эмульсия деб аталади. Бирор суяқ мой сувга солиниб, шу мойнинг сирт таранглигини пасайтирувчи модда иштирокида қаттиқ чайқатилса, эмульсия осон ҳосил бўлади. Одатдаги сут эмуль-

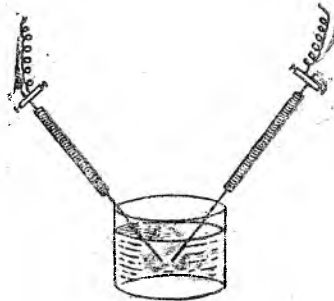
сиядир, сутда ниҳоятда майда ёғ томчилари муаллақ ҳолда бўлади.

Суyoқликда муаллақ ҳолда турадиган заррачаларни шу суyoқликдан филтрлаш йўли билан ажратиб олиш мумкин. Одатдаги филтър қоғоз диаметри 5 мк, яъни 0,005 мм гача бўлган заррачаларни тутиб қолади, махсус тайёрланган филтър қоғоз эса диаметри 1 мк гача бўлган заррачаларни, гил филтърлар эса диаметри 0,2 мк бўлган заррачаларни тутиб қолади.

Суyoқликда диаметри 0,1 мк дан ортиқ заррачалар бор вақтда бу суyoқлик жуда тиниқ бўлмайди, ундаги муаллақ заррачаларни, бир томчи суyoқлик олиб, одатдаги микроскоп ёрдами билан кўриш мумкин.

Моддаларни сунъий йўл билан шундай майда заррачаларга бўлиш мумкинки, ичида шундай заррачалар бўлган суyoқлик гарчи ҳақиқатда бир жинсли бўлмаса ҳам, бир жинслидек ва мутлақо тиниқ бўлиб кўрилади. Масалан, дистилланган сувга иккита кумуш сим тушириб, уларни анча кучли электр токи манбаига улаймиз (106-расм). Симларнинг сув остидаги учлари бир-бирига яқинлаштирилса, электр ёйи ҳосил бўлади ва кўнғир тусли булут пайдо бўлади. Тез орада суyoқликнинг ҳаммаси мутлақо тиниқлашиб, кўнғир тусга киради. Эритманинг кўнғир туси кумушнинг сувда электр ёйи таъсирида чангланган (электр токи таъсирида жуда майда заррачаларнинг ажралиб чиқиши) жуда майда заррачаларига боғлиқ. Агар кумуш симлар ўрнига олтин симлар олинса, қирмизи тусли суyoқлик ҳосил бўлади, бу суyoқликда олтиннинг чангсимон заррачалари бўлади. Шундай йўл билан ҳосил қилинган заррачалар энг катта қилиб кўрсатадиган одатдаги микроскоп остида ҳам кўринмайди, ammo бу заррачаларнинг борлигини Тиндаль ҳодисаси деб аталадиган ҳодисадан фойдаланиб пайқаш мумкин.

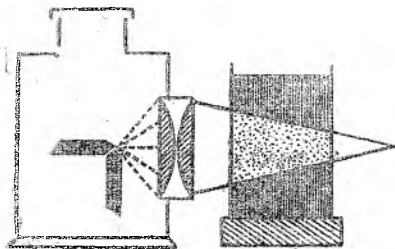
Тиндаль ҳодисаси қуйидагидан иборат. Агар ичида жуда майда заррачалар муаллақ ҳолатда бўлган суyoқликдан тўпланувчи нурларнинг равшан дастаси, масалан, проекцион фонарь нури ўтказилса, суyoқликда ёруғ конус ҳосил бўлади, бу конус қоронғи хонада кўрилади (107-расм). Ёруғ конус ҳосил бўлишининг сабаби шуки, ҳар қайси муаллақ заррача ўзига тушадиган нурни тарқатиб юборади ва шундай қилиб,



106-расм. Кумушнинг коллоид эритмаси ҳосил қилинадиган асбобнинг схемаси.

гўё шуълаланаётган нуқтага айланиб қолади, ана шу туфайли, суюқлик ичидан ўтаётган нурларнинг бутун йўли кўришиб туради.

Ультрамикроскоп деб аталадиган асбобнинг тузилиши Тиндаль ҳодисасидан фойдаланишга асосланган; бу асбоб суюқликда диаметри 0,1 мк дан кичик бўлган ва одатдаги микроскоп остида кўринмайдиган заррачаларни ҳам пайқаб олишга имкон беради. Ультрамикроскоп одатдаги микроскопдан



107- расм. Тиндаль ҳодисаси.

дан шу билан фарқ қиладики, ультрамикроскопда ўрганилаётган суюқликка ёруғлик паст томондан тушмай, балки ён томондан тушади. Агар суюқлик мутлақо бир жинсли бўлса, суюқлик қоронғи бўлиб кўринадди, чунки нурлар микроскоп трубкасига кирмайди. Аммо суюқликда майда заррачалар, масалан, электр ёйи билан чангланган кумуш заррача-

лари муаллақ ҳолатда бўлса, шу заррачалар тарқатиб юборётган нурлар бизнинг кўзимизга келиб тушади ва қора фонда ёруғ нуқталар кўришиб туради, бу нуқталар тартибсиз суратда ҳаракат қилади (броун ҳаракати).

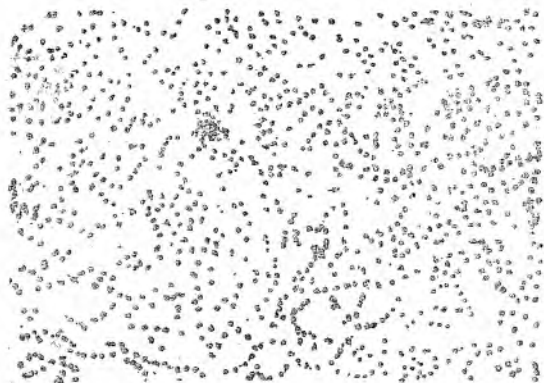
Агар заррачалар ўлчами 0,1 мк дан анча кичик бўлса, у ҳолда айрим заррачалар ҳатто ультрамикроскопда ҳам кўринмайди, аммо суюқлик орқали ўтаётган нурлар дастаси кўришиб туради. Ниҳоят заррачаларнинг ўлчами 1 мкм чамасида бўлса, бу заррачалар ёруғликни шу қадар кам тарқатадики, нурлар дастаси ҳам йўқолади ва суюқлик мутлақо бир жинсли, бошқача айтганда, «оптик бўш» бўлиб қолади. Масалан, ҳар хил моддаларнинг одатдаги эритмалари ана шундайдир.

*Бир модда иккинчи модда ичида маълум даражада майда заррачалар ҳолида тақсимланган ҳар қандай система дисперс система деб аталади* (дисперс сўзи латинча *dispergere*, яъни «тарқатмоқ» сўзидан олинган); майдаланган модда системанинг дисперс фазаси деб, уни ўраб олган модда эса дисперсион муҳит деб аталади. Масалан, гилнинг сувдаги суспензиясида гил заррачалари дисперс фазани ҳосил қилади, сув эса дисперсион муҳитдир.

Дисперс системалар, биз юқорида танишган мисолларда кўрганимиздек, дисперслик даражаси билан бир-биридан фарқ қилади. Суспензия билан эмульсиялар дағал дисперс системага киради, чунки улардаги дисперс фаза заррачалари

нисбатан йирик бўлади. Аксинча, одатдаги эритмалар дисперслик даражаси жуда юқори, яъни дисперслик даражаси энг юқори чегарасига етган деса бўладиган системалардир, чунки бир модда ичида тақсимланган иккинчи модда молекулалар ёки ионларгача майдаланган бўлади. Энг юқори чегарасига етган бундай ҳолларда дисперс фаза тўғрисида гап бўлиши ҳам мумкин эмас, чунки эритманинг ҳаммаси бир фазани ташкил этади. Тарқалган заррачаларининг ўлчами, гарчи расмий эритмалардаги заррачаларнинг ўлчамидан катта бўлса ҳам, аммо ультрамикроскоп ёрдами билангина, пайқаладиган даражада кичик бўлган дисперс системалар ҳам бор. Бундай системалар коллоид эритмалар ёки зоолар деб аталади.

Коллоид эритмаларни чуқур ўрганиш натижасида олинган маълумотларга қараганда, коллоид эритмалар билан, бир томондан, одатдаги эритмалар ёки бошқача айтганда, «чирок эритмалар» орасида, иккинчи томондан, суспензия ёки эмульсиялар орасида кескин чегара йўқ. Шунинг учун, суяқ дисперсион муҳитли дисперс системаларнинг юқорида кўрсатилган уч синфга бўлиниши шартлидир. Бу синфлар орасидаги чегара, тахминан, одатдаги микроскопда ва ультрамикроскопда кўришни чегарасига қараб олинган.



108-расм. Кумушнинг золи (18000 марта катта кўриб кўрсатилган).

Суспензия ва эмульсияларда одатдаги микроскоп ёрдами билан кўринадиган заррачалар бўлади. Бу заррачаларнинг диаметри 100 мкм (0,1 мк) дан катта. Системанинг бир жинсли эмаслигини микроскопсиз ҳам кўриш мумкин.

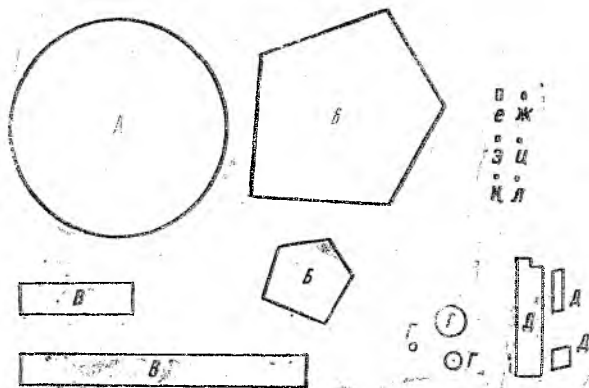
Коллоид эритмалар. Дисперс заррачаларининг диаметри 100 дан 1 мкм гача бўлади. Бу заррачаларни фақат ультрамикроскоп ёрдами билангина кўриш мумкин; бу зарра-

чалар одатдаги филтрларнинг ғовакларидан бемалол ўта олади, аммо пергамент қоғоздан, мол пуфагидан қилинган пардаларда ёки махсус «ультрафилтрлар»да тутулиб қолиши мумкин. Коллоид эритмалар ўткинчи нурда мутлақо тиниқ ва бир жинсли бўлиб кўринади, қайтган нурда эса, айниқса, заррачалар ўлчами 100 мкм га яқинлашиб борса, бир оз лойқароқ бўлиб кўринади.

Ун минг ва юзларча минг марта катта қилиб кўрсатадиган ҳозирги замон электр микроскоплари коллоид заррачаларни пайқашгагина эмас, балки уларнинг ўлчамлари ва шакллари-ни аниқлашга ҳам имкон беради.

108-расмда кумуш золи кўрсатилган бўлиб, унинг фотосурати электрон микроскоп ёрдами билан олинган.

Чин эритмалар. Дисперс заррачаларининг диаметри 1 мкм дан кичик бўлади. Бу заррачаларни оптик йўл билан пайқаб бўлмайди.



109-расм. Турли заррачаларнинг бир-бирига нисбатан ўлчамлари:

А — одам қони эритроцитлари, диаметри 7,5 мкм га яқин; Б — крахмал доналарининг синиқлари 3 — 8 мкм; В — куйдирги бацилалар, узунлиги 4 — 10 мкм; Г — коклар, узунлиги 0,1 — 1 мкм; Д — каолич суспензиясининг заррачалари; е, ж, з — олтин суспензиясининг заррачалари, 0,075 — 0,2 мкм; ц, к, л — коллоид олтин заррачалари, 0,006 — 0,015 мкм.

Суюқ дисперс системаларни улар таркибидаги қаттиқ ёки суюқ заррачалар дисперслик даражасининг ортиб бориш тартибида жойлаштирсак, қуйидаги қатор ҳосил бўлади:

Суспензия ва эмульсиялар

Коллоид эритмалар

Чин эритмалар

100 мкм

1 мкм

дисперслик даражасининг ортиб бориш



109- расмга қараб, турли дисперс системалар заррачаларининг ўлчамлари тўғрисида яққол тасаввур ҳосил қилиш мумкин.

182. Коллоид заррачаларнинг таркиби. Шундай қилиб, коллоид эритмалар дисперс заррачалари ўлчамларининг анча катта бўлиши билан чин эритмалардан фарқ қилади. Чин эритмаларда дисперс заррачалар эриган модданинг молекулалари ёки ионларидир, коллоид эритмаларда эса заррачалар кўп молекулалардан иборат бутун бошли агрегатлардир. Коллоид заррачаларнинг нисбий оғирлигини аниқлаш бу агрегатлар катта-кичиклиги (уларни ҳосил қилган молекулаларнинг сони) тўғрисида бир қадар тасаввур беради. Масалан, совуннинг сувдаги коллоид эритмасида бўладиган совун заррачаларининг нисбий оғирлиги, эритмаларнинг концентрациясига қараб, 7000 дан 15 000 гача углерод бирлигига тенг эканлиги аниқланган. Аммо шу совуннинг ўзи спиртда эриса, чин эритма ҳосил қилади, бундай эритманинг қайнаш температурасини аниқлаш совуннинг молекуляр оғирлиги 306 эканлигини кўрсатади, бу — анализ асосида чиқарилган  $C_{17}H_{35}COONa$  формулага мувофиқ келади. Демак, совуннинг коллоид эритмада бўлган заррачаларининг ҳар бири 20—50 молекуладан иборат группадир. Худди шунингдек, кумушни сувда чанглашиш йўли билан ҳосил қилинган эритмага ўхшаш коллоид эритмаларда бўлган металларнинг заррачалари ҳам ўнларча ва юзларча атомлардан иборат, ҳолбуки, бу ҳолатдаги ёки симоб эритмасидаги металларнинг молекулалари фақат битта атомдан иборат бўлади.

Баъзи ҳолларда молекулаларнинг ўзи шу қадар катта бўладикки, бир-бири билан бирикиб каттароқ агрегатлар ҳосил қилмасдан ҳам, коллоид эритмага ўтиши мумкин. Масалан, қон шарчаларининг — гемоглобиннинг қизил моддаси молекуласининг оғирлиги тахминан 68100 углерод бирлигига тенг, баъзи бошқа оқсилларнинг молекуляр оғирлиги эса бир неча миллион углерод бирлигига тенг бўлади.

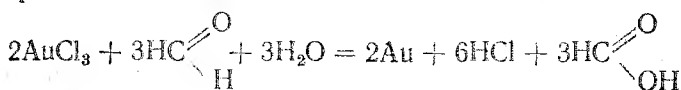
183. Коллоид эритмаларнинг ҳосил қилиниши. Коллоид эритмалар турли усуллар билан ҳосил қилиниши мумкин.

Мураккаб таркибга ва катта молекулаларга эга бўлган баъзи моддалар, масалан, оқсил, желатина, гуммиарабик сувга узоқ вақт тегиб тургандаёқ коллоид эритмалар ҳосил қилади. Баъзи моддаларнинг коллоид эритмаларини ҳосил қилиш учун уларни суяқликка қўшиб эзгилаш керак бўлади. Дағал заррачаларни ҳам, коллоид тегирмонлар деб аталадиган асбоблардан фойдаланиб, ўлчамлари коллоид заррачаларнинг ўлчамларига етадиган қилиб майдалаш мумкин. Бундай тегирмонлар амалда турли-туман бўёқлар тайёр-

лашда, қоғоз ва резина учун қўшимча (тўлдиргич) моддалар тайёрлашда, фармацевтика саноатида, озиқ-овқат саноатида ва ҳоказоларда кенг ишлатилади. Коллоид тегирмонларда моддаларни диаметри атиги 0,01 мк га тенг бўлган заррачаларгача майдалаш мумкин.

Юқорида баён этилган усуллар йирик заррачаларни анча майда заррачаларга айлантиришга асосланган ва, шунинг учун, бу усуллар дисперсион усуллар деб аталди. Аммо юқорида айтилганларнинг акси ҳам бўлиши мумкин, яъни шундай шароит яратиш мумкинки, бу шароитда оддий молекулалар бир-бири билан қўшилиб, анча йирик, аммо ўлчамлари маълум чегарадан ортиб кетмайдиган агрегатлар ҳосил қилади. Бундай усуллар конденсацион усуллар деб аталади; бу усуллар сувдаги эритмаларда бўладиган химиявий реакцияларга асосланган. Кўпгина ҳолларда, реакциялар шароитини тегишлича ўзгартириб, реакция натижасида ҳосил бўладиган эримайдиган моддалар муайян ўлчамли коллоид заррачалар ҳолида ажралиб чиқишига эришиш ва, шундай қилиб, коллоид эритма ҳосил қилиш мумкин. Масалан, олтин хлориднинг эритмасини формалин билан қайтариб, олтиннинг юқорида баён этилган коллоид эритмасини ҳосил қилиш мумкин.

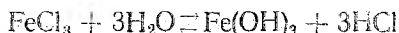
Пробиркага дистилланган сув солиб, унга олтин хлориднинг 1% ли эритмасидан бир неча томчи қўшамиз. Эритмани қайнагунча қиздириб, унга формалиннинг жуда кучсиз эритмасидан 2—3 мл қуямиз. Суяқлик, олтиннинг коллоид заррачалари ажралиб чиққанлиги туфайли, чиройли қирмизи рангга киради:



Албатта, бу ҳолда олтин даставвал айрим атомлар ҳолида ажралиб чиқади, бу атомлар бир-бири билан дарҳол боғланиб, анча йирик агрегатлар ҳосил қилади.

Химиявий реакциялар вақтида коллоид эритмалар ҳосил бўлишига доир яна бир нечта мисол келтирамиз.

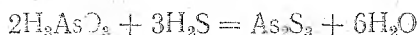
1. Стаканга озроқ миқдорда дистилланган сув солиб, уни қайнагунча қиздирамиз ва унга темир (III)-хлорид  $\text{FeCl}_3$ нинг эритмасидан томизиб борамиз. Гидролиз натижасида темир (III)-хлориднинг каттагина қисми темир (III)-гидроксидга айланади:



Шу билан бир вақтда, озроқ миқдорда гидроксид туз  $\text{FeOCl}$  ҳам ҳосил бўлади.

Темир (III)-гидроксид сувда эрмайдиган модда бўлса ҳам, бу шароитда чўкмага тушмай, балки инҳоятда майда заррачалар ҳолида эритмада қолади.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  нинг тиниқ золи ҳосил бўлади, бу золининг ранги аччиқ чой рангига ўхшайди.

2. Арсенат кислота эритмасига маълум вақт водород сульфид юбориб тураемиз:



Мишьяк (III)- сульфиднинг олтиндай сариқ тиниқ золи ҳосил бўлади.

3. Коллоид эритма қайт қилдирувчи тош (калий-антимонил тартрат  $\text{KSbOCl}_4\text{H}_2\text{O}_6$ ) эритмасига водород сульфид юбориш йўли билан ҳам ҳосил қилиниши мумкин. Бунда сурьма сульфид  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  нинг қизғиш-сариқ золи ҳосил бўлади.

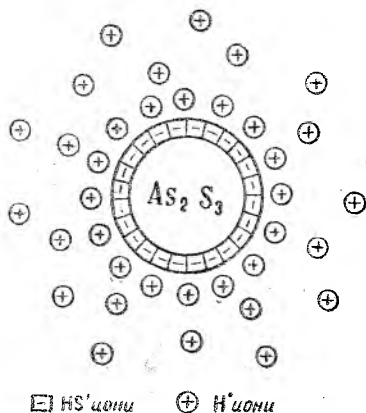
Электр ёён ёрдами билан металлларнинг золиларини ҳосил қилиш усули ҳам конденсацион усуллар қаторига киритилиши керак. Бу ҳодисани ўрганиш металлдан электр учқуни ўтганда бу металл айрим атомлардан иборат бўлган буғга бевосита айланганини кўрсатди; металлнинг коллоид заррачалари эса буғнинг конденсатланиши натижасида ҳосил бўлади.

184. Коллоид эритмаларнинг барқарорлиги. Золиларнинг коллоид заррачалари, худди чин эритмаларнинг молекулалари каби, доимо тартибсиз ҳаракатда бўлади (броун ҳаракати). Бу ҳаракатнинг интенсивлиги, гарчи заррачалар ўлчамининг ортиши билан тез камайса ҳам, аммо коллоид эритмаларда бу ҳаракат етарли даражада тез бўлиб, оғирлик кучини енга олади ва коллоид заррачаларнинг идиш тубига чўкишига йўл қўймайди, анча дағалроқ суспензияларда эса заррачалар идиш тубига чўкиб қолади. Бундан, коллоид заррачалар ана шу ҳаракат натижасида ҳамма вақт бир-бири билан тўқнашиб туриши ва, шундай қилиб, бир-бирига тигиз келиши ва ёпишиб қолиб, йирик агрегатлар ҳосил қилиши керак, деган фикр туғилади, аммо бунда заррачалар муқаррар суратда чўкиб, золь бузилиши лозим эди. Ҳолбуки, коллоид системалар анча барқарор системалар бўлиб, кўпгина ҳолларда бир неча йил давомида сезиларли даражада ўзгармай сақланиб қолади. Уларда заррачаларнинг йирикланишига ва золининг бузилишига йўл қўймайдиган қандайдир кучлар таъсир этса керак. Коллоид заррачаларининг электр зарядлари ана шундай кучлардир.

Агар коллоид эритмага кучланиши етарли даражада юқори бўлган ток манбаининг қутбларига уланган иккита электрод туширилса, коллоид заррачалар секин-аста анодга ёки катодга томон кўча бошлайди. 1809-йилда Москва универси-

тетининг профессори Ф. Ф. Рейсс кашф этган бу ҳодиса э л е к т р о ф о р е з, яъни заррачаларнинг электр таъсири остида кучиши деб аталади. Заррачаларнинг ток таъсири остида кучиб юриши коллоид заррачаларда маълум электр зарядлари борлигидан дарак беради. Металлларнинг гидроксидлари,

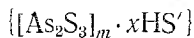
кўпгина органик бўёқлар, гемоглобин ва бошқаларнинг заррачалари мусбат зарядланган; металлларнинг, олтингугурт, гуммиарабик ва сульфидларнинг заррачалари эса манфий зарядланган бўлади.



110- расм.  $As_2S_3$  мицелласининг структураси.

Бундай зарядларнинг келиб чиқишига сабаб коллоид заррачаларнинг эритмадаги ионларни адсорбилашидир, деб изоҳланади. Кўпчилик ҳолларда коллоид заррачалар бирор электролит бор муҳитда ҳосил бўлади ва агар заррачалар асосан бир типдаги ёки нуқул бир типдаги ионларни, яъни ё катионларни, ёки анионларни адсорбилаш қобилиятига эга

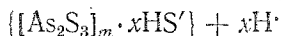
бўлса, шу билан бирга бу ионларнинг зарядини ҳам олади. Масалан, арсенит кислота  $H_3AsO_3$  эритмасига водород сульфид таъсир этганда ҳосил бўладиган коллоид заррачалар эритмадан  $HS'$  ионларни адсорбилаб, манфий зарядланган жуда катта анионларга айланади, бу анионларнинг таркибини қуйидаги шартли формула билан ифодалаш мумкин:



Уз-ўзидан тушунарлики, зарядланган коллоид заррачалар қ а р ш и-и о н л а р деб аталадиган қарама-қарши зарядли ионлар мавжуд бўлгандагина эритмада тура олади. Кўриб чиқадиган мисолда водород ионлари қарши-ионлардир.

Зарядланган коллоид заррачадан ва уни мувозанатлайдиган ионлардан иборат система м и ц е л л а деб аталади. Мицелланинг структураси 110- расмда кўрсатилган.

Мишьяк (III)-сульфиднинг мицелласи қуйидагича тасвирланиши мумкин:



Ток ўтказилганда мицеллаларнинг манфий зарядланган ионлари анодга томон бориб, у ерда сариқ мишьяк (III)-суль-

фид ҳолида аста-секин йиғилиб қолади. Мишьяк (III)-сульфидни сиңчиклаб анализ қилиш натижасида, унда  $As_2S_3$  формула билан ифодаланадиган моддадагига қараганда бир оз ортиқроқ олтингугурт борлиги аниқланди. Шу билан бирга, катодда водород ажралиб чиқиши ҳам маълум бўлди.

Бошқа эритмалардаги коллоид заррачалар ҳам мишьяк (III)-сульфид заррачалари каби зарядланади. Масалан, металл ҳолидаги олтинни сувда чаңлатиш йўли билан ҳосил қилинган олтин эритмаси таркибида коллоид анионлар  $\{[Au]_n \cdot xOH^-\}$  бўлади; бу анионлар сувнинг гидроксил ионларининг адсорбиланиши натижасида ҳосил бўлади; темир (III)-хлоридни гидролиз қилиш йўли билан олинган темир (III)-гидроксиднинг коллоид эритмаси таркибида коллоид катионлар  $\{[Fe(OH)_3]_m \cdot xFe^{3+}\}$  ёки  $\{[Fe(OH)_3]_m \cdot xFe^{2+}\}$  бўлади ва ҳоказо.

Коллоид эритмаларнинг барқарор бўлишига сабаб коллоид заррачаларда ионларни адсорбилаш қобилияти борлигидир. Адсорбиланган ионлар заррачаларга фақат бир хил ишорали электр зарядлар беради, бу зарядлар заррачаларнинг бир-бирига яқинлашишига ва уларнинг бир-бири билан қўшилиб, йирик агрегатлар ҳосил қилишига йўл қўймайди. Бундан ташқари, зарядланган коллоид заррачалар ва қарши-ионлар эритмада кучли даражада сольватланган бўлиши мумкин, бу ҳам коллоид заррачаларнинг бир-бирига тигиз келишига ва ёпишиб қолишига тўсқинлик қилади.

Химиявий реакцияларда коллоид эритмаларнинг ҳосил бўлиш механизмини қуйидагича тасаввур қилиш мумкин.

Эримайдиган модданинг реакция натижасида ҳосил бўладиган молекулалари, масалан,  $Fe(OH)_3$  дарҳол бир-бири билан ёпиша бошлаб, тобора йирик заррачалар ҳосил қилади. Одатда бу йирикланиш жуда тез (амалда бир онда деярли) вужудга келади ва чўкма ҳосил бўлишига олиб боради. Аммо қулай шароит туғилгудай бўлса, заррачалар йирикланишининг маълум босқичида шу эритмадаги ионларни адсорбилай бошлайди, бунинг орқасида ё мусбат, ёки манфий зарядли бўлиб қолади. Заррачада заряднинг ҳосил бўлиши унинг яна ўсишига тўсқинлик қилади ёки, ҳеч бўлмаганда, ўсишини кучли даражада заифлаштиради, натижада заррачалар суюқликда қолиб, коллоид эритма ҳосил қилади.

**185. Коагуляция.** Демак, модомики, коллоид эритмаларнинг барқарор бўлиши коллоид заррачаларда электр заряднинг ва сольват қобиқнинг борлигидан экан, у ҳолда бу зарядларни камайтирадиган ёки йўқотадиган ҳар қандай сабаб коллоид эритмаларнинг барқарорлигини заифлаштириши, заррачаларнинг бир-бирига ёпишиб, анча йирик агрегатлар ҳосил қилишга ёрдам бериши керак. Коллоид заррачаларнинг

бундай йириккланмиш процесси коагуляция ёки, бошқача айтганда, чириб тушиш деб аталади. Бу процесс ҳар қандай коллоид эритмада жуда суст бўлади. Заррачалар маълум бир ўлчамга етгандан кейин, тез чўка бошлайди; бу ҳодиса седиментация деб аталади.

Коагуляцияни тезлатишнинг асосий усули шуки, бунда коллоид эритмага ҳар хил электролитлардан озроқ миқдорда қўшилади. Эритмага электролит қўшилиши натижасида, шу эритмадаги ионларнинг умумий концентрацияси кучли даражада ортади, бунинг натижасида, зарядланган коллоид заррачаларнинг қарама-қарши ишорали ионларни ютиши учун кулай шароит тугилади. Шундай қилиб, заррачанинг дастлабки заряди камайдн ёки тамомила нейтралланади ва золда коагуляция тезлашади.

Масалан, мишьяк (III)-сульфид  $As_2S_3$  нинг тиниқ, оч сариқ суюқликдан иборат коллоид эритмасини олиб, унга хлорид кислота ёки бирор туз эритмасидан қўшамиз: дарҳол коагуляция бўлади ва мишьяк (III)-сульфид сариқ чўкма ҳолида суюқликдан ажралиб чиқади. Бошқа коллоид эритмаларда ҳам худди ана шундай йўл билан коагуляцияни вужудга келтириш мумкин.

Коллоид эритмаларда бўлган заррачаларгина эмас, балки суспензияларнинг анча дағал заррачалари ҳам, ҳамма вақт зарядланган бўлади. Шунинг учун, бундай суспензияларга электролитлар қўшилиши уларнинг тез чўкишига ёрдам беради. Дарёларнинг денгизга келиб қуйиладиган жойларида дельталар ҳосил бўлишининг сабаби шуки, дарё сувида бўладиган гил ва қумнинг муаллақ заррачалари денгиздаги шўр сув билан аралашиб, чўкма ҳосил қилади.

Коагуляция электролитлар ёрдами билангина эмас, балки заррачаларида қарама-қарши заряд бўлган бошқа коллоидлар ёрдами билан ҳам вужудга келтирилиши мумкин. Масалан, мишьяк (III)-сульфид эритмаси билан темир (III)-гидроксид эритмаси бир-бирига қўйилса, гарчи бу моддалар орасида ҳеч қандай химиявий реакция бўлмаса ҳам, дарҳол чўкма ҳосил бўлади: мусбат зарядланган заррачалар билан манфий зарядланган заррачалар бир-бирига қўшилади ва, шундай қилиб, коллоидларда ўзаро коагуляция содир бўлади. Бу ҳодисани ҳар хил рангли сиёҳлар бир-бирига қўйилганда ҳам кўриш мумкин; сиёҳлар, одатда, органик бўёқларнинг коллоид эритмаларидир. Агар бўёқнинг бири мусбат, иккинчиси манфий зарядланган бўлса, бу сиёҳлар бир-бирига қўйилганда паға-паға чўкма ҳосил бўлади, бу чўкма устидаги суюқлик эса қарийб рангсизланади.

Баъзи коллоидлар бошқа коллоидларни коагуляция қили-

ши ичылладиган сувни тозалашда кенг қўлланилади. Дарё сувини водопровод трубаларига юбориш олдидан тозалаш учун ишлатиладиган тиндириш ҳовузлари ва қум ҳамда коксдан қилинган филтрлар ҳар қандай табиий сувда бўладиган коллоид эритма ҳолидаги моддаларни ва нозик суспензия заррачаларини тутиб қола олмайди. Кўпчилик ҳолларда, бу заррачалар манфий зарядланган бўлади. Уларни коагуляция қилиш учун алюминий гидроксид  $Al(OH)_3$  нинг мусбат зарядланган золдан фойдаланилади. Практикада бу усул қуйидагича амалга оширилади: тиндириш ҳовузидаги сувга ҳисоблаб топилган миқдорда алюминий сульфат қўшилади, алюминий сульфатнинг бир қисми сувдаги кальций карбонат ва магний карбонат билан реакцияга киришиб, алюминий карбонатга айланади, алюминий карбонат эса дарҳол батамом гидролизланади; алюминий сульфатнинг бир қисми эса сувда бевосита гидролизланади. Натижада алюминий гидроксиднинг золни ҳосил бўлади, бу золь сувдаги коллоидларни коагуляция қилади ва коллоидлар билан бирга қўшилиб, филтрдан ўта олмайдиган чўкма ҳосил қилади.

Электролитлар таъсир эттириб коагуллаш, гарчи асосий усул бўлса ҳам, аммо у, золларда, коагуляциянинг бирдан-бир усули эмас. Кўпгина золларда, қиздириш натижасида коагуляция содир бўлади. Қиздириш натижасида коллоид заррачаларнинг ҳаракат тезлиги ортади, шу билан бирга, ионларни адсорбилаши камаяди ва, демак, коллоид заррачаларнинг зарядлари миқдори ҳам камаяди, бу эса уларнинг бир-бирига тўқнашишида ёпишиб қолишига ёрдам беради, масалан, мышьяк (III)-сульфиднинг золни қайнагунча қиздирилса, сариқ чўкма  $As_2S_3$  дарҳол тушади. Тухум оқининг қиздириш натижасида қотиб қолиши, сутнинг чириб тушиши ва шу каби ҳодисалар ҳаммага маълум. Ниҳоят, золларни концентрлашнинг барча усуллари (эритувчини буғлатиб юбориш, уни музлатиш ва бошқа усуллар) ҳам коагуляцияга олиб боради.

**186. Лиофил ва лиофоб коллоидлар.** Коллоидларнинг коагулланиши натижасида ҳосил бўладиган чўкмаларнинг тузилиши ниҳоятда хилма-хил бўлиши мумкин. Баъзи коллоидлар кўп миқдор эритувчини тутиб турадиган ивиқ чўкмалар ҳосил қилади, баъзилари кукун ҳолда ёки пага-пага бўлиб чўқади, улар ўзи билан бирга эритувчини илаштириб тушмайди деса бўлади. Ана шунга асосланиб, биринчи тур коллоидларни лиофил коллоидлар деб, иккинчи тур коллоидларни эса **лиофоб коллоидлар** деб атайдилар\*. Масалан, эритувчи сув

\* «Л и о» — эритаман, «филео» — севаман; «фобос» — дўрқинч деган грекча сўздан олинган.

бўлса, сўз гидрофил ва гидрофоб коллоидлар устида боради. Оқсил моддалар, елим, крахмал, силикат кислота ва, умуман, юқори молекуляр бирикмалар гидрофил коллоидларга, коллоид металллар, металлларнинг сульфидлари, турли тузлар ва бошқалар гидрофоб коллоидларга киради. Металлларнинг гидроксидлари гидрофоб коллоид билан гидрофил коллоид синфлари орасида бир қадам ўртача вазиятни эгаллайди.

Лиофил ва лиофоб коллоидлар орасидаги фарқ қуйидагилардан иборат:

1) лиофил коллоидларнинг золлари тоза эритувчига қараганда бирмунча қовушоқ бўлади, лиофоб коллоидлар золларининг қовушоқлиги эса тоза эритувчи қовушоқлигидан қарийб фарқ қилмайди;

2) лиофил коллоидларнинг коагулланиши, одатда (аммо ҳамма вақт эмас), қайтар процессдир. Лиофил коллоиднинг чўкмаси коагуляцияни вужудга келтирган сабаб йўқотилиши билан яна золга айланади. Аксинча, лиофоб коллоиднинг чўкмаси, одатда, эритувчининг янги миқдори билан ишланганда эримади;

3) лиофил коллоидларнинг золлари лиофоб коллоидларнинг золларига қараганда бирмунча барқарор бўлади. Лиофоб коллоидларнинг золларида эса оз миқдордаги электролит иштирокидаёқ коагуляция содир бўлади, лиофил коллоидларни коагуляция қилиш учун анча миқдорда электролит қўшиш керак бўлади. Бу ҳолда коагуляция процесси, одатда, тузланиш деб аталади. Совуннинг сувдаги коллоид эритмасидан унинг туз ёрдами билан сиқиб чиқарилиши бунга мисол бўла олади.

Лиофил коллоидлар золларининг ниҳоятда барқарор бўлиши уларнинг сольватланишига қобил эканлигидан келиб чиқади. Сольватациянинг лиофоб коллоидлар барқарорлигига таъсири унча катта эмас ва, асосан, улар қарши-ионларнинг сольватланишида намоён бўлади. Лиофил коллоидларда эса заррачанинг ҳаммаси сольватланган бўлади, бунинг сабаби, дисперсион муҳит молекулаларнинг электростатик тартибишигина эмас, балки худди бошқа молекуляр эритмалардаги каби, улар билан дисперс фаза орасида бўладиган чуқур ўзаро таъсир бўлса керак. Шундай қилиб, лиофил коллоидларнинг заррачалари тигиз сольват қобиққа ўралган бўлиб, бу қобиқ заррачаларнинг бир-бири билан бирикишига йўл қўймайди. Коагуляцияни вужудга келтириш учун бу сольват қобиқларни бузиш лозим, бу мақсадда лиофил коллоидга кўп миқдорда электролит қўшилади. Электролит ионларининг ўзи сольватланиб, коллоид заррачалардан эритувчининг молекулаларини тартиб олади ва, шундай қилиб, коллоид эритмада коагуляцияни вужудга келтиради. Сольват қобиқни



бошқа усуллар билан ҳам емириш мумкин. Масалан, елим золини коагуллаш учун, унга спирт қўшилади, спирт эса сув молекулаларини боғлайди. Умуман, лиофоб коллоидларни барқарор қиладиган асосий фактор заррачалар заряди бўлиб, лиофил коллоидларни барқарор қиладиган асосий фактор сольватациядир деса бўлади.

Шу нарса ажойибки, лиофоб коллоидларнинг осон коагулланадиган беқарор золларини электролитлар таъсирига жуда чидамли қилиш мумкин, бунинг учун лиофоб коллоидларнинг золларига бирор лиофил коллоиддан, масалан, желатина, гуммиарабик ва шу кабилардан озроқ миқдорда қўшилади. Лиофил коллоидлар суспензияларга ҳам худди ана шундай «химоявий» таъсир этади, суспензияларнинг заррачалари лиофил коллоидлар иштирокида ниҳоятда суст чўкади.

«К о л л о и д х и м о я с и» деб аталадиган бу ҳодисани қуйидаги тажриба билан яққол кўрсатиш мумкин.

Икки пробиркага суюлтирилган хлорид кислота қуйиб, бу пробиркалардаги кислоталарнинг бирига желатина эритмаси қўшамиз. Шундан кейин иккала пробиркага кумуш нитрат эритмасидан қуйиб, уларни яхшилаб чайқатамиз. Пробиркаларнинг биридаги желатина қўшилмаган суюқлик чайқатилгандан кейин, унда ўзига хос, творогсимон паға-паға кумуш хлорид ҳосил бўлади; иккинчи пробиркадаги суюқликнинг ҳаммаси лойқалигича қолади, аммо ҳеч қандай чўкма ажралиб тушмайди. Желатина борлигидан кумуш хлориднинг ниҳоятда майда заррачалари бир-бири билан қўшилмай, эритмада ниҳоятда нафис суспензия ҳолда қолади.

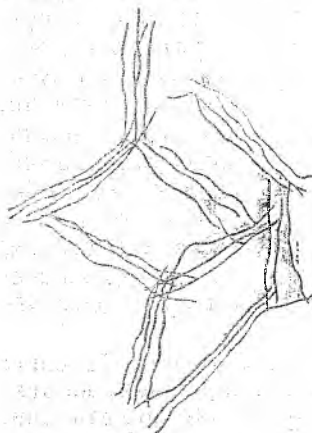
Бром — желатинали фотография пластинкалари тайёрлаш ана шу принципга асосланган, бу пластинкаларнинг желатина қаватида кумуш бромиднинг жуда нозик суспензияси бўлади.

Коллоидларнинг химоя қилиш механизми, афтидан, шундан иборатки, лиофил коллоид лиофоб коллоиднинг заррачаларини ўраб олади ва, шундай қилиб, уларга ионлар киришига ва йирик агрегатлар ҳосил бўлишига йўл қўймайди.

**187. Ивиқлар ҳосил бўлиши.** Кўпгина лиофил коллоидларнинг золлари маълум шароитда шундай коагулланишга қобилки, бу коагуляция натижасида золнинг ҳаммаси анча тигиз массага тамомила айланади, бу масса ивиқ ёки гел деб аталади. Бундай процесс ивиқланиш ёки желатиналаш дейилади. Ҳаммага маълум, желатина бунга яққол мисол бўла олади. Агар илиқ сувда желатинанинг 2—3% ли эритмаси тайёрланиб, ҳосил қилинган золь тинч қўйилса, маълум вақт ўтгандан кейин, бу золь анча тигиз ивиққа айланади. Бу ивиқ қиздирилса, яна золга айланади,

Силикат кислотанинг коллоид эритмалари ана шундай ивиқлар ҳосил қилади, лекин бу ивиқларнинг юқорида айтилган ивиқлардан фарқи шуки, уларнинг коагуляцияси қайтмас процессдир.

Ҳозирги замон тушунчаларига кўра, ивиқлар молекулалари бир-бири билан бирикиб, узун занжирчалар ёки иплар ҳосил қила оладиган юқори молекуляр бирикмалардан ҳосил бўлади. Бу ипларнинг бир-бирига айқаниб кетиши натижасида юзлик фазавий панжара ёки тўр (ивиқ скелети) ҳосил бўлади; бу панжаранинг катаклаи суяқлик билан тўлган бўлади (111-расм). Бу структура ивиққа қаттиқ модда хоссаларини беради. Заррачаларнинг бир-бири билан бирикишдан ҳосил бўлган тўр шу қадар беқарорки, баъзан, унинг структурасини бузиб, золь ҳосил қилиш учун ивиқни силкитининг ўзи кифоя қилади.



111-расм. Ивиқнинг тузилиш схемаси.

Ўз-ўзидан тушунарлики, зольнинг ҳаммасини тамомила ивиққа айлантириш учун коллоиднинг концентрацияси етарли даражада бўлиши керак, чунки бу коллоид мавжуд ҳамма эритувчини боғлаши лозим. Бу жиҳатдан олганда, ивиқ ҳосил қиладиган коллоидлар бир-биридан жуда фарқ қилади. Масалан, желатина концентрацияси 1—1,5% бўлганда, агар-агар концентрацияси 0,25% бўлгандаёқ, бошқа коллоидлар эса концентрацияси анча юқори бўлганда ивиқ ҳосил қилади.

Ивиқланишга температура катта таъсир этади. Масалан, желатинанинг уй температурасида мутлақо қаттиқ бўлган 10% ли ивиғи 40—50°C гача қиздирилса, тез суюлиб, зольга айланади.

Ивиқнинг консистенцияси ундаги эритувчи миқдорига кучли даражада боғлиқ бўлади. Масалан, силикат кислотанинг таркибида 94—97% сув бўлган ивиғи желега ўхшаган бўлиб, силкитилганда дилдирайди; силикат кислотанинг таркибида 90—92% сув бўлган ивиғини пичоқ билан кесиш мумкин, таркибида 75% сув бўлган ивиғи эса синувчан бўлади.

Ивиқлар вақт ўтиш билан жуда ўзгариб кетиши мумкин, буида уларнинг ҳажми қисқаради ва ичидаги суяқлик ажралиб чиқади. Бу ҳодиса синерезис деб аталади, синерезис кундалик турмушдаги кўндан-кўп процессларда кузатилади. Қаттиқнинг зардоб бойлаб қолиши ҳаммага маълум, бу — синерезисга яққол мисол бўла олади.

Баъзи ивиқлар қуриганда уларнинг ҳажми кам ўзгаради, скелети гўё сақланиб қолади, аммо анча қотиб ивиқнинг ҳаммаси мўрт массага айланади, бу массани янчиб порошокка айлантириш қийин эмас. Бундай ивиқларда, одатда, жуда кўп говаклар бўлади, шунинг учун улардан, худди кўмир каби, яхши адсорбент сифатида фойдаланиш мумкин. Масалан, силикат кислотанинг қуритилган ивиғи — силикагель (175-параграфга қаралсин) ана шундай ивиқлар қаторига киради. Баъзи ивиқлар, масалан, желатина, турли оқсиллар, каучуклар ва шу қабиларнинг ивиқлари, аксинча, қуритилганда жуда бужмайиб қолади, лекин шундан кейин, узилмасдан чўзила олади. Бундай ивиқлар эластик ивиқлар деб аталади.

Эластик ивиқларнинг ажойиб хусусияти шундан иборатки, уларда бўкиш қобилияти, яъни суюқликларни шимиб, ҳажмини ошириш ва бунда катта босим ҳосил қилиш қобилияти бор. Баъзан, ивиқ суюқликни маълум бир чегарагача шима олади, бундан кейин эса ивиқ бўкмай қўяди (масалан, ёғоч). Баъзан эса ивиқ (масалан, иссиқ сувга солинган желатина ёки елим) чексиз суратда бўкиб, оқибатда золга айланади.

Коллоид ҳолатдаги моддаларнинг хоссаларини ўрганиш фоят катта амалий аҳамиятга эга. Коллоидлар саноат ва техниканинг ниҳоятда хилма-хил тармоқларида кўп ишлатилади. Масалан, кўн саноати, резина, тўқимачилик, совунгарлик, шиша, фотография, керамика саноатлари, сунъий тола, пластик масса ва бошқалар ишлаб чиқариш саноатининг ана шундай тармоқларидандир. Бу ишлаб чиқаришларнинг кўпларида коллоид химия назариялари технологик процессларини ойдинлаштириш ва анча яхшилашга ёрдам берди.

## МЕТАЛЛАРНИНГ УМУМИЙ ХОССАЛАРИ

Металларни ўрганишга ўтиш олдидан, аввал металларнинг умумий хоссалари ва уларни табиий бирикмаларда ажратиб олиш усуллари устида тўхтаб ўтамиз, шундан кейин эса айрим металларни даврий система группаларида жойлаштириш тартибига қараб кўриб чиқамиз.

**188. Металларнинг физик хоссалари.** Маълумки, металларнинг сиртқи кўриниши жиҳатидан, аввало ўзига хос ялтироқликка эга бўлади, металларнинг ялтирашига сабаб шуки, улар ёрушлик нурини кучли даражада қайтариш хусусиятига эга. Аммо, одатда, металл яхлит зич масса ҳосил қилгандагина ялтирайди. Тўғри, магний билан алюминий ҳатто порошокка айлантирилган ҳолда ҳам ўз ялтироқлигини сақлаб қолади, аммо металларнинг кўпчилиги кукунга айлантирилган ҳолда қора ёки тўқ кул ранг тусда бўлади. Яна, типик металлар иссиқликни ва электрни яхши ўтказишга эришадиган; металлар иссиқ ўтказувчанлик хусусияти жиҳатидан ҳам, электр ўтказувчанлик хусусияти жиҳатидан ҳам бир хил тартибда жойлашади: энг яхши ўтказувчилар кумуш билан мис бўлиб, энг ёмон ўтказувчилар қўرғош билан симобдир. Температуранинг кўтарилиши билан металларнинг электр ўтказувчанлиги пасаяди ва аксинча, температуранинг пасайиши билан металларнинг электр ўтказувчанлиги кучаяди.

Металларнинг жуда муҳим хоссалари шундан иборатки улар механик усулда ишланганда осон деформацияланади (шаклини ўзгартиради). Металлар пластик бўлади, яхши болғаланади, сим бўлиб чўзилади, яссиланади ва ҳоказо.

Металларнинг ўзига хос физик хусусиятлари уларнинг ички тузилиши хусусиятларидан келиб чиқади. Ҳозирги замон назариясига кўра, металларнинг кристаллари мусбат зарядланган ионлардан ва тегишли атомлардан ажралиб чиққан эркин электронлардан иборат. Бутун кристаллни фазовий панжара деб тасаввур қилиш мумкин, бу панжара тугунла-

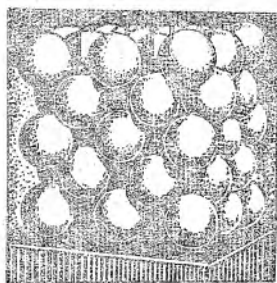
рида ионлар, ионлар оралигида эса тез ҳаракатчан электронлар бўлади. Бу электронлар бир атомдан бошқа атомларга доимо ўтиб туради ва гоҳ бир атом ядроси атрофида, гоҳ иккинчи атом ядроси атрофида айланиб туради. Электронлар муайян ионлар билан боғланмаганлиги учун, кичикроқ потенциаллар айирмаси таъсири остидаёқ улар маълум бир йўналишда кўча бошлайди ва, натижада, электр токи ҳосил бўлади. Шундай қилиб, металларнинг электрни яхши ўтказишига сабаб, уларда эркин электронлар («электронлар гази») борлигидир. Агар панжара тугунларидаги ионлар ҳам мутлақо ҳаракатсиз бўлмай, балки сал-пал тебраниб туриши назарга олинса, металлар қиздирилганда улар электр ўтказувчанлигининг камайиш сабабини тушуниш қийин эмас. Температуранинг кўтарилиши билан ионларнинг тебранма ҳаракати кучаяди, натижада электронларнинг бу ионлар орасида кўчиб юриши, табиий қийинлашади.

Металлар иссиқлик ўтказувчанлигининг юқори бўлишига сабаб ҳам уларда эркин электронлар борлигидир. Электронлар доимо ҳаракатда бўлиб, ҳамма вақт ионлар билан тўқнашади ва улар ўртасида энергия алмашинуви бўлади. Шунинг учун, металлниг бирор жойи қиздирилганда ўша жойида ионлар тебранишининг кучайиши дарҳол ёнидаги ионларга, улардан эса ундан кейинги ионларга ва ҳақазо ўтиб, металлниг иссиқлик ҳолати тез орада бараварлашади; металлниг ҳамма массаси бир хил температурани бўлиб қолади.

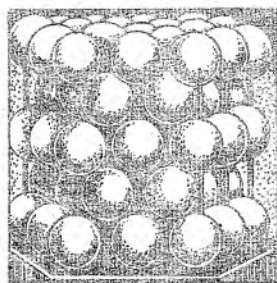
Металларнинг мусбат ионлардан ва эркин электронлардан тузилганлиги тўғрисида юқорида баён этилган тасаввур металлларда учрайдиган кристаллик панжараларнинг типига ҳам монанд келади. Тузларнинг аксича, металларда бутун панжара бир хил мусбат ионлардан тузилган; тузларда эса панжаралар тугунларининг бирида анион, иккинчисида катион туради. Электронларнинг ўлчамлари ниҳоятда кичик бўлганлигидан улар жуда кичик жой олганлиги учун, одатда, металлниг ионлари маълум диаметри шарларни энг тигиз қилиб жойлаш усулларидан бири билан жойлашади. Шарларни ҳаммаси бўлиб, икки усулда энг тигиз жойлаш мумкин. Бу усулларнинг бири билан жойлаштирилган шарлар кубларнинг учларини ва шу кублар томонларининг марказларини эгаллайди. Шарларни жойлаштиришнинг бу усули 112-расмда кўрсатилган бўлиб, у, томонлари марказлашган кубик панжарага мувофиқ келади. Кумуш, олтин, родий, платина, никель, алюминий, қўрғошин ва темирнинг кристаллари худди ана шундай панжарага эга. Шарларни энг тигиз қилиб жойлаш усулларининг иккинчиси

(призма шаклида) 113-расмда кўрсатилган. Бериллий, магний, рух, кадмий, осмий, титан ва бошқа металлларнинг кристалларида ионлар ана шундай жойлашган.

Шарларнинг жойлашнинг иккала усулида ҳам тигизлик бир хилда бўлади, яъни маълум сондаги шарлар бир хил ҳажмига эгаллайди. Ҳар бир шар ўн иккита шар билан ўралган; демак, бундай панжараларнинг координацион сони ўн иккига тенг.



112-расм. Тигиз жойланган шарлардан тузилган куб.



113-расм. Тигиз жойланган шарлардан тузилган призма.

Металлларнинг пластиклиги ҳам уларнинг ички тузилишига бевосита боғлиқ бўлади, металлларнинг ички тузилиши баъзи қаватлардаги ионларнинг бошқа қаватлардаги ионларга nisbatan сиртқи таъсир остида (айниқса, биринчи икки тип панжара бўлганда) осон сирпанишига имкон беради. Худди металллар каби, томонлари марказлашган кубик панжараларга эга бўлган баъзи қотишмалар ҳам жуда пластик бўлади (латунь, бронза). Бир металлга бошқа металл қўшиш натижасида металл структурасининг бир хиллиги бузилиши билан ҳосил бўладиган қотишмалар, аксинча, ниҳоятда қаттиқ ва мўрт бўлади.

Металлар механик равишда ишланганда, ион қаватларининг кўп марта силжиши натижасида, ионларнинг жойлавиши тартиби бузилади, металл гўё аморф бўлиб қолади ва унинг пластиклиги камайиб, қаттиқлиги ортади. Аммо ишланган металлнинг (масалан, чўзилган темир симнинг) пластиклигини «юмшатиш» йўли билан, яъни шу металл кристалик ҳолга келгунча қиздириш йўли билан тиклаш мумкин.

Металлар солиштирма оғирликларига қараб, шартли равишда иккита катта гуруппага бўлинади: енгил металллар; уларнинг солиштирма оғирлиги 5 дан ортмайди; оғир металллар; қолган ҳамма металллар оғир металллар қато-

26- жадвал

Баъзи металларнинг зичлиги ва суюқланиш температуралари

Металлнинг номи	Атом оғирлиги	Зи лиги, $g/cm^3$ ҳисобида	Суюқланиш температураси, °C Ҳисобида
<b>Енгил металлар</b>			
Литий . . . . .	6,939	0,534	180
Калий . . . . .	39,102	0,86	63,6
Натрий . . . . .	22,9898	0,97	97,8
Кальций . . . . .	40,08	1,55	850
Магний . . . . .	24,312	1,74	651
Цезий . . . . .	132,905	1,90	28,5
Алюминий . . . . .	26,985	2,702	660,1
Барий . . . . .	137,34	3,5	717
<b>Оғир металлар</b>			
Хром . . . . .	51,996	7,16	1875
Рух . . . . .	65,37	7,14	419
Қалай . . . . .	118,69	7,28	231,0
Марганец . . . . .	54,9381	7,2	1244
Темир . . . . .	55,847	7,86	1539
Кадмий . . . . .	112,40	8,65	321
Никель . . . . .	58,71	8,90	1453
Мис . . . . .	63,54	8,92	1083
Висмут . . . . .	208,980	9,80	271,3
Кумуш . . . . .	107,880	10,5	960,8
Қўрғошн . . . . .	207,14	11,344	327,3
Симоб . . . . .	200,59	13,546	-38,87
Вольфрам . . . . .	183,85	19,3	3380
Олтин . . . . .	196,967	19,3	1063
Платина . . . . .	195,09	21,45	1769
Осний . . . . .	190,2	22,5	2700

рига киради. Баъзи металларнинг солиштирма оғирликлари, шунингдек, суюқланиш температуралари 26- жадвалда кўрсатилган. Бу жадвалда келтирилган маълумотлар, симобдан бошқа барча металларнинг одатдаги температурада қаттиқ моддалар эканлигини кўрсатади. Енгил металлар, умуман, энг осон суюқланувчи металлардир. Оғир металлар орасида, аксинча, қийин суюқланадиганлари жуда кўп. Симобдан кейин энг паст температурада суюқланадиган металл цезий бўлиб (унинг суюқланиш температураси 28,5°C га тенг), энг юқори температурада суюқланадиган металл вольфрамдир (унинг суюқланиш температураси 3380°C).

Металларнинг қайнаш температураси, кўпинча жуда юқори бўлади. Масалан, мис 2877°C да, темир 2770°C да, платина 3710°C да қайнайди. Металларнинг буғи бир атомлидир.

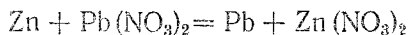
Қаттиқ ёки суяқ ҳолатда турган металлнинг заррачалари ўзаро химиявий боғнинг махсус тури металллик боғ билан боғланган. Юқорида баён қилинганлардан, у билан бирга, нейтрал атомлар орасида одатдаги ковалент боғ, ион ва озод электронлар орасида эса кулон тортишиш кучи мавжуд эканлиги маълум. Шундай қилиб, металллик боғ алоҳида заррачалар орасидаги эмас, балки заррачалар тўплами орасидаги боғдир.

**189. Металлларнинг химиявий хоссалари.** Металлларнинг асосий химиявий хоссалари шуки, уларнинг атомлари ўзининг валент электронларини осон бериб, мусбат зарядланган ионга айланиш хусусиятига эга. Типик металллар ҳеч қачон электронлар бириктириб олмайди; уларнинг ионлари ҳамма вақт фақат мусбат зарядланган бўлади. Шунинг учун, металллар «электромусбат» элементлар деб аталади, металллар «электроманфий» элементлардан — металлоидлардан ана шу билан фарқ қилади, электронлар бириктириб олиш хусусияти кўпроқ металлоидларга хосдир.

*Типик металллар* химиявий реакцияларда ўзларининг валент электронларини осон берганликлари учун, *улар актив қайтарувчилардир.*

Айрим металлларнинг электронлар бериш қобилияти ҳар хил бўлади. Металл ўз электронларини қанчалик осон берса, у шунчалик актив бўлади ва бошқа моддалар билан ўзаро шунчалик шиддатли таъсир этади.

Металлларнинг активлигини бир-бирига таққослаб ўрганиш учун, ҳар хил реакциялардан фойдаланиш мумкин. Бу мақсадда, металлларнинг тузларидан шу металлларни бошқа металллар сиқиб чиқариш реакциясидан фойдаланиш айниқса қулайдир. Масалан, қўرғошиннинг бирор тузи эритмасига бир бўлак рух ташлаймиз. Рух эрий бошлайди, эритмадан эса қўрғошин ажралиб чиқади. Бу реакцияни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



бу тенглама ионли кўринишда қуйидагича ёзилади:



Бу реакциянинг типик оксидланиш-қайтарилиш реакцияси эканлиги юқоридаги тенгламадан кўриниб турибди. Бу реакциянинг моҳияти шундан иборатки, рух атомлари ўз валент электронларини икки валентли қўрғошин ионларига беради, натижада рух атомлари рух ионларига айланади, қўрғошин ионлари эса зарядсизланиб, қўрғошин метали ҳолида ажралиб чиқади. Агар аксинча иш кўрилса, яъни рухли туз эрит-



масига бир бўлак қўрғошин ташланса, ҳеч қандай реакция бўлмайди. Бу ҳол рухнинг қўрғошинга қараганда анча актив эканлигини, рух атомлари электронларни қўрғошин атомларига қараганда осон беришини, рух ионлари эса электронларни қўрғошин атомлари ва ионларига қараганда қийинроқ бириктириб олишини кўрсатади.

Қўрғошин ва миснинг активлигини худди шу усул билан бир-бирига таққослаб кўриб, қўрғошиннинг мисга қараганда анча актив эканлигини билиш қийин эмас, чунки қўрғошин мис тузларидан мисни осон сиқиб чиқаради, мис эса қўрғошинни сиқиб чиқара олмайди:



Демак, бир-бирига солиштириб кўриляётган учта металлдан — рух, қўрғошин ва мисдан энг активи ўз электронларини бошқаларига қараганда энг осон берадиган рухдир, ундан пассивроғи қўрғошин, ундан ҳам пассиви мисдир.

Металларни уларнинг бирикмаларидан бошқа металллар сиқиб чиқаришини даставвал Бекетов\* мукаммал ўрганган эди, Бекетов металлларни ўзларининг химиявий активлигининг пасайиб бориш тартибида «сиқиб чиқариш қатори» деб аталган қаторга жойлаштирди. Ҳозирги вақтда Бекетовнинг сиқиб чиқариш қатори кучланишлар қатори деб аталади, чунки қатордаги ҳар қайси металлнинг ўрни электр кучланишининг катта-кичиклигига қараб, яъни айни металл шу металлнинг тузи эритмасига солинганда вужудга келадиган потенциаллар айирмасига қараб жойлашади.

Энг муҳим металлларнинг кучланишлар қатори қуйидаги кўринишда бўлади:

Нейтрал атомлар химиявий активлигининг камайиши

K, Na, Ca, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, H<sub>2</sub>, Cu, Hg, Ag, Au

Ионларнинг электронлар бириктириб олиш хусусиятининг камайиши

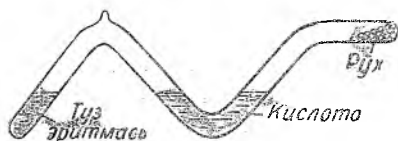
Бу қаторга водород ҳам қўйилган, чунки у баъзи металлларни уларнинг тузларидан сиқиб чиқара олади ва, ўз навба-

\* Николай Николаевич Бекетов (1826—1911) — йирик рус олими — физик-химик. Бекетовнинг энг машҳур асари 1865 йилда босилиб чиққан: «Баъзи элементларнинг бошқа элементларни сиқиб чиқариш ҳодисаларига оид тадқиқотлар» деган асаридир. Бекетов ўз тадқиқотларига асосланиб, барча металлларни бир қаторга терди, бу қатор кейинчалик бориб, кучланишлар қатори деб аталди. У алюминийнинг юқори температурада металлларнинг оксидларидан шу металлларни сиқиб чиқариш хоссасини кашф этди. Бу кашфиёт, кейинчалик бориб, металлургияда кенг қўламда қўлланиладиган алюминотермияга (194-параграфга қаранг) асос бўлди.

тида, металллар кислоталар эритмасидан водородни сиқиб чиқаради.

Металлларнинг «сиқиб чиқариш қатори»да водороднинг ўрнини аниқлаш учун Бекетов қуйидаги тажрибаларни қилиб кўрди.

Эгилган шиша найнинг тирсақларига (114-расм) металл тузининг эритмаси, кислота ва рух айрим-айрим қилиб солинади. Найнинг оғзи кавшарлаб қўйилди, шундан кейин, рух кислотга тушадиган қилиб ва ажралиб чиқаётган водород босим остида туз эритмасига таъсир этадиган қилиб, най қиялатилди. Найнинг туз эритмаси бор тирсағида бўлаётган ҳодисаларни кузатиб, водород металлни сиқиб чиқараётган ёки сиқиб чиқармаётганлигини билиш мумкин бўлади. Бекетов худди ана шундай тажрибаларга асосланиб, «сиқиб чиқариш қатори»да водород кўрғошиндан кейинги ўринда туради ва ўзидан кейинги металлларни: мис, симоб, кумуш, олтин ва платинани уларнинг тузлари эритмасидан сиқиб чиқара олади (қайтара олади) деган хулосага келди.



114-расм. Босим остида водороднинг металлларни сиқиб чиқариш тажрибалари учун ишлатиладиган най.

риш қатори»да водород кўрғошиндан кейинги ўринда туради ва ўзидан кейинги металлларни: мис, симоб, кумуш, олтин ва платинани уларнинг тузлари эритмасидан сиқиб чиқара олади (қайтара олади) деган хулосага келди.

Бекетов металлларнинг водородни сиқиб чиқариш реакцияси қайтар реакция эканлигига ва ҳар қайси металл учун, реакциянинг йўналишини тескари томонга ўзгартирадиган, яъни водород металлни ўша металлнинг тузи эритмасидан сиқиб чиқариши бошланадиган босим мавжуд бўлиши кераклигига ишонган эди.

Бекетовнинг фикрлари кейинроқ бориб тўла тасдиқланди.

Масалан, рухнинг водородни сиқиб чиқариш реакциясини кўриб ўтайлик:



Бу реакциянинг мувозанат константаси қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$k = \frac{[\text{Zn}^{2+}] \cdot \text{PH}_2}{[\text{H}^+]^2}$$

бу ерда водород концентрацияси ўрнига унинг атмосфераларда ифодаланган босими  $\text{PH}_2$  олинган. Ҳисоблаш натижасида, одатдаги температурада  $K = 36 \cdot 10^{22}$  эканлиги аниқланди. Демак, тескари реакцияни пайқаб бўладиган даражага келтириш, яъни водород рухни сиқиб чиқарадиган қилиш учун, водороднинг ҳозирги замон техникасида ҳосил қилиб бўлмайдиган даражадаги катта босими талаб этилади. Одатдаги

босимда эса реакциянинг мувозанати амалда тамомила ўнг томонга силжиган. Аммо



реакция учун мувозанат константаси

$$k = \frac{[\text{Sn}^{2+}] \cdot p\text{H}_2}{[\text{H}^+]^2} = 4 \cdot 10^4$$

бўлади.

Бу—масалан, концентрациялар:  $[\text{Sn}^{2+}] = 1$  г-ион/л,  $[\text{H}^+] = 0,01$  г-ион/л ва водород босими  $p\text{H}_2 = 4$  атм бўлганда эришилади, деган сўзлар. Демак, унча катта бўлмаган босимдаги водород қалай тузи эритмасидан қалайни сиқиб чиқариши мумкин.

Кучланишлар қатори эритмалардаги реакцияларда айрим металларнинг химиявий хусусиятлари тўғрисида кўпгина умумий кўрсатмалар беради:

1. Бу қатордаги ҳар қайси металл, шунингдек, босим остида бўлган водород ҳам, ўзларидан кейинги металларни уларнинг тузлари эритмасидан сиқиб чиқаради (қайтаради). Шу билан бирга, айни металлнинг ўзи шу металлдан олдин турган металлар томонидан сиқиб чиқарилиши (қайтарилиши) мумкин.

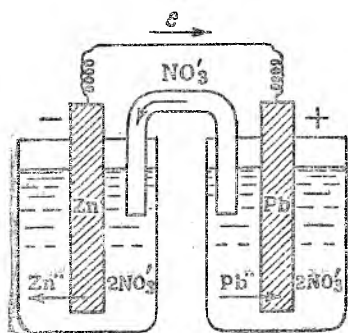
2. Кучланишлар қаторида водороддан олдин турган металларгина водородни суюлтирилган кислоталардан («водород тузларидан») сиқиб чиқара олади. Водороднинг ўнг томонида турган металлар кислоталардан водородни сиқиб чиқара олмайди.

3. Металл кучланишлар қаторида қанчалик чапроқда турса, у шунчалик актив бўлади, бошқа металларнинг ионларига нисбатан, унинг қайтариш хоссаси шунчалик зўр бўлади, унинг ўзи ионга шунчалик осон айланади ва унинг ионлари шунчалик қийин қайтарилади.

**190. Гальваник элементлар.** Гальваник элементларнинг, яъни химиявий энергияни электр энергиясига айлантириш учун хизмат қиладиган асбоблардан кўпчилигининг ишлаши металларнинг бошқа металларни уларнинг тузларидан сиқиб чиқариш реакциясига асосланади. Бу асбобларни электр токи ҳосил қилиш манбаи сифатида ишлатишдан ташқари, ҳар хил гальваник элементларнинг электр юритувчи кучларни ўлчаш натижасида, металларнинг активлигини миқдор жиҳатидан характерлаш ва, демак, уларнинг кучланишлар қаторида жойланиш тартибини аниқлаш имкониятига ҳам эга бўламиз. Металларнинг кучланишлар қаторида жойланиш тартибини тушунмоқ учун, гальваник элементнинг тузилиши ва ишлаши билан танишиб чиқишимиз лозим.

Бир металлнинг тузи эритмасига бошқа бир металл туширилса, масалан,  $Pb(NO_3)_2$  эритмасига рух пластинкаси туширилса, металл билан туз эритмаси орасида бевосита контакт бўлганлигидан, электронлар рух атомларидан қўрғошин ионларига ўтади. Реакция натижасида чиқадиган химиявий энергия иссиқлик энергиясига айланади. Аммо қўрғошин тузи билан рухни бир бирдан мутлақо ажратиб қўйиб ҳам, уларни бир-бирига таъсир эттириш мумкин, бунинг учун электронларнинг рухдан қўрғошин ионларига ўтишини таъминлаш лозим, бу эса шу реакция учун зарур бўлган бирдан-бир шартдир.

Иккита стакан олиб, улардан бирига  $Zn(NO_3)_2$  эритмасини, иккинчисига  $Pb(NO_3)_2$  эритмасини қуямиз. Биринчи ста-



115- расм. Рух билан қўрғошин тузи орасида бўладиган реакцияни маълум ораликда вужудга келтириш учун асбоб.

кандаги эритмага рух пластинкасини, иккинчи стакандаги эритмага қўрғошин пластинкасини тушираемиз. (Қўрғошин пластинкаси фақат ўтказгич ролини ўйнайди ва шунинг учун, қўрғошин пластинкаси ўрнига кўмир таёқча олиш ҳам мумкин.) Иккала стакандаги эритмаларни бирор электролит, масалан  $KNO_3$  билан тўлдириб, тўнқарилган U симон най воситасида бир-бирига қўшамиз (115- расм). Агар бу пластинкаларни металл сим билан бир-бирига уласак, дарҳол ток ҳосил бўлади, бу токнинг йўналиши электронлар-

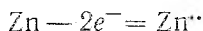
нинг рухдан қўрғошин тузи эритмасига томон бораётганлигини кўрсатади. Шу билан бир вақтда, рух эрий бошлайди, қўрғошин пластинкага эса, ажралиб чиқадиган қўрғошин ўтириб қолади.

U симон найнинг хизмати шундан иборатки, у, туз ионларининг бир эритмадан иккинчи эритмага бемалол ўтишига имкон беради, акс ҳолда, рух тузининг эритмаси унга рух пластинкадан рух ионлари ўтиши натижасида, мусбат зарядланиб қолар, қўрғошин тузи эритмаси эса қўрғошин ионлари эритмадан қўрғошин пластинкага ўтганлиги сабабли, манфий зарядланиб қолар эди. Бу икки заряд электронларнинг рухдан қўрғошин тузига ўтишига халақит берган ва реакция тўхтаб қолган бўлар эди. Лекин реакция бораётганда манфий ионлар рухга томон, мусбат ионлар эса қўрғошинга томон

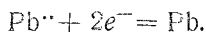
ҳаракат қилади ва шу билан эритмалардаги электр зарядларининг мувозанати сақланиб туради.

Шундай қилиб, ҳосил қилинган шаронтда, илгари қўрғошин тузи эритмасига тўғридан-тўғри рух тушириш натижасида бўлган реакциянинг ўзи энди маълум оралиқда вужудга келади. Бутун фарқ шундан иборатки, биринчи ҳолда қўрғошин ионлари рух юзасига текканда электронлар рух атомларидан Pb ионларига ўтган эди, шунинг учун бу ионларнинг ҳаракати тартибсиз ҳаракат бўлиб, реакция натижасида ажралиб чиққан энергия иссиқлик энергиясига айланган эди. Энди эса, рухни қўрғошин тузи эритмасидан ажратиб қўйиб, электронларни қўрғошин ионларига бориб етиши учун симда маълум бир йўлни ўтишга мажбур этамиз ва электронларнинг тартибсиз ҳаракати ўрнига, электронларнинг электр токи деб аталадиган кучли оқимига эга бўламиз.

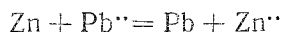
Биз тасвирлаган асбоб гальваник элементнинг худди ўзи бўлиб, бу асбобда оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг химиявий энергияси электр энергиясига айланади. Бу асбобнинг манфий электроди рух бўлиб, мусбат электроди қўрғошиндир. Манфий электродда рух оксидланади:



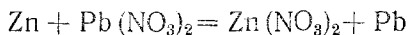
мусбат электродда эса қўрғошин ионлари қайтарилади:



Бу иккала тенгламани бир-бирига қўшиб, элементда бўладиган реакциянинг умумий тенгламасини ҳосил қиламиз:



ёки бу тенглама молекуляр шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



Бошқа гальваник элементлар ҳам юқорида баён этилгандек тузилади. Бу элементларда манфий электрод сифатида ҳамма вақт актив металл ишлатилиб, бу металл ўз электронларини унча актив бўлмаган металл ионларига беради ва уларни нейтрал атомларга айлантиради. Элементнинг ишлаш процессида, манфий электрод моддаси ион ҳолида эритмага ўтиши натижасида бу электрод секин-аста емирилиб боради.

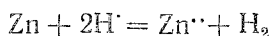
116-расмда физика курсидан яхши маълум бўлган мис-рух элементи кўрсатилган, бу элемент мис ва рух пластинкаларидан иборат бўлиб, мис пластинка мис сульфат эритмасига ва рух пластинка рух сульфат эритмасига туширилган. Рух сульфат эритмаси ғовак сопол цилиндрга қуйилган бў-

либ, бу цилиндр мис (II)-сульфат эритмаси солинган шиша банкага туширилган. Ғовак тўсиқ бу эритмаларни бир-бирига аралашиб кетишдан сақлайди, шу билан бирга, элемент ток берганда, ионларнинг бир эритмадан иккинчи эритмага ўтиши учун имконият туғдиради.

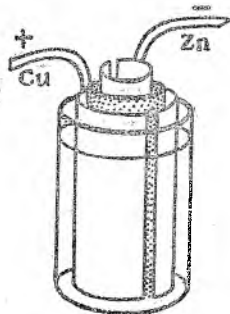
Элемент ишлаганда қуйидаги реакция бўлади:



Баъзан, гальваник элементларда кислотадаги водородни рух сиқиб чиқариш реакциясидан фойдаланилади:



Италия физиги Вольта ихтиро этган дастлабки гальваник элемент сульфат кислота эритмасига туширилган рух ва мис пластинкаларидан иборат эди. Бундай элемент пластинкалари бир-бирига сим билан уланганда электронлар рухдан мисга томон кўчади, мисдан эса эритмадаги водород ионларига ўтиб, пластинкаларни зарядсизлантиради. Шунинг учун водород рух пластинкасида эмас, балки мис пластинкасида ажралиб чиқади.



116- расм. Мис-рух элементи.

191. Гальваник элементларда ток ҳосил бўлиш механизми. Металларнинг электрод потенциаллари. Гальваник элементларда ток ҳосил бўлишини изоҳлаб берувчи бир нечта назария бор. Улардан энг оддийсини Нернст\* майдонга ташлаган эди. Бу назарияга биноан, гальваник элементда ток қуйидагича ҳосил бўлади. Агар ҳар қандай металл сувга туширилса, унинг ионлари сувнинг поляр молекулалари томонидан вужудга келтириладиган тортиш кучи таъсири остида эритмага ўта бошлайди. Бунинг натижасида, электронлари ортиқча бўлиб қолган металл манфий зарядланади, эритма эса мусбат зарядланади. Аммо металл эритмага юборадиган ионлар сони, тажрибанинг кўрсатишича, жуда оз бўлади. Металлда ҳосил бўладиган манфий заряд металлдан кетган ионларни қайтариб торта бошлайдики, натижада, тез орада мувозанат ҳолати қарор топади, бу мувозанат ҳолатида,

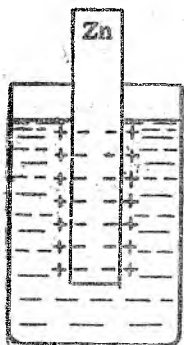
\* Вальтер Герман Нернст (1864—1941) — немис физиги ва физик-химиги. Нобель мукофоти лауреати. Электрохимия ва физик химияга оид кўпгина асарларнинг автори — 1888 йилда металлларнинг электролитик эриши ва электрод потенциаллар назариясини эълон қилди, бу назарияни кейин бориб И. В. Писаржевский ривожлантирди.

вақт бирлиги ичида металлдан қанча ион чиқиб кетса, унга шунча ион қайтиб келади:

Металл  $\rightleftharpoons$  металл ионлари + электронлар

металл  
кристаллида

Эритмага ўтган ионлар шу эритманинг бутун массасига бир текисда тарқалмай, балки, манфий зарядланган металл тортилиши натижасида, шу металл сиртига яқин ерда жойлашади ва қўш электр қават деб аталадиган қават ҳосил қилади (117-расм). Натижада, металл билан эритма орасида маълум бир потенциаллар айирмаси қарор топади.



117-расм. Қўш электр қават.

Ичига металл туширилган сувга шу металл тузидан озроқ қўшдик, деб фараз қилайлик. Эритмада металл ионлари концентрациясининг ортиши натижасида, шу ионлар билан металллар орасидаги мувозанат бузилади ва ионларнинг бир қисми металлга қайтиб ўтади. Демак, металл ўзининг тузи эритмасига тоза сувга юборганидан кўра камроқ ион ва, шу билан бирга, эритмадаги ионлар концентрацияси қанча катта бўлса, шунча кам ион юбориши керак. Тузнинг концентрацияси анчагина катта бўлса, ионлар металлдан эритмага тамомила

ўтмай қўйиши ҳам мумкин, бунда металл ҳам, эритма ҳам зарядланмаган бўлади.

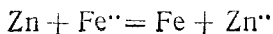
Ниҳоят, агар эритмада металл ионларининг концентрацияси анча катта, металлнинг активлиги эса анча кичик бўлса, металл эритмага ионлар юбориш у ёқда турсин, аксинча, ионларнинг бир қисми эритмадан металлга ўтади. Бунда ҳам металл билан эритма орасида потенциаллар айирмаси ҳосил бўлади, аммо бунда, тузнинг манфий ионлари ортиқча бўлганлиги учун эритма манфий, металл эса мусбат зарядланади. Амалда қуйидагича бўлади: баъзи металллар (активроқ металллар) ўз тузларининг эритмаларида манфий, баъзи металллар (унча актив бўлмаган металллар) эса мусбат зарядланади.

Шуни таъкидлаб ўтмоқ лозимки, металл ўзининг тузи эритмасига тушириладиган ҳамма ҳолларда ҳам эритмага ўтадиган ёки эритмадан ажралиб чиқадиган ионлар сони химиявий йўл билан билиб бўлмайдиган даражада оз бўлади. Аммо уларнинг заряди, ўлчаш мумкин бўлган потенциаллар айирмасини вужудга келтирадиган даражада катта бўлади.

Юқорида баён этилган назария гальваник элементларнинг ишлаш механизмини жуда содда қилиб изоҳлаб беради. Масалан, мис-рух элементини кўриб чиқамиз (584-бетдаги 116-расм). Бу элементда  $ZnSO_4$  эритмасига туширилган рух пластинкасида маълум миқдорда манфий заряд,  $CuSO_4$  эритмасига туширилган мисда эса мусбат заряд ҳосил бўлади. Агар металллар бир-бирига ўтказгич ёрдами билан уланмаган бўлса, кўрсатилган зарядларнинг пайдо бўлиши, биз юқорида кўриб ўтгандек, рух ионларининг бундан кейин эритмага ўтишини ҳам, эритмадан мис ионларининг ажралиб чиқишини ҳам дарҳол тўхтатиб қўйиши керак. Аммо иккала пластинка бир-бирига сим билан уланса, рухда тўпланадиган электронлар, ҳамма вақт электронлари етишмайдиган мис пластинкасига ўтиб туради. Шундай қилиб, рух янгидан-янги  $Zn^{2+}$  ионларини эритмага юбориб туриш имкониятига эга бўлади, мис пластинкасида эса мис ионлари зарядсизланади ва металл ҳолидаги мис ажралиб чиқади. Бу процесс рухнинг ҳаммаси эриб бўлгунча ёки мис тузининг ҳаммаси сарф бўлгунча давом этади.

Гальваник элементнинг ишлаш процесси натижасида ўз ионларини эритмага бериб, ўзи емириладиган электрод анод деб аталади; мусбат ионлар бориб зарядсизланадиган электрод эса катод деб аталади.

Гальваник элемент ўз тузлари эритмасига туширилган ҳар қандай икки металлдан тузилиши мумкин. Бунда бир металлнинг манфий, иккинчи металлнинг эса мусбат зарядлини мутлақо шарт эмас. Зарядланган бир жисмдан иккинчи жисмга электронлар ўтиши учун зарур бўлган бирдан-бир шарт шу жисмлар орасида потенциаллар айирмаси мавжуд бўлишидир. Аммо биз ҳар қандай икки металлни олганимизда ҳам потенциаллар айирмаси вужудга келиши керак, чунки электронлар ажратиб чиқариш ва ионларга айланиш қобилияти барча металлларда ҳар хил бўлади. Масалан, ўз тузларининг нормал эритмасига туширилган рух билан темирдан гальваник элемент тузилса, гарчи иккала металл ҳам эритмаларда манфий зарядланса-да, рухнинг манфий потенциали (унинг электронлари кучланиши) темирнинг манфий потенциалдан кўп бўлади. Шунинг учун, металллар ўтказгич ёрдами билан бир-бирига уланганда, электронлар рухдан темирга томон ўта бошлайди; рух эрийди, темир эса эритмадан ажралиб чиқади. Элементда содир бўладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:





Металл билан шу металл тузи эритмаси орасида ҳосил бўладиган потенциаллар айирмаси металлнинг электрод потенциалли деб аталади ва шу металлнинг электронлар бериш қобилиятининг ёки, бошқача қилиб айтганда, эритмалардаги реакцияларда бу металл химиявий активлигининг ўлчови бўла олади. Шунинг учун, барча металлларнинг потенциалларини улар ионлари концентрацияси бир хил бўлганда ўлчаб кўриб, металлнинг активлигини миқдор жиҳатидан харақтерлашимиз мумкин.

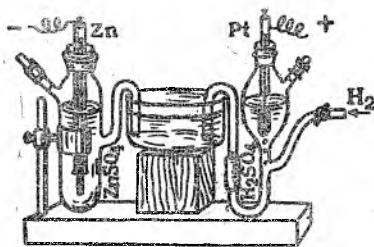
Афсуски, бу миқдорларни тўғридан-тўғри ўлчаш ниҳоятда қийин бўлиб, аниқ натижалар бермайди. Бу ҳол, масалан, эритмага металл ўтказгич туширмай туриб, шу эритмага вольтметр улаш мумкин эмаслигининг ўзиданоқ равшан тушунилиб туради. Аммо эритмага металл ўтказгич туширилганда потенциаллар айирмаси ўтказгич билан эритма орасида ҳосил бўлади, бунда, вольтметр кўрсатадиган кучланиш потенциалларнинг икки хил айирмасини: бизни қизиқтирган металл билан шу металл тузи эритмаси орасидаги потенциаллар айирмасини ва металл ўтказгич билан худди шу эритма орасидаги потенциаллар айирмасини кўрсатади.

Ўз тузлари эритмаларига туширилган иккита ҳар хил металл электрод орасидаги потенциаллар айирмасини (электронлар кучланишлари айирмасини) ўлчаш, яъни бир металлнинг потенциали иккинчи металлнинг потенциалидан қанча ортиқ ёки камлигини билиш анча осон. Агар барча металлларнинг бир-бирига нисбатан потенциаллари ана шу йўл билан ўлчаниб, бу потенциаллар шу металллардан бирортасининг потенциалига солиштириб кўрилса, ҳосил қилинган сонлар металллар потенциалининг абсолют қимматини қанчаллик аниқ харақтерласа, металлларнинг активлигини ҳам шунчаллик аниқ харақтерлайди.

Потенциалига бошқа металлларнинг потенциаллари солиштириб кўриладиган стандарт электрод сифатида нормал водород электрод деб аталадиган электрод қабул қилинган. Нормал водород электрод пўрсилдоқ платина қавати билан қопланган ва сульфат кислотанинг икки нормал эритмасига туширилган платина пластинкасида иборат бўлади. Эритмадан 1 атм босим остида тоза водород оқими тўхтовсиз ўтказиб турилади, бу водород оқими платина билан тўқнашиб, платинага жуда кўп миқдорда ютилади. Водородга тўйинган платина пластинкаси худди водороддан қилинган электроддек таъсир этади. Бу пластинка сульфат кислота эритмасига текканда маълум бир потенциаллар айирмаси (водород электрод потенциали) ҳосил бўлади. Бу потенциал-

лар айирмаси нисбий потенциалларни ўлчашда, шартли равишда ноль деб қабул қилинади.

Ўз тузининг 1 литрда 1 грамм-ион металл иони бўладиган эритмасига туширилган металл билан нормал водород электрод орасидаги потенциаллар айирмаси металлнинг нормал потенциалли деб аталади.



118- расм. Металлнинг нормал потенциалли ўлчанадиган асбоб.

Нормал потенциалларни ўлчаш учун, одатда, 118- расмда кўрсатилган асбобга ўхшаш асбоблардан фойдаланилади. Аслини олганда бу асбоб гальваник элементнинг худди ўзи бўлиб, унинг бир электроди синалаётган металл бўлса, иккинчи электроди водород электроддир. Водород электроднинг потенциалли ноль деб қабул қилинганлиги учун, бундай элементнинг қутбларидаги потенциаллар айирмасини ёки унинг электр юритувчи кучини ўлчаб, металлнинг нормал потенциаллини бевосита топамиз.

27- жадвал

#### Металларнинг нормал потенциаллари

Металл	Ион	Потенциали, в ҳисобида	Металл	Ион	Потенциали, в ҳисобида
K	K <sup>+</sup>	-2,925	Ni	Ni <sup>2+</sup>	-0,250
Ca	Ca <sup>2+</sup>	-2,87	Sn	Sn <sup>2+</sup>	-0,136
Na	Na <sup>+</sup>	-2,714	Pb	Pb <sup>2+</sup>	-0,126
Mg	Mg <sup>2+</sup>	-2,37	H <sub>2</sub>	H <sup>+</sup>	0,000
Al	Al <sup>3+</sup>	-1,66	Cu	Cu <sup>2+</sup>	+0,337
Mn	Mn <sup>2+</sup>	-1,18	Hg	Hg <sup>2+</sup>	+0,798
Zn	Zn <sup>2+</sup>	-0,763	Ag	Ag <sup>+</sup>	+0,799
Fe	Fe <sup>2+</sup>	-0,440	Au	Au <sup>3+</sup>	+1,50

27- жадвалда энг муҳим металларнинг нормал потенциаллари кўрсатилган\*. Потенциаллари водород электрод потенциаллидан паст бўлган металларнинг потенциаллари минус, юқори бўлганлариники эса плюс ишораси билан олинган.

\* Улардан баъзиларнинг, масалан, калий, натрий, ва кальцийнинг нормал потенциалларини бевосита ўлчаб бўлмайди, аммо улар билвосита йўл билан ҳисоблаб чиқарилади.

Агар металллар, шу жумладан, водород ҳам, электронлари кучланишининг камайиб бориш миқдори тартибида, яъни манфий нормал потенциалларининг камайиб бориш (мусбат потенциалларининг ортиб бориш) тартибида жойлаштирилса, 579-бетда кўрсатилган кучланишлар қатори ҳосил бўлади.

Металларнинг нормал потенциаллари маълум бўлса, ўз тузлари эритмасига туширилган икки хил металлдан иборат ҳар қандай гальваник элементнинг электр юритувчи кучини топиш қийин эмас. Бунинг учун, олинган металлларнинг нормал потенциаллари айирмасинигина топиш зарур.

Электр юритувчи кучлар мусбат қимматга эга бўлиши учун, ҳамма вақт катта потенциалдан кичик потенциал айириб ташланади. Масалан, мис-рух элементининг электр юритувчи кучи қуйидагича бўлади:

$$\text{э. ю. к.} = 0,337 - (-0,763) = 1,100 \text{ в.}$$

Маълумки, рух ионн билан мис ионининг концентрацияси уларнинг тузлари эритмаларида 1 литрга 1 грамм-ион тўғри келадиган бўлгандагина, мис-рух элементининг электр юритувчи кучи юқорида чиқарилган қийматга эга бўлади. Ионларнинг концентрацияси бошқача бўлганда, металлларнинг потенциаллари ва, демак, электр юритувчи кучлари ҳам Нернст чиқарган қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилиши мумкин:

$$E = E_0 + \frac{0,058}{n} \log c$$

бу ерда  $E$  — металл ионлари маълум бир концентрацияда бўлганида металл потенциали;  $E_0$  — металлнинг нормал потенциали;  $n$  — металл ионларининг валентлиги;  $c$  — металл ионларининг эритмадаги концентрацияси бир литрида грамм-ион ҳисобида.

Масалан, рух тузининг 0,001 М эритмасида рухнинг потенциали:

$$E = -0,763 + \frac{0,058}{2} \log 10^{-3} = -0,85 \text{ в.}$$

бўлади.

Водород электроднинг водород ионлари концентрацияси  $10^{-7}$  бўладиган нейтрал эритмадаги потенциали — 0,41 в га тенг ва ҳоказо.

Гальваник элементлар тузишда, металлларни металллар сиқиб чиқариш реакциясидан ташқари, кўпинча, металлондлар ҳам иштирок этиши мумкин бўлган бошқа оксидланиш-қайтарлиш реакцияларидан ҳам фойдаланилади. Баъзи ме-

таллоидларнинг ҳам нормал потенциаллари аниқланган, аммо металлоидларнинг кучланишлар қатори металлларнинг кучланишлар қаторидагидек тўла аниқланган эмас. Бу нарсани яққол кўрсатиш учун, қуйидаги металлоидларнинг нормал потенциалларини ( $v$  ҳисобида) кўрсатиб ўтамиз:

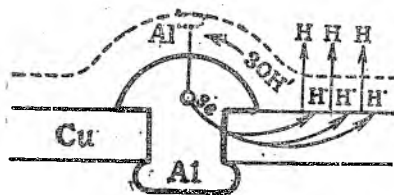
$F/F'$	$Cl/Cl'$	$Br/Br'$	$J/J'$
+2,85	+1,36	+1,07	+0,54

192. Металлар коррозияси. Қарийб барча металлларнинг сиртқи қавати шу металллар турган газсимон ёки суюқ муҳит таъсирида маълум даражада емирилади. Бунинг сабаби шундаки, металл ҳаводаги газлар билан, шунингдек, сув ва унда эриган моддалар билан ўзаро химиявий таъсир этади.

*Металлнинг атрофидаги муҳит таъсири остида бўладиган ҳар қандай химиявий емирилиш процесси коррозия деб аталади.*

Металлар газлар билан тўқнаш келганда коррозия энг осон боради. Металлнинг сиртида шу металлнинг бирикмалари: оксидлари, олтингугуртли бирикмалари, карбонат кислотанинг гидроксидлари ҳосил бўлади; булар, кўпинча, металл сиртида тигиз қават ҳосил қилиб, металлни шу газларнинг яна таъсир этишидан сақлайди.

Металл суюқ муҳит, яъни сув ва унда эриган моддалар билан тўқнашганда аҳвол тамомила бошқача бўлади. Бунда ҳосил бўладиган бирикмалар шу суюқликда эриши мумкин,



119-расм. Мис билан контактда бўлган алюминийнинг коррозияланиш схемаси.

бунинг натижасида коррозия металлнинг ички қатламларига ҳам тарқалди. Бундан ташқари, таркибида эриган моддалар бўлган сув электр токини ўтказиши, бунинг орқасида доимо электрохимиявий процесслар пайдо бўлади, бу процесслар коррозияни вужудга келтирадиган ва уни тезлатадиган асосий факторлардандир.

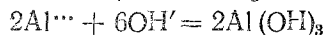
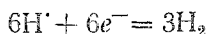
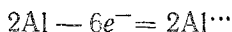
Тоza металллар, кўпчилик ҳолларда, коррозияланмайди деса бўлади. Ҳатто темир ҳам, мутлақо тоza ҳолда зангламайди дейиш мумкин. Аммо техникада ишлатиладиган одатдаги металлларда ҳар хил қўшимчалар бўлади, бу қўшимчалар коррозияга қўлай шароит тугдирди.

Қўшимчалар металлларнинг коррозияланишига нима сабабдан таъсир этишини тушунмоқ учун, нам ҳавода турган икки металл бир-бирига тегиб турганда, нима бўлишини кўриб чиқамиз; бундай ҳоллар ҳар хил металллардан иборат барча металл конструкцияларда бўлиб туради.

Масалан, мис листда алюминий заклёпкалар бор, деб фарз қилайлик (119-расм). Барча қаттиқ жисмлар ҳаводаги намни ўз сиртларига шимиб олганликлари учун, бу металлларнинг сирти ҳам ниҳоятда юпқа сув пардаси билан қопланиб қолади. Аммо сув, маълумки, гарчи жуда оз бўлса ҳам, водород ва гидроксид ионларига диссоциланади; бундан ташқари, сувда эриган карбонат ангидрид қуйидаги тенглама бўйича диссоциланади:



Демак, мис билан алюминий таркибида  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$  ва  $\text{HCO}_3^-$  ионлари бўлган эритмага гўё ботиб туради. Бунда гальваник элемент ҳосил бўлади, бу элементда манфий электрод ролини алюминий, мусбат электрод ролини эса мис ўйнайди. Иккала металл бир-бирига тигиз тегиб турганлигидан, бу элемент ўзаро туташган бўлади ва тўхтовсиз ишлаб туради; алюминий ўз ионларини эритмага юборади, ортиқча электронлар эса мисга ўтади ва мис сиртида водород ионларини зарядсизлантиради. Эритмада алюминий ионлари гидроксил ионлари билан бирикиб, алюминий гидроксид ҳосил қилади, алюминий гидроксил эса алюминий сиртида ажралиб чиқади:



Шундай қилиб, алюминий анча тез коррозиланади.

Унча катта бўлмаган бирор металл билан, масалан, мис билан контактда турган пўлатнинг коррозияси бирмунча мураккаброқ боради. Пўлат, эритмага икки валентли  $\text{Fe}^{2+}$  ионларни юборади, бу ионлар гидроксил ионлари билан бирикиб,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  га айланади. Айни вақтда темир электронлари мисга ўтиб, мис сиртида водород ионларини зарядсизлайди.

Темир (II)-гидроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ҳаво кислороди ва сув иштирокида оксидланиб, темир (III)-гидроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  га, яъни зангга айланади:



Биз кўриб чиққан ҳолларда алюминий билан темир коррозиясининг сабаби шу металлларнинг унча актив бўлмаган

металл, яъни мис билан контактда бўлишидир. Мис бу ерда қандай ролни ўйнаган бўлса, техникада ишлатиладиган металллар таркибида ҳамма вақт бўладиган ва уларни коррозияланишга олиб борадиган турли қўшимчалар ҳам худди шундай роль ўйнайди. Масалан, одатдаги пўлатни микроскоп остида текширилса тоза темирнинг темир карбид — цементит  $Fe_3C$  ва бошқа қўшимчалар доначалари билан аралашиб кетган жуда майда доначалардан иборат эканлиги кўринади. Унда ниҳоятда кўп сондаги гальваник жуфтлар ҳосил бўлади; уларда цементит доначалари мусбат, темир доначалари эса манфий электродлар ролини ўйнайди. Бу гальваник жуфтлар нам ҳаво билан тўқнаш келганда гальваник тоқлар пайдо бўлади ва бу тоқлар пўлатнинг коррозияланишига сабаб бўлади. Бошқа металлларнинг коррозияланишига ҳам улардаги қўшимчалар худди ана шундай сабаб бўлади.



120- расм.  
Қислоталарда химиявий тоза рухнинг мис ёки платина сими билан контактда бўлганда эриши.

Алюминий, рух, темир ва, умуман, кучланишлар қаторида водороддан чапда турган металллар коррозияси, металлнинг эритмадан водород ионларини сиқиб чиқариб, ўзи эритмага ионлар тарзида ўтишидан бўлади. Бундай процессларда металл билан камроқ актив металл контактининг тезлатиш таъсирини қуйидаги тажрибада яққол кўрсатиш мумкин.

Ичида кислотанинг суолтирилган эритмаси бор пробиркага бир бўлак химиявий тоза рух ташлаймиз. Бу вақтда водород ажралиб чиқмайди деса бўлади. Реакция бўлмаслигининг сабаби шундаки, эритмага ўта бошлаган  $Zn^{2+}$  ионлари гидратланади ва рух парчасини мусбат зарядланган ионлар қавати қуршаб олади. Бу қават водород ионларининг рух юзасига жуда яқин келишига ва ундан электронлар олишига имкон бермайди, бунинг натижасида рух шундан кейин эримай қўяди. Аммо рух юзасига платина ёки мис сими тегизилди дегунча, гальваник жуфт ҳосил бўлганлиги натижасида, сими юзаси яқинида шиддатли суратда водород ажралиб чиқа бошлайди. Электронлар рухдан платинага (ёки мисга) ва ундан водород ионига ўтади, рух эса эритмага янгидан янги ионлар юбориб, секин-аста эрийди (120- расм).

Қислота эритмасига мис (II)-сульфат  $CuSO_4$  эритмасидан бир печа томчи қўшилганда ҳам худди ана шундай эффект ҳосил бўлади. Рух мисни сиқиб чиқаради ва рухнинг сирт томони металл ҳолидаги миснинг пўрсилдоқ қавати билан

қопланади. Рух-мис гальваник жуфти ҳосил бўлади, бу гальваник жуфт худди. Вольт элементи каби ишлайди. Шунинг учун, «мисланган» рух кислотадан водородни шиддатли суратда сиқиб чиқаради, аммо водород рух сиртида эмас, балки мис сиртида ажралиб чиқади (121-расм).

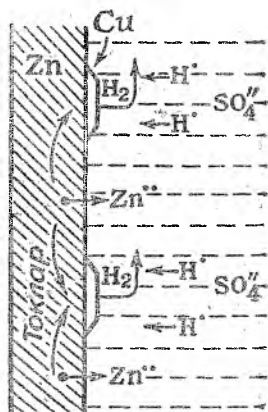
Таркибида қўшимчалар бўлган сотиладиган рух ҳам худди шундай таъсир этади.

Металлнинг кислотада эриш тезлигига, қўшимчалардан ташқари, бошқа факторлар: металлнинг структураси, унинг ишланиш усули, кислотанинг хоссалари ва шу қабилар ҳам таъсир этади. Аммо, ҳамма ҳолларда ҳам, эриш процесси кислотага баъзи моддалар, асосан, органик моддалар қўшилиши билан секинлаштирилиши мумкин; кислотага қўшиладиган бундай моддалар коррозия ингибиторлари (коррозияни секинлаштирувчилар) деб аталади.

Баъзан, ингибиторларнинг таъсири шу қадар эффективли бўладики, баъзи металллар ва қотишмалар тегишли ингибиторлар қўшилган кислоталарда амалда эримайдиган бўлиб қолади.

Ингибиторлар металлларнинг эришини секинлаштиради-ю, аммо металлларнинг оксидлари, гидроксидлари ва бошқа моддаларининг эриш тезлигига мутлақо таъсир этмайди. Шунинг учун, ингибиторлар қўшиш билан металлнинг сиртини унга қопланиб қолган бирикмалардан кислоталар ёрдами билан тозалаш (масалан, темир сиртидан зангни, буг қозонлар деворидан қуйқани кетказиш) мумкин, бунда металлнинг ўзига зарар етмайди деса бўлади.

Элементлар кучланишлар қаторида активлигининг камайиб бориш тартибида жойлаштирилганлиги учун, кучланишлар қаторида металл қанчалик чапроқда турган бўлса, у шунчалик осмонда коррозиланади деб кутиш керак эди. Ҳақиқатда эса ҳамма вақт ҳам бундай бўлавермайди. Масалан, қаторнинг бошроғида жойлашган алюминий атмосфера таъсирида бўладиган коррозияга анча яхши қаршилиқ кўрсатади. Алюминийнинг бундай барқарор бўлишига сабаб шуки, алюминий сиртида алюминий оксиддан иборат юпка, аммо жуда тигиз ва эластик парда ҳосил бўлиб, бу парда алюминийни атрофдаги муҳитдан ҳимоя қилиб туради. Дарҳақиқат, бу



121-расм. Мисланган рухнинг сульфат кислотада эриш схемаси.

парда бирор усул билан йўқотилди дегунча, алюминий тез коррозилана бошлайди.

Жилвир қоғоз билан яхшилаб тозаланган алюминий пластинкасини сулема  $\text{HgCl}_2$  эритмаси билан ҳўллаймиз. Алюминий симобни сиқиб чиқаради, симоб эса алюминий билан қўшилиб, қотишма — симоб амальгамаси ҳосил қилади, симоб амальгамаси алюминий сиртида ҳимояловчи парданинг ҳосил бўлишига тўсқинлик қилади. Шунинг учун, ҳавода қолдирилган пластинка алюминий гидроксиднинг пўрсилдоқ қавати, яъни алюминийнинг коррозиланиши натижасида ҳосил бўлган маҳсулот билан қопланиб қолади.

Коррозия алюминийнинг кам актив металл, яъни симоб билан контактда бўлиши натижасида ҳам кучаяди.

Маълумки, металл юзасида ҳосил бўладиган оксидлар ёки бирор бошқа бирикмалар етарли даражада тигиз, пухта ва сувда эримайдиган бўлгандагина, у, металлни ҳимоя қила олади. Акс ҳолда у коррозияга тўсқинлик қила олмайди. Масалан, темир юзасида пайдо бўладиган занг, темирни яна коррозиланишдан сақлай олмайди, чунки занг қавати ниҳоятда пўрсилдоқ, мўрт ва металл юзасига жуда бўш ёпишган бўлади.

Металл сиртида ҳимояловчи парда ҳосил бўлишига ёрдам қиладиган моддалар пассивловчи агентлар деб аталади. Кучли оксидловчилар кўпчилик металллар учун пассивловчи агентлардир.  $\text{OH}^-$  ионлари ҳам темир учун яхши пассивловчи агентдир.

Йлгари айтиб ўтилганидек бирмунча актив кўпгина металллар концентрилланган нитрат кислота билан ишлангандан кейин пассив бўлиб қолади, чунки металл юзасида ниҳоятда юпқа, кўзга кўринмайдиган оксид қавати ҳосил бўлиб, у, металлни яна оксидланишдан сақлайди. Бундай «оксид пардалар» мавжуд эканлиги турли усуллар билан: металл сиртидан қайтган ёруғликни қутблаш, рентгенография усуллари ва бошқа йўллار билан исботланган. «Оксид пардалар» назарияси ҳозирги асрнинг бошларида академик В. А. Хистяковский (1865—1952) томонидан батафсил ишлаб чиқилган эди.

Баъзи моддалар металлнинг ҳимояловчи пардасини бузади ёки заифлаштиради, оқибатда, металл коррозиланади. Бундай моддалар активлаштирадиган агентлар ёки, бошқача айтганда, активаторлар деб аталади.

Барча металллар учун энг шиддатли активатор  $\text{Cl}^-$  ионидир. Денгиз кемаларининг сув остида бўладиган металл қисмларининг тез емирилишига сабаб, асосан, денгиз сувида хлор ионлари борлигидир. Кўпгина металллар учун ниҳоятда шиддатли активаторлар водород ионларидир. Сувда эриган кислотадан ҳам, реакциянинг бирламчи маҳсулотларини боғлаш (масалан, темир коррозиланганда  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ни оксидлаб  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ га айлантириш) билан коррозияни кучли даражада тезлатади ва тесқари реакция бўлишига тўсқинлик қилади.

Металлларнинг коррозияга учраши жуда катта зарар келтиради. Темир конструкцияларининг, темир йўл рельсларининг ва шу кабиларнинг коррозиланиши орқасида йил сайин,



бутун дунёда ҳар йили олинадиган темирнинг  $\frac{1}{4}$  га яқин қисми исроф бўлиб туриши ҳисоблаб топилган. Шунинг учун, коррозия процессларини ўрганишга ва коррозиянинг олдини олишнинг энг яхши воситаларини қидириб топишга жуда катта эътибор берилади.

Коррозияга қарши кураш усуллари ниҳоятда хилма-хилдир. Коррозияга қарши курашнинг энг содда усули шундан иборатки, металлнинг сирти шу металлни ўраб турган муҳитдан ҳимоя қилинади, бунинг учун, металлнинг сиртига мой бўёқ, лак, эмаль суртилади ёки бошқа металл юритилади. Бир металлнинг сиртини бошқа металл билан қоплаш назарий жиҳатдан айниқса диққатга сазовордир. Бунинг қандай натижа бериши билан танишиб чиқайлик.

Коррозия металлнинг юзасида бошланадиган процесс бўлганлиги учун, ҳимояловчи металл қавати яхлит бўлганда, устига бошқа металл юритилган буюм гўё ҳимояловчи металлдан қилингандек бўлади. Аммо ҳимояловчи қаватда тирналган, дарз кетган ва шу каби жойлар ҳосил бўлиб, ҳимояланган металлнинг юзаси очилиб қолса, металлнинг очилиб қолган юзасида коррозияга қулай шароит туғилади. Аммо кучланишлар қаторида шу иккала металлнинг бир-бирига нисбатан тутган ўрнига қараб, коррозия процесси ҳам мутлақо ҳар хил бўлади.

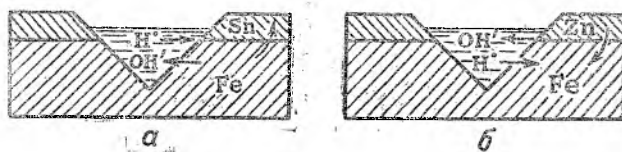
Ҳимояловчи металл ҳимояланувчи металлдан — кучланишлар қаторида ўнгроқда турган ҳолни, яъни к а т о д қ о п л а н и ш деб аталадиган ҳолни кўриб чиқайлик. О қ л а н г а н, яъни қалай юритилган темир тунуканинг (оқ тунуканинг) коррозиланиши бунга типик мисол бўла олади. Қалайнинг ўзини олганда, у ниҳоятда барқарор бўлиб, темир сиртини қоплаб олганда металлни жуда яхши ҳимоя қилиб туради. Ҳимояловчи қаватнинг бузилиши ва металлнинг очилиб қолган жойига сув тегиши орқасида гальваник жуфт ҳосил бўлиб, бу жуфтда қалай мусбат электрод (катод)\*, темир эса манфий электрод (анод) ролини ўйнайди. Электронлар оқими темирнинг очилиб қолган юзасидан қалайга томон йўналиб, бу ерда водород ионларини зарядсизлантиради,

\* Шунини эслатиб ўтамизки, гальваник элементларда, худди электролизда бўлгани каби, элементнинг ишлаш процессида, мусбат зарядланган ионлар ажралиб чиқадиган электрод а н о д деб, шу ионлар келиб зарядсизланадиган электрод э с а к а т о д деб аталади.

Шунини таъкидлаб ўтмоқ лозимки, электродларнинг бу номлари уларнинг ишораларига боғлиқ бўлмайди; гальваник элементларда анод-манфий электрод, катод эса мусбат электроддир, электролизда эса, аксинча, катод — манфий электрод (чунки у ток манбаининг манфий қутбига уланган), анод эса мусбат электроддир.

темир эса, эритмага янгидан-яңги ионлар юбориб, емирилади (122-расм, а). Шундай қилиб, оқ тунуканинг қалай бузилган жойи оқланмаган тунукадан ҳам тезроқ занглайди.

Агар ҳимояловчи металл кучланишлар қаторида ҳимояланувчи металлдан чапроқда турган бўлса, масалан, темир рух билан қопланса (анод қопланиш) коррозия тамомила бошқача боради. Бундай ҳолда, ҳимояловчи қават бузилса,



122-расм. Коррозия схемаси:

а — оқ тунука; б — рухланган тунука.

бунда ҳам гальваник жуфт ҳосил бўлади-ю, аммо бу ерда катод ролини темир, рух эса анод ролини ўйнайди ва электронлар рухдан темирга томон боради; шунинг учун, рух емирилади, темир эса ҳимояланганича қолаверади (122-расм, б). Рухнинг ҳамма қавати тамомила бузилиб бўлгунча темир ҳимояланиб тураверади; аммо барча рухнинг бузилиб тамом бўлиши учун орадан жуда кўп вақт ўтади.

Металлни коррозиланишдан сақлаш учун шу металл сиртини камроқ актив металл қавати билан қоплаш ўрнига, активроқ металл қавати билан қоплаш маъқул эканлиги юқорида баён этилганлардан очиқ кўриниб туради. Аммо бошқа мулоҳазалар, кўпинча, камроқ актив металл билан қоплаш усулидан ҳам фойдаланишга мажбур этади.

Амалда, кўпинча, коррозияга энг кўп дуч келадиган металл — темирни коррозиядан сақлаш чорасини кўриш керак бўлади. Темир сиртига юритиш учун, рухдан ташқари, анча актив металллардан, баъзан кадмийдан фойдаланилади; кадмий ҳам худди рух каби таъсир этади. Темир сиртини қоплаш учун, камроқ актив металллардан қалай, мис ва никель ишлатилади.

Никель билан қопланган темир буюмларнинг ташқи кўриниши чиройли бўлади, никеллашнинг кенг қўлланилишига сабаб ҳам ана шу. Никель қавати бузилганда коррозия мис (ёки қалай) қавати бузилгандагига қараганда секинроқ бўлади, чунки никель — темир жуфтнинг потенциаллар айирмаси мис-темир жуфтнинг потенциаллар айирмасидан анча кичикдир.

Коррозияга қарши курашнинг бошқа хил усулларида протектор усулини ҳам кўрсатиб ўтамиз, бу усул шундан иборатки, ҳимояланувчи металл буюм билан ундан активроқ металлнинг каттароқ юзаси ўртасида контакт ҳосил қилинади. Масалан, буғ қозонларига рух листлар киритилади, бу листлар қозон деворларига тегиб туради ва улар билан гальваник жуфт ҳосил қилади.

**193. Рудалардан металллар ажратиш олиш.** Металларнинг гоят кўпчилиги табиатда бошқа элементлар билан бириккан ҳолда бўлади. Фақат оз металларгина табиатда эркин ҳолда учрайди, бундай металллар туғма металллар деб аталади. Олтин билан платина нуқул деярли туғма ҳолда, кумуш билан мис эса қисман туғма ҳолда учрайди; баъзан, туғма симоб, қалай ва баъзи бошқа металллар ҳам учраб қолади.

Олтин ва платина шу металллар аралашган жинслардан ё тўғридан-тўғри механик йўл билан, масалан, сувда ювиш орқали ажратиш олинади ёки жинсга ҳар хил эритувчилар таъсир эттирилиб, бу эритувчилардан сўнгра металл ажратиш олинади. Қолган металлларнинг ҳаммаси шу металлларнинг табиий бирикмаларини химиявий ишлаш йўли билан олинади.

Таркибида металлларнинг бирикмалари бўладиган ва бу металлларни заводларда ажратиш олиш учун яроқли бўлган минераллар ва тоғ жинслари рудалар деб аталади. Металларнинг оксидлари, сульфидлари ва карбонатлари асосий рудалардир.

Рудалардан металллар ажратиш олиш химия саноатининг анча қадимги соҳаларидан бири бўлган металлургиянинг вазифасидир.

Рудалардан металллар ажратиш олишнинг энг муҳим усули металлларни шу металлларнинг оксидларидан кўмир ёрдами билан қайтаришга асосланган.

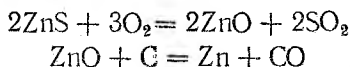
Масалан, қизил мис рудаси  $\text{Cu}_2\text{O}$  кўмир билан аралаштирилиб, жуда қаттиқ қиздирилса, кўмир мисни қайтариб, углевод (II)- оксидга айланади, мис эса суюқланган ҳолда ажралиб чиқади:



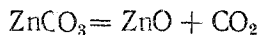
Темир рудаларидан чўян суюқлантириб олиш, қалай тош  $\text{SnO}_2$  дан қалай ажратиш олиш ва бошқа металлларни уларнинг оксидларидан қайтариш ҳам худди юқоридаги йўл билан бажарилади.

Олтингургуртли рудаларни ишлашда, аввал, олтингургуртли бирикмалар махсус печларда куйдириш йўли билан кисло-

родли бирикмаларга айлантирилади, шундан кейин, ҳосил қилинган оксидлар кўмир ёрдами билан қайтарилади. Масалан:



Руда карбонат кислота тузидан иборат бўлган ҳолларда, уни худди оксидлар қайтарилгани каби, тўғридан-тўғри кўмир ёрдами билан қайтариш мумкин, чунки карбонатлар қиздирилганда металл оксидга ва карбонат ангидридга ажралади. Масалан:



Одатда, рудалар таркибида айни металлнинг химиявий бирикмаларидан ташқари, жуда қийин суёқланадиган кўпгина қўшимчалар, чунончи қум, гил, оҳақтош ҳам бўлади. Металлнинг суёқланишини осонлаштириш учун рудага ундаги қўшимчалар билан бирикиб, осон суёқланадиган бирикмалар — ш л а к л а р ҳосил қиладиган ҳар хил моддалар аралаштирилади. Бундай моддалар ф л ю с л а р деб аталади. (Агар рудага оҳақтош аралашган бўлса, флюс сифатида қум ишлатилади, чунки қум оҳақтош билан бирикиб, кальций силикат ҳосил қилади. Аксинча, рудага кўп миқдорда қум аралашган бўлса, флюс сифатида оҳақтош ишлатилади.

Баъзи рудаларда қўшимчалар (бекорчи жинслар) миқдори шу қадар кўп бўладики, бундай рудалардан металларни бевосита ажратиб олиш иқтисодий жиҳатдан олганда фойда бермайди. Бундай рудалар даставвал «бойитилади», яъни улардаги қўшимчаларнинг бир қисми чиқариб юборилади. Рудаларни бойитишнинг ф л о т а ц и о н у с у л и (ф л о т а ц и я) энг кўп қўлланилади; бу усул тоза руда билан бекорчи жинснинг ҳўлланиш хусусияти турлича эканлигига асосланган.

Рудаларни флотацион усулда бойитиш техникаси жуда оддий бўлиб, асосан, қуйидагилардан иборат. Масалан, олтингургуртли металл билан силикат жинсдан иборат руда яхшилаб майдаланади ва жуда катта чанларга солиниб, унинг устига сув қўйилади. Сувга кутбилиги кам бирор органик модда, масалан, қарағай мойи қўйилади (қўшилган бу модда сув чайқатилганда ҳам сўнмайдиган, барқарор кўлик ҳосил бўлишига сабаб бўлади), бундан ташқари «коллектор»\* деб аталадиган махсус реагентдан ҳам оз миқдорда қўйилади, коллектор флотация қилинаётган минерал юзасига шимилади ва уни сувда ҳўлланмайдиган қолга келтиради. Шундан кейин, аралашма орқали наст томондан кучли ҳаво оқими юборилади, бу ҳаво оқими рудани сув ва қўшилган моддалар билан аралаштиради, нати-

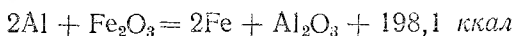
\* Ҳар хил моддалар коллекторлар бўла олади; масалан, юқори ёғ кислоталар ва уларнинг тузлари (совунлар) энг яхши коллекторлардир,

жада, ҳаво пуфакчалари юпқа мой пардалари билан ўралиб, кўпик ҳосил қилади. Аралаштириш процессида флотация қилинаётган минералнинг заррачалари коллекторнинг адсорбланган молекулалари қавати билан қопланади, ҳайдалаётган ҳаво пуфакларига ёпишиб олиб, пуфаклар билан биргаликда юқори томон кўтариллади ва кўпикда қолади; бекорчи жинснинг сувда ҳўлланадиган заррачалари эса идиш тубига чўқади. Кўпик йиғилиб, ундан мой сиқиб чиқарилади ва таркибда ортиқроқ процент металл бўлган руда олинади.

Баъзи металлларни уларнинг оксидларидан қайтариш учун кўмир ўрнига водород, кремний, алюминий, магний ва бошқа элементлар ишлатилади.

Металлни унинг оксидидан бошқа металл ёрдами билан қайтариш процесси металлотермия деб аталади. Агар қайтарувчи сифатида алюминий ишлатилса, қайтариш процесси алюминотермия дейилади.

Алюминийдан фойдаланиш, алюминий ёнганда кўпгина бошқа металллар ёнгандагига қараганда ортиқ иссиқлик чиқишига асосланган. Масалан, 1 грамм-молекула  $Al_2O_3$  ҳосил бўлишида 393,3 ккал иссиқлик чиқади, ҳолбуки, 1 грамм-молекула  $Fe_2O_3$  ҳосил бўлишида атиги 195,2 ккал иссиқлик чиқади. Аммо бирор бирикмани ажратиш учун, шу бирикма ҳосил бўлишида қанча энергия чиққан бўлса, худди шунча энергия сарф қилиш кераклигини юқорида айтиб ўтган эдик. Шунинг учун, агар темир (III)-оксид билан алюминий аралашмаси ёндирилса, темирнинг қайтарилиши билан бирга, ҳосил бўладиган алюминий оксиднинг ҳар бир грамм-молекуласига  $393,3 - 195,2 = 198,1$  ккал дан тўғри келадиган иссиқлик ортиб ҳам қолади. Содир бўладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Бу реакция, одатда, жуда кичик бир жойда ва ниҳоятда тез амалга оширилади; бунда аралашманинг температураси  $3500^\circ C$  га етади. Бундай температурада темир суюқланади, алюминий оксид эса шлак ҳолида темир бетига қалқиб чиқади.

Темирнинг магнит оксиди  $Fe_3O_4$  билан алюминий аралашмаси термит деб аталади; термит, амалда, темир буюмлари, масалан, трамвай рельсларини пайвандлашда ишлатилади. Бунинг учун рельсларнинг уланishi керак бўлган учлари ўтга чидамли материалдан рельс шаклига мос қилиб ясалган филоф билан ўралади, бу филофга термитдан ҳосил бўладиган суюқ темир қуйилиб тушади. Юқори температура таъсирида рельсларнинг учлари юмшайди ва суюқ темир билан пайвандланиб ёки кавшарланиб қолади.

Юқори температураларда содир бўладиган металлургия процесслари пирометаллургия процесслари деб аталади. Пирометаллургия усули билан пўлат ва чуян, 85—90% мис ҳамда бошқалар олинади.

Металли оз бўлган ва флотация усулида бойитиб бўлмайдиган рудалар гидрометаллургия йўли билан ишланади. Бунинг учун жуда майдаланган руда ҳар хил химиявий реагентлар (кислота, ишқор ва бошқаларнинг эритмалари) билан ишланади. Бундай ишлаш вақтида металл эритмага ўтади, эритмадан эса тоза ҳолда ёки бирикма ҳолида чўқади; бирикма ҳолидаги металл яна қайта ишланади. Масалан, таркибида 0,5% гача мис бўладиган оксидланган мис рудалари гидрометаллургия йўли билан қайта ишланади.

Нодир металллар рудаларда, одатда, жуда оз миқдорда (процентнинг юздан ва мингдан бир улушлари миқдориди) бўлади. Бу металлларни ажратиш олиш учун рудалар даставвал бойитилади. Бунинг натижасида ҳосил қилинадиган концентрат химиявий қайта ишланиб, ундан металлнинг бирикмаси тоза ҳолда ажратиш олинади. Охириги босқич соф металл ажратиш олишдан иборат бўлади (197- параграфга қаранг).

Металлар ажратиш олишнинг ниҳоятда муҳим усуллари дан бири электролиз қилиш усулидир. Баъзи энг актив металллар фақат электролиз йўли билангина ажратиш олинади, чунки бу металлларнинг ионларини қайтариш учун бошқа ҳамма воситаларнинг кучи етмайди.

**194. Электролиз.** Электролит эритмасидан ёки суюқлантрилган электролитдан электр токи ўтказилганда содир бўладиган химиявий процесс электролиз деб аталади. Электролит эритмасидан электр токи ўтказилганда, эритмадаги мусбат ионлар катодга томон, манфий ионлар эса анодга томон бориб, у ерда зарядсизланади. Ҳосил бўлган нейтрал атомлар ва атомлар группалари ё эритмадан ажралиб чиқади ёки ўзаро реакцияга киришиб, электролизнинг иккиламчи маҳсулотлари деб аталадиган моддаларни ҳосил қилади.

Электролиз механизмини кўриб чиқишда шу нарсани эътибордан четда қолдирмаслик керакки, сувдаги ҳар қандай эритмада электролит ионларидан ташқари, сувдан ажралиб чиқадиган водород ва гидроксил ионлари ҳам бўлади. Бу ионлар электр майдонида худди электролит ионлари каби кўчиб юради: водород ионлари катодга томон, гидроксил ионлари эса анодга томон боради. Шундай қилиб, катодда бир вақтнинг ўзида икки хил ион: электролитнинг мусбат иони (одатда металл иони) ва сувдан ажралиб чиққан водород

иони зарядсизланиши мумкин. Бу ионлардан қайси бирининг зарядсизланиши, аввало, уларнинг кучланишлар қаторида бир-бирига нисбатан тутган ўрнига, шунингдек, ионларнинг концентрациясига ва баъзи ҳолларда эса сиртида зарядсизланиш бўлаётган электрод материалига боғлиқ. Хуллас, металл ўз электронларини қанчалик осон берса, унинг манфий потенциали (абсолют миқдори жиҳатидан олганда) қанчалик катта бўлса, унинг иони шунчалик қийин зарядсизланади. Бундан, бир хил шароитда олтин ионлари ва активлиги кам металлларнинг ионлари ҳаммадан осон зарядсизланиши, кучланишлар қаторининг бошида турган металлларнинг ионлари эса ҳаммадан қийин зарядсизланиши керак, деган хулоса келиб чиқади. Водороддан ўнгда турган ҳар қандай металлнинг иони водород ионига қараганда осонроқ зарядсизланади, шунинг учун, мис, симоб ва бошқа металлларнинг тузи электролиз қилинганда катодда мувофиқ металллар ажралиб чиқади. Кучланишлар қаторида водороддан чапда турган металлларнинг ионлари водород ионларига қараганда қийинроқ зарядсизланади; улар водороддан қанча узоқда турса, водород ионларига қараганда шунча қийин зарядсизланади. Шунинг учун, энг актив металлларнинг: натрий, калий ва кальцийнинг, шунингдек, магний ва алюминийнинг тузлари электролиз қилинганда, металл билан водороднинг электрод потенциаллари орасидаги айирма жуда катта бўлганлигидан, нуқул деярли водород ионлари зарядсизланади ва катодда газсимон водород ажралиб чиқади. Водород ионлари зарядсизланиб борган сари сувнинг янгидан-янги молекулалари диссоциланади, бунинг натижасида катод ёнига гидроксил ионлари тўпланиб, эритма ишқорий бўлиб қолади. Камроқ актив металлларнинг, яъни водороддан чапроқда турган металлларнинг, масалан, рух, темир, никель ва бошқаларнинг тузлари электролиз қилинса, тамомила бошқача аҳвол кузатилади. Назарий жиҳатдан олганда, бу ҳолда ҳам, гарчи биринчи навбатда водород ионлари зарядсизланиши керак бўлса-да, аммо амалда катодда металл ажралиб чиқади. Бизга зиддият бўлиб туюлаётган ҳодисанинг сабаби шуки, эритмада водород ионларининг концентрацияси (металл ионлари концентрациясига қараганда) ниҳоятда кам бўлади ва электрод моддаси водород ионларининг зарядсизланишини кучли даражада қийинлаштирадиган алоҳида бир таъсир кўрсатади\*.

Энди, анодда нима бўлишини кўриб чиқайлик. Анодга томон электролитнинг манфий ионлари ва сувнинг гидроксил ионлари

\* Бу масалалар махсус қўлланмаларда батафсил кўриб чиқилади.

боради. Агар манфий ионлар таркибида кислород бўлмаса, масалан, улар  $\text{Cl}'$ ,  $\text{Br}'$ ,  $\text{S}'$  каби ионлардан иборат бўлса, анодда гидроксил ионлари эмас, балки, ана шу ионлар зарядсизланади. Гидроксил ионлари эса ўз зарядларини анча қийин йўқотади ва анодда хлор, бром, олтингугурт ажралиб чиқади. Агар манфий ионлар таркибида кислород бўлса ( $\text{SO}_4'$ ,  $\text{NO}_3'$  ва бошқа ионлар), анодда газсимон кислород ажралиб чиқади. Бу ҳолларда, афтидан, сувнинг гидроксил ионлари кислота қолдиқлари ионларига қараганда осон зарядсизланади.

Гидроксил ионларининг зарядсизланишида нейтрал  $\text{OH}$  группалар ҳосил бўлиб, бу группалар эркин ҳолда мавжуд бўла олмайди ва дарҳол сув молекулалари ва кислород ҳосил қилади:

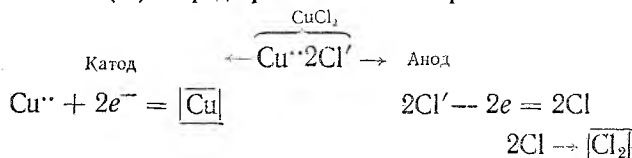


Шундай қилиб, кислород ажралиб чиқишига гидроксил ионларининг зарядсизланиши сабаб бўлади. Гидроксил ионларининг зарядсизлана бориши билан сувнинг янгидан-янги молекулалари диссоциаланиб, анодда водород ионлари тўпланади.

Электролизнинг бир неча типик ҳолларини кўриб чиқамиз.

1. Мис (II)-хлорид эритмасининг электролизи. Эритма таркибида мис ва хлор ионлари ҳамда оз миқдорда сувдан ажралиб чиқадиган водород ва гидроксил ионлари бўлади. Эритмадан ток ўтказилганда мис ионлари катодга томон, хлор ионлари эса анодга томон боради. Мис ионларининг ҳар бири катоддан иккитадан электрон олиб, нейтрал атомга айланади ва эритмадан ажралиб чиқади. Катод секин-аста мис билан қопланади. Шу билан бир вақтда хлор ионлари анодга бориб, унга ўздан электронлар беради ва хлор атомларига айланади, хлор атомлари эса, жуфт-жуфт бўлиб бирикиб, хлор молекулалари  $\text{Cl}_2$  ни ҳосил қилади. Анодда хлор ажралиб чиқади.

Мис (II)-хлорид эритмасининг электролиз схемаси



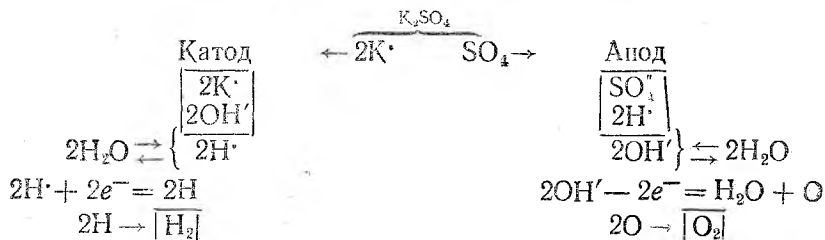
Катодда қайтарилиш процесси, анодда эса оксидланиш процесси бўлади.

2. Калий сульфат эритмасининг электролизи. Бу эритмада калий ионлари ва сульфат-ионлар, шунингдек, сувнинг водород ва гидроксил ионлари бўлади. Калий



ионлари водород ионларига қараганда,  $\text{SO}_4^{2-}$  ионлари эса,  $\text{OH}^-$  ионларига қараганда қийинроқ зарядсизланганлиги учун, ток ўтказилганда катодда водород ионлари зарядсизланиб, водород ажралиб чиқади, анодда эса гидроксил ионлари зарядсизланиб, кислород ажралиб чиқади.

Калий сульфат эритмасининг электролиз схемаси



Шундай қилиб, калий сульфат эритмаси электролиз қилинганда эриган электролит ионларидан биттаси ҳам зарядсизланмай, фақат сув ажралади, холос. Шу билан бир вақтда, сувнинг водород ва гидроксил ионлари зарядсизланиши ҳамда калий ионларининг тўхтовсиз суратда катодга томон, сульфат ионларининг эса тўхтовсиз суратда анодга томон бориши туфайли, катод ёнида ишқор ( $\text{KOH}$ ) эритмаси, анод ёнида эса кислота ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) эритмаси ҳосил бўлади.

Электролитни ажратиш учун муайян бир минимал миқдордаги кучланиш, яъни яъни электролитнинг ажралиш потенциали деб аталадиган кучланиш керак. Масалан, мис (II)-хлорид  $\text{CuCl}_2$  эритмасига платинадан ясалган иккита электрод тушириб, уларга 0,8 в га тенг бўлган потенциаллар айирмаси берилса, у ҳолда, ток давтавлал эритма орқали ўтади, ундан кейин эса ток тез сусайиб, ниҳоят, бутунлай тўхтаб қолади. Токнинг тўхташига сабаб шуки, электродлардан бирида мис, иккинчисидан эса хлор (платина юзасига адсорбланган хлор) тўпланади, бунинг натижасида янги гальваник элемент ҳосил бўлади; бу гальваник элемент мис билан хлор ионлари эритмасидаги мисдан ва хлордан иборат бўлиб, тескари йўналишдаги ток ҳосил қилади. Баён этилган бу ҳодиса электродларнинг қўтбланиши деб, шу тариқа ҳосил бўлган гальваник элементнинг электр юритувчи кучи эса қўтбланиш электр юритувчи кучи деб аталади. Мис (II)-хлориднинг бир моль эритмаси учун қўтбланиш электр юритувчи кучнинг миқдори нормал потенциаллар жадвалидан фойдаланилиб, хлорнинг нормал потенциалдан миснинг нормал потенциални айириб ташлаш йўли билан топилади:  $1,36 - 0,337 = 1,023$  в.

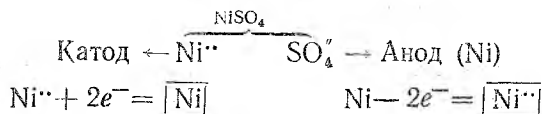
Ўз ўзидан тушунарлики, электролизни давом эттириш учун, электродларга ташқаридан потенциаллар айирмаси бериш керак, бериладиган бу потенциаллар айирмаси қўтбланиш электр юритувчи кучини енгиши учун етадиган, яъни 1,023 в дан кам бўлмай, балки бир оз ортиқроқ бўлиши лозим. Ана шу потенциаллар айирмасининг катталиги электролитнинг ажралиш потенциали бўлади. Бу потенциаллар айирмасини топиш учун, анодда ажралиб чиқадиган модданинг нормал потенциалдан катодда ажралиб чиқадиган модданинг нормал потенциални айириб ташлаш кераклиги юқорида айтилганлардан кўришиб турибди. Шундай қилиб, моль

эритмада мис (II)- хлориднинг ажралиш потенциали 1,023 вольтга тенг, рух хлориднинг худди ўша шароитда ажралиш потенциали эса 1,36—(—0,763) = 2,123 в га тенг ва ҳоказо. Кислородли кислоталар ва ишқорларнинг нормал эритмаларда ажралиш потенциаллари қарийб бир хил (1,67 в га яъни) бўлади, чунки бу ҳолларнинг ҳаммасида ҳам фақат маълум ионларнинг ўзигина зарядсизланади.

Агар эритмада бир вақтда ҳар хил катион ва ионлар бўлса, фақат берилган кучланиш бор катион ва анионлар туридан бирини зарядсизлантириш учун етарли бўлган тақдирдагина электролиз содир бўлади. Шунинг учун бир металлни иккинчи металлдан ажратиб олиш мақсадида анализ қилингандагина электролиздан фойдаланилади. Масалан, таркибида мис (II)- хлорид ва рух хлорид бўлган эритмага 1,2 в га тенг кучланиш берсак, рух ажралиб чиқмасдан, фақат миснинг ўзи ажралиб чиқади, чунки рух хлориднинг ажралиш потенциали 1,2 в дан анча юқоридир.

Юқорида келтирилган электролизнинг мисолларида электродлар инерт материалдан, масалан, кўмирдан қилинган деб фараз этилади. Бундай электродлар ишлатилганда ионлар катодда ҳам, анодда ҳам зарядсизланади. Агар анод маълум даражада актив металлдан иборат бўлса, процесс тамомила бошқача боради. Бу ҳолда ионлар фақат катоддагина зарядсизланади; анодда эса, аксинча, металл ионлари эритмага ўтади. Масалан, анод сифатида металл ҳолидаги никель пластинкаси олиниб, никель сульфат  $\text{NiSO}_4$  эритмаси электролиз қилинса, у ҳолда, катодда, худди одатдагидек, никель ажралиб чиқади, анодда эса гидроксил ионлари зарядсизланмайди ва кислород ажралиб чиқмайди, аммо никель секин-аста эриб кетади. Никелнинг эриб кетишига сабаб шуки, ҳар қандай металл сингари, никель ҳам ўз ионларини эритмага юбориш қобилиятига эга. Одатдаги шароитда, металл сувга (ёки эритмага) туширилган бўлса шу металл ионларининг эритмага ўтиши тезда тўхтайти, чунки металлнинг ўзида манфий заряд ҳосил бўлади. Айни ҳолда эса, ток манбаининг ишлаши туфайли, эркин электронлар никель пластинкасидан тўхтовсиз суратда «сўриб олинади», шунинг учун никелнинг янги-дан-янги ионларининг эритмага ўтиб туришига ҳеч нарса тўсқинлик қилмайди.

Никель сульфат эритмасининг (никелдан ясалган анод олинганда) электролиз схемаси



Демак, никелдан ясалган анод олинганда никелли туз эритмасининг электролизидида катодда никель ажралиб чиқади ва анод секин-аста эриб кетади. Шу билан бирга, эритмадаги никелли туз миқдори ўзгармай қолади.

Гальваник усулда баъзи металллар сиртига бошқа металл юритиш учун, эрийдиган анодлар ишлатиш усулидан

кент фойдаланилади. Устига бошқа металл, масалан, кумуш юритилиши керак бўлган буюм кумуш тузи эритмасига туширилади, бу буюм катод вазифасини бажаради. Анод сифатида бир бўлак кумуш метали олинади. Шундан кейин, буюм сиртида етарли қалинликда кумуш қавати ҳосил бўлгунча ток ўтказила беради.

Баъзи металлларни электролитик усул билан тозалаш иши ҳам анодларнинг эришига асосланган (... бетга қаралсин).

Электролизнинг техникада қўлланиладиган муҳим усуллари дан бири гальванопластика усули, яъни рельефини буюмлардан ниҳоятда аниқ металл нусхалар олиш усулидир, бунинг учун шу буюмлар сиртига маълум қалинликдаги металл қавати электролитик йўл билан чўктирилади. Гальванопластикани ўтган асрнинг ўттизинчи йилларида рус академиги Б. С. Якоби (1801—1874) кашф этган эди. Россияда гальванопластиканинг амалда дастлаб ишлатилиши, ҳар хил давлат қоғозларини, шу жумладан, пул қоғозларини бошиш учун аниқ клишелар тайёрлашдан иборат бўлди.

Фақат электролитларнинг сувдаги эритмаларининггина эмас, балки суюқлантирилган ҳолдаги кўпгина моддаларни ҳам электролиз қилиш мумкин. Суюқланиш ҳам, худди эришдаги каби, модданинг кристаллик панжарасини бузиб, қаттиқ кристаллда бир-бири билан боғланган ҳолда бўлган ионларни ҳаракатчан ҳолга келтиради ва бу ионларга электр майдонида кўчиб юриш имконини беради. Ҳозирги замон техникасининг энг муҳим металлари дан бири бўлган алюминий суюқлантирилган алюминий оксидни электролиз қилиш йўли билан олинади (220- параграфга қаралсин). Осон оксидланадиган металлларнинг қарийб ҳаммаси, масалан, натрий, калий, кальций ва бошқалар ҳам уларнинг суюқлантирилган тузларини ёки асосларини электролиз қилиш йўли билан олинади.

**195. Электролиз қонунлари.** Электролиз ҳодисасининг миқдорий томонини, даставвал, XIX асрнинг 30- йилларида инглиз физиги Михаил Фарадей ўрганган эди. Фарадей ўз текширишлари натижасида қуйидаги электролиз қонунларини топди:

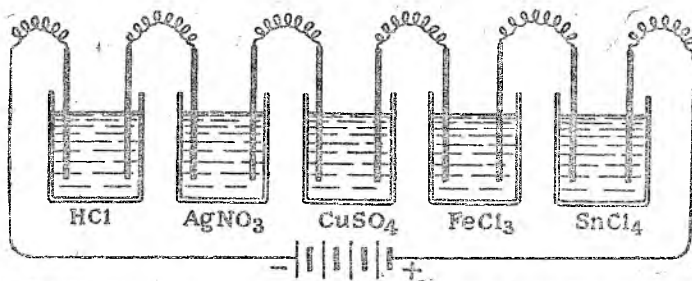
1. Электролизда ажралиб чиқадиган модданинг оғирлик миқдори эритмадан ўтган электрнинг миқдорига пропорционал бўлиб, бошқа ҳеч қандай факторларга мутлақо боғлиқ эмас.

Бу қонун мантиқий жиҳатдан олганда, эритмаларнинг электр ўтказувчанлик механизми ва электролизнинг моҳияти тўғрисидаги тасаввурлардан келиб чиқади (82- параграфга

қаралсин). Модомики, эритма орқали электрнинг ўтиши фақат бир вақтда анод ва катодда зарядсизланадиган ионлар воситаси билангина амалга оширилар экан, у ҳолда, электродларда ажралиб чиқадиган моддалар миқдори симлар орқали ўтган электронлар сонига, яъни ўтган электр миқдorigа ҳамма вақт пропорционал бўлиши тушунарлидир.

2. Тенг миқдорлардаги электр, ҳар хил химиявий бирикмалардан, электролиз вақтида эквивалент миқдорлардаги моддаларни ажратиб чиқаради.

Қуйидаги тажриба бу қонунни яққол кўрсатиб беради. Ўз таркибида, масалан, хлорид кислота, қумуш нитрат, мис (II)- сульфат, темир (III)- хлорид ва қалай (IV)- хлорид каби



123- расм. Электролиз қонунини яққол кўрсатиш учун ишлатиладиган асбоб.

моддалар бўлган бир қатор эритмалар орқали электр токи ўтказилади (123- расм). Эритмалар тажриба тамом бўлгандан кейин, ажралиб чиққан моддаларнинг миқдорини аниқлашга имкон берадиган асбобларга солинади (расмда асбоблар шартли равишда стаканлар шаклида кўрсатилган бўлиб, уларнинг ҳар бирига иккитадан электрод туширилган). Ҳамма эритмалар орқали мутлақо бир хил миқдордаги электр ўтиши учун, электродлар кетма-кет уланади. Маълум вақт ўтгач, электродларда етарли миқдорда электролиз маҳсулотлари тўплангандан кейин, ток ўтказилиши тўхтатилиб, ҳосил бўлган моддалар ўлчаб кўрилади. Хлорид кислота эритмасидан 1 г водород, яъни 1 грамм-атом водород ажралиб чиқиши учун кетган вақт ичида, қолган бошқа эритмалардан қуйида кўрсатилган миқдорлардаги металлар ажралиб чиқади:

Электр олит

	AgNO <sub>3</sub>	CuSO <sub>4</sub>	FeCl <sub>3</sub>	SnCl <sub>4</sub>
Катодда ажралиб чиққан металл миқдори				
(г ҳисобида) . . . . .	107,9	31,8	18,6	29,7
Металлнинг атом оғирлиги . . . . .	107,87	63,54	55,847	118,19

Ажралиб чиққан металларнинг миқдорини шу металларнинг атом оғирликлари билан таққослаб кўриб, 1 грамм-атом кумуш,  $\frac{1}{2}$  грамм-атом мис,  $\frac{1}{3}$  грамм-атом темир ва  $\frac{1}{4}$  грамм-атом қалай ажралиб чиқишини кўрамиз. Бошқача сўз билан айтганда, катодда ажралиб чиқадиган моддаларнинг миқдори уларнинг грамм-эквивалентларига тенг бўлади. Анодда ажралиб чиққан моддалар ўлчаб кўрилганда ҳам, худди ана шу натижа келиб чиқади. Масалан, биринчи, тўртинчи ва бешинчи асбобларнинг ҳар бирида 1 грамм-эквивалентдан (35,5 г дан) хлор, иккинчи ва учинчи асбобларнинг ҳар қайси-сида эса 1 грамм-эквивалент (8 г) кислород ажралиб чиқади.

Электролиз қонунилари эритмалар электролизига ҳам, суюқланмалар электролизига ҳам бир ҳилда тааллуқлидир.

Михаил Фарадей (Michael Faraday) 1791 йилнинг 22 сентябрыда Ньюингтонда (Англия) темирчи оиласида туғилди. Фарадей ўн икки ёшида, бошланғич мактабни тамом қилмасдан, китоб магазинига ва шу магазин ҳузуридаги муқовачилик ишхонасига хат ташувчи бўлиб ишга кирди. Фарадей муқовачилик ишхонасида ишлар экан, илмий китобларни, айниқса, табиёт китобларини қизиқиб ўқиди. Кейинроқ бо-риб, хоҳлаган киши қатнаша оладиган лекцияларни эшитиш Фарадейда ўзини илмий ишга бағишлаш хоҳишини уйғотди.

Фарадей 1813 йилда, машҳур инглиз химиги Дэви ёрдами туфайли, Лондон короллик институтига ассистент бўлиб киришга муваффақ бўлди. Кейинчалик у Дэвининг котиби бўлди, 1825 йилда эса Дэвининг ўрнига ўтди.

Фарадейнинг илмий фаолияти ниҳоятда кенг ва чуқур эди. Фарадейнинг кўпдан-кўп илмий текшириш ишларининг каттагина қисми электр соҳасига доирдир. У, сувдаги эритмаларга ва бошқа моддаларга электр токи таъсирини ўрганди, иккита асосий электрохимиявий қонунни (электролиз қонуниларини) топди, электромагнит индукцияси ҳодисасини кашф этди. Фарадей газларни суюқликка айлантириш устида биринчи бўлиб ишлади, хлор, аммиак, водород хлорид ва бошқа газларни суюқ ҳолда олди, барча газларни суюқ ҳолатга айлантириш мумкин эканлигига қаттиқ ишонган ҳолда баён этди. Фарадейнинг бошқа ишлари ичида химия учун муҳим бўлганлари: бензолни ва изо-бутиленни кашф этганлиги, нафталинни текширганлиги ва этил-сульфат кислота ҳосил қилганлигидир.

Электролизга онд иккинчи қонунни электрон назарияси асосида кўриб чиқиб, электролиз бўлганда моддалар нима учун химиявий эквивалент миқдорларда ажралиб чиқишини тушуниш қийин эмас. Масалан, темир (III)-хлориднинг электролизини кўриб чиқайлик. Эритмадан темир ажралиб чиқи-



Михаил Фарадей  
(1791—1867)

шида уч валентли темирнинг ҳар бир иони катоддан учта электрон олади, аynи вақтда хлорнинг учта иони ўзининг ортқича электронларини анодга бериб, хлор атомларига айланади. Демак, ҳар қайси учта электроннинг эритма орқали «ўтказилиши» натижасида, бир атом темир ва уч атом хлор ажралиб чиқади. Эритмадан нечта электрон ўтишидан қатъи назар, ажралиб чиққан темир атомларининг сони ажралиб чиққан хлор атомларининг сонидан ҳамма вақт уч ҳисса кам бўлади, яъни темир миқдори билан хлор миқдорининг бир-бирига нисбати уларнинг химиявий эквивалентлари нисбати каби бўлади.

Электролиз бўлганда бир грамм-эквивалент модда ажратиб чиқарадиган электр миқдори 96 500 кулонга тенг эканлиги ўлчаш йўли билан топилган\*. Ана шунга асосланиб, электролизга доир иккинчи қонунни қуйидагича таърифласа бўлади:

*Электролит эритмасидан ҳар қандай модданинг бир грамм-эквивалент миқдорини ажратиб чиқариш учун, шу эритма орқали 96 500 кулон ток ўтказиш керак.*

Электролизга оид иккинчи қонун ҳар хил элементларнинг эквивалентларини бевосита аниқлаш усулини беради. Электрохимиявий ишлаб чиқаришларда учрайдиган турли ҳисоблашлар ҳам ана шу қонунга асосланган.

*1-мисол.* 2 ампер кучга эга бўлган ток 40 минут давомида никель тузи эритмасидан 1,46 г никелни ажратиб чиқарганлиги маълум, никелнинг эквиваленти топилсин.

Физикадан маълум бўлган  $Q = J \cdot t$  формуладан фойдаланиб, эритмадан ўтган электр миқдорини топамиз; бу формулада  $Q$  — электр миқдори (кулон ҳисобида);  $J$  — ток кучи (ампер ҳисобида);  $t$  — вақт (секунд ҳисобида).

Бу формулага масалада берилган қийматларни қўйиб, эритма орқали қанча электр миқдори ўтганлигини топамиз:

$$Q = 2 \cdot 40 \cdot 60 = 4800 \text{ кулон}$$

1 грамм-эквивалент модда ажратиб чиқариш учун 96 500 кулон керак бўлганлигидан, никелнинг грамм-эквиваленти қуйидаги пропорциядан топилади:

$$96\,500 : 4800 = x : 1,46$$

$$x = \frac{96\,500 \cdot 1,46}{4800} = 29,35 \text{ г}$$

Демак, никелнинг эквиваленти 29,35 га тенг.

*2-мисол.* Кумуш нитрат эритмаси электролиз қилинганида анодда 20 минут давомида нормал шароитда 350 мл кислород ажралиб чиққан. Ток кучи ва катодда ажралиб чиққан кумушнинг миқдори топилсин.

\* Аниқроғи, 96491 кулонга тенг,

Кислороднинг грамм эквиваленти (8 г) нормал шароитда 5,6 л, яъни 5600 мл ҳажмин эгаллайди. Эритмадан ўтган электр миқдорини қуйидаги пропорциядан топамиз:

$$96\,500 : Q = 5600 : 350$$

$$Q = \frac{96\,500 \cdot 350}{5600} = 6031 \text{ кулон}$$

Топилган электр миқдори эритмадан 20 минут ичида ўтганлиги учун ток кучи қуйидагидек бўлади:

$$I = \frac{6031}{20 \cdot 60} = 5,03 \text{ ампер}$$

Катодда ажралиб чиққан кумуш миқдори ( $m$ ) эритмадан ўтган электр миқдорига пропорционал бўлади. Кумушнинг грамм-эквиваленти 108 г га тенг. Бундан

$$96500 : 6031 = 108 : m$$

$$m = \frac{6031 \cdot 108}{96500} = 6,75 \text{ г}$$

эканлигини топамиз.

**196. Қотишмалар.** Металлар одатдаги эритувчиларда, яъни сувда, спиртда, эфирда ва бошқаларда эримайди, аммо суюқлантирилган металлар бир-бирида эрий олади ёки бир-бири билан аралашиб қотишмалар ҳосил қилади.

Суюқлантирилган металларнинг кўпчилиги худди спирт билан сув аралашгани каби ҳар қандай нисбатда аралаша олади. Аммо баъзи металлар, бир-бирида фақат маълум миқдордагина эрий олади. Масалан, суюқлантирилган рух билан суюқлантирилган қўрғошин аралаштирилса, аралашма совирилгандан кейин иккита қаватдан иборат бўлади: ичида озгина рух эриган қўрғошиндан иборат пастки қават ва таркибиде озгина қўрғошин бўлган рухдан иборат устки қават ҳосил бўлади.

Металлар қўшиб суюқлантирилганда ё бир металл иккинчи металлда эрибгина қолади ёки, кўпинча, металлар бир-бири билан химиявий бирикмалар ҳосил қилади, шунинг учун, одатда, қотишмалар эркин металлар билан шу металларнинг химиявий бирикмаларидан иборат аралашмалардир; химиявий бирикмалар ҳосил бўлишида, кўпинча, анчагина иссиқлик чиқади. Масалан, суюқлантирилган мисга алюминий қўшилса, шу қадар кўп иссиқлик чиқадики, бутун масса қизиб, ошноқ чўғ бўлиб кетади.

Кўпгина металлар бир-бири билан бирикиб, бир неча хил бирикмалар ҳосил қилади, масалан,  $AuZn$ ,  $Au_3Zn_5$ ,  $AuZn_3$ ,  $Na_4Sn$ ,  $NaSn$ ,  $NaSn_2$  ва бошқалар.

Қаттиқ қотишмалар, баъзан мутлақо бир жинсли бўлади: бундай ҳолда улар ё маълум таркибли химиявий бирикма, ёки маълум таркибга эга бўлмаган ва қаттиқ эритма

деб аталадиган бир жинсли аралашмадир. Агар аралаштири-  
лаётган металлларнинг атомлари кристаллик панжарада, шу  
панжара структурасини бузмай, бир-бирининг ўринини ола ол-  
са, қаттиқ эритма ҳосил бўлади. Бундай ўрин олиш натижа-  
сида мутлақо бир жинсли аралаш кристаллар ҳосил бўлиб,  
бу кристалларда бир вақтнинг ўзиде иккала металл атомла-  
ри ҳам бўлади (46-параграфга қаралсин), қотишманинг бу-  
тунилай бир жинсли бўлиши ана шундадир. Аммо қотишма-  
ларнинг кўпчилиги бир жинсли бўлмай, айрим металлларнинг  
кристаллари билан уларнинг химиявий бирикмалари (агар  
металлар кўшиб суюқлантирилганда бундай бирикмалар ҳо-  
сил бўлса) аралашмасидан иборат бўлади. Металлар бир-би-  
ри билангина эмас, балки баъзи металлондлар билан ҳам  
қотишмалар ҳосил қилади; масалан, чўян ва пўлат темир-  
нинг углерод билан қотишмаларидир.

Агар кўшиб суюқлантириладиган металллар химиявий би-  
рикма ёки қаттиқ эритма ҳосил қилмаса, қотишма совитил-  
ганда, компонентлардан бири қаттиқ ҳолатда ажралиб чиқа  
бўшлайди. Масалан, 10 оғирлик қисм кўрғошин ва 90 оғир-  
лик қисм қалайдан иборат суюқ қотишма совитилса, сувда  
эритилган қанднинг суюлтирилган эритмаси музлатилганда  
даставвал тоза муз ажралиб чиққани каби даставвал тоза  
қалай кристаллари ажралиб чиқади.

Қотишмадан қалай ажралиб чиқиши бошланадиган тем-  
пература тоза қалайнинг қотиш температурасидан паст бўла-  
ди. Ичида кўрғошин эриган қалайнинг қотиш температураси  
пасайишини топиб, кўрғошиннинг молекуляр оғирлигини ҳи-  
соблаб чиқариш мумкин; бунда ҳам сувдаги эритмаларда  
эриган модданинг молекуляр оғирлигини аниқлаш қондала-  
ридан фойдаланилади (76-параграфга қаранг). Шу йўл би-  
лан кўпгина металлларнинг молекуляр оғирликлари топилган;  
бу каби текшириш натижасида металллар ўзларининг суюлти-  
рилган эритмаларида, кўпинча, айрим атомлар ҳолида бўли-  
ши аниқланган.

Қотишмаларнинг таркибини аниқлаш учун химиявий ана-  
лиз методлари унча кўл келмайди, чунки, кўпинча, қотишма-  
дан металлларнинг ҳосил бўладиган бирикмаларини ажратиб  
олиш мумкин бўлмайди. Шунинг учун қотишмаларни ўрга-  
нишда, асосан, текширишнинг физик методларидан фойдала-  
нилади. Бу методларни топишда рус олими Курнаков\*нинг  
роли ниҳоятда катта; Курнаков янги илмий метод — ф и з и к  
х и м и я в и й анализ методини яратди.

\* Николай Семёнович Курнаков (1860—1941)—комплекс  
барикмаларнинг тузилиши ва хоссаларини кўп йиллар текширган, шундан  
кейин эса металл қотишмаларини тадқиқ қилиш соҳасида ишлаган рус



Физик-химиявий анализ, одатда, икки моддадан ҳосил бўлган системанинг таркибини тўхтовсиз суратда ўзгартириб туриб, унинг бирор физик хоссасининг (буғ босими, суюқлашиш температураси, зичлиги, қовушоқлиги, электр ўтқачанлиги ва бошқа хоссасининг) ўзгаришини миқдорий жиҳатдан текширишга имкон беради. Текшириш натижалари таркиб — хосса диаграммасига қўйиб чиқилади; бундай диаграмма тузишда ҳамма вақт горизонтал ўққа системанинг таркиби қўйилади ва компонентлардан (таркибий қисмлардан) бирининг процент ҳисобидаги миқдори билан ифодаланади, вертикал ўққа эса текширилган физик хоссанинг сон қиймати қўйилади. Бундай диаграммалар, ҳосил қилинган эгри чизиқларнинг шаклга қараб, системада ўзгаришлар бориқлигини билишгагина эмас, балки бу ўзгаришларнинг характери, ҳосил бўладиган маҳсулотларнинг таркиби, қаттиқ эритмаларнинг ҳосил бўлиши ва бошқалар тўғрисида муайян кўрсатмалар олишга ҳам имкон беради. Ҳозирги вақтда физик-химиявий анализ методларидан металлургия, силикат, химия ва бошқа саноат тармоқларида бир қатор проблемаларни ҳал қилишда кенг фойдаланилмоқда.

Курнаковнинг металл қотишмалар табиатини аниқлаш соҳасида қилган кўпдан-кўп ишлари қотишмалар қотаётган вақтда бўладиган процессларни тушуниш ишига ниҳоятда катта аниқлик киритди. Чунончи, Курнаков қотишмаларни ўрганишда таркиби анча кенг чегарада ўзгара оладиган химиявий бирикмаларни кашф этди. Курнаков ўзгарувчан таркибли бу бирикмаларни француз олими Бертоле (1748—1822) номи билан б е р т о л л и д л а р деб атади, чунки Бертоле бундай моддалар мавжуд деб тахмин қилган эди, ўзгармас таркибли одатдаги бирикмалар учун эса д а л ь т о н и д л а р деган номни таклиф этди.

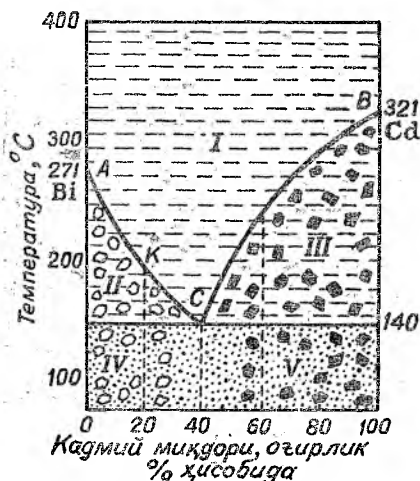
Қотишмаларни ўрганишда турли-туман физик-химиявий анализ усулларида энг кўп қўлланиладигани термик

олими. Курнаков металл қотишмаларини текшириш учун термик анализ усулини ва ўзи яратган физик-химиявий анализнинг бошқа усулларини, шунингдек, металлография усулини (613-бетларнинг тагида берилган изоҳга қараб) татбиқ этди. Унинг тадқиқотлари металлар қўшиб суюқлантирилганда улар билан бўладиган ўзгаришларнинг сабабларини изоҳловчи ва қотишмаларнинг физик-химиявий ҳамда механик хоссаларини олдиндан айтишига имкон берувчи ниҳоятда муҳим бир қатор қонуниятларни очиб ташлади.

Курнаков қотишмаларни тадқиқ қилиш билан бир қаторда тузларнинг табиий эритмаларини текширишга ҳам кўп вақт ажратди ва кўп эътибор берди. Унинг бу соҳадаги ишлари ватанимиздаги туз бойликларидан фойдаланишга оид бир қатор муҳим муаммоларни ҳал қилиш ва Соликамск районидаги калий тузлар қонини топишга имкон берди.

анализ бўлиб, бу анализнинг асосини ўтган асрнинг олтинчи йилларида рус металлурги Д. К. Чернов яратган эди.

Термик анализ суюқланувчанлик диаграммалари тузиш ва бу диаграммаларни ўрганишдан иборат, бу диаграммалар қотишмаларнинг суюқланиш температуралари шу қотишма



124- расм. Висмут — кадмий системасининг суюқланувчанлик диаграммаси.

қўшиб борилган сари суюқланиш температураси маълум бир *C* нуқтагача пасайиб, шундан кейин, аралашмадаги кадмий миқдорининг ошириб борилиши билан суюқланиш температураси *CB* эгри чизиги бўйича яна кўтарила бошлайди ва *B* нуқтагача етади, бу нуқта тоза кадмийнинг суюқланиш температураси (321°C) ни кўрсатади. Агар кадмий миқдори ўзгарилмай, унга секин-аста висмут қўшиб борилса, суюқланиш температураси аввал *C* нуқтагача пасайиб, шундан кейин *A* нуқтагача кўтарилади.

Таркибида, масалан, 20% кадмий ва 80% висмут бўлган суюқ қотишма совитилса, бу қотишмадан маълум бир температурада, яъни *K* нуқтага тўғри келадиган температурада тоза висмут кристаллана бошлайди ва қолган суюқ қотишмада висмутнинг нисбий миқдори тобора камаяди. Висмут кристаллари ажралиб чиқиши билан температура пасаяди, температура *C* нуқтага (140°C) га етгандан кейин, суюқ қотишманинг қолган ҳаммаси яхлит модда каби, ўзгармас температурада қота бошлайди. Агар таркибида 60% кадмий ва

таркибий қисмларининг процент ҳисобида ифодаланган миқдорига қандай боғлиқ эканлигини кўрсатади.

Термик анализ тўғрисида тасаввур ҳосил қилиш учун бир неча мисол кўриб ўтацимиз.

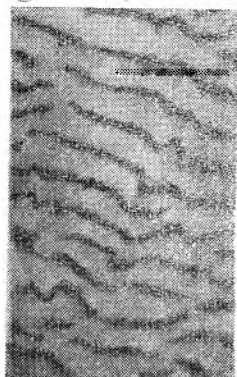
124- расмда висмут-кадмий системасининг суюқланувчанлик диаграммаси кўрсатилган. Горизонтал ўқда қотишмадаги металлларнинг миқдори процент ҳисобида берилган бўлиб, вертикал ўқда эса суюқланиш нуқталари кўрсатилган. *ACB* эгри чизикнинг *A* нуқтаси тоза висмутнинг суюқланиш температураси (271°C) ни кўрсатади. Висмутга кадмий

40% висмут бўлган суюқ қотишма совитилса, унда ҳам худди юқоридагидек ҳодиса рўй беради, аммо бунда даставвал кадмий ажралиб чиқади.

Висмут билан кадмий қотишмаси суюқланиш температурасининг энг паст нуқтаси бўлган температура  $140^{\circ}\text{C}$  — эвтектик температура деб, таркиби жиҳатдан шу температурага мувофиқ келадиган қотишма эса эвтектик аралашма ёки тўғридан-тўғри эвтектика деб аталади. Юқорида кўриб ўтилган мисолда эвтектика таркибида 40% кадмий ва 60% висмут бор.

Таркибида 40% дан кам кадмий бўлган қотишма совитилса, ундан висмут ажралиб чиқади, бунда висмут эритувчи ролини, кадмий эса эриган модда ролини ўйнайди. Диаграмманинг *C* нуқтасида висмут билан кадмий ўз ролларини алмаштиради. Таркибида 40% дан кўпроқ кадмий бўлган қотишмалардан даставвал кадмий кристалланади; бунда кадмий эритувчи, висмут эса эриган моддадир. Қотишмада кадмий миқдори 40% бўлган ҳолдагина иккала металл ҳам бир вақтда кристаллана бошлаб, эвтектика ҳосил қилади. Эвтектика микроскоп остига қўйиб текширилса, у висмут билан кадмийнинг бир-бирига жуда аралашиб кетган ниҳоятда майда кристалларидан иборат эканлиги маълум бўлади<sup>1</sup>. Висмут билан кадмийнинг бошқача таркибли қотишмаларида эса бу металллардан бирининг йирик кристаллари бўлади ва улар яхлит эвтектика массасига жойлашган.

Юқорида баён этилганларга мувофиқ диаграмма (124-расмга қаралсин) бешта соҳага бўлинади: *I* — кадмий билан



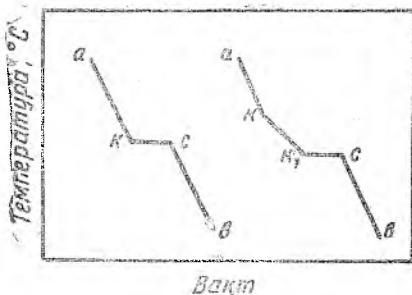
125- расм. Қалай—қўрғошнинг эвтектик қотишмасининг микрофотографияси.

<sup>1</sup> Махсус фан — металлографиянинг мазмунини ташкил этувчи бундай тадқиқотлар учун, қотишманинг кичикроқ бир жойи силлиқланади ва ялтиратилиб, кўзга каби юза ҳосил қилинади.

Ялтиратилган юзага бирор кислотанинг, ниҳорнинг ёки бошқа реактивнинг эритмаси таъсир эттирилади. Реактив баъзи моддаларга кучлироқ, баъзиларга эса кучсизроқ таъсир этади ва ялтиратилган юзада қотишма таркибий қисмларининг қиёфаси ҳосил бўлади. Ҳосил қилинган шлик микроскоп остига қўйилиб, қайтган нурда кўрилади. 125-расмда қалай билан қўрғошдан иборат эвтектик қотишманинг шлифи кўрсатилган. Металлографияга бундан 100 йил кўпроқ муқаддам рус инженери П. П. Аносов асос солган эди. Аносов текширишнинг бу методини Урадаги Златоуст заводларида биринчи бўлиб қўллана бошлади.

висмутдан ҳосил бўлган суяқ қотишма, *II* — суяқ қотишма билан висмут кристаллари аралашмаси, *III* — суяқ қотишма билан кадмий кристаллари, *IV* — эвтектика билан висмут кристаллари ва, ниҳоят, *V* — эвтектика билан кадмий кристаллари.

Суяқланувчанлик диаграммалари, одатда, қотишмаларнинг совиш эгри чизиқлари асосида тузилади. Бундай чизиқлар ҳосил қилиш учун, иккита тоза металл олиб,



126- расм. Совиш эгри чизиқлари.

ҳисса ўқига вақт, ордината ўқига температура қўйилади.

126-расмда чап томонда суяқлантирилган тоза металлнинг совиш эгри чизиги қандай шаклда бўлиши кўрсатилган. Температура даставвал *ак* эгри чизиқ бўйича бир текисда пасаяди. *к* нуқтасига келиб, эгри чизиқ синади, бунада қаттиқ фаза ҳосил бўла бошлайди, бу процессда иссиқлик чиқади, натижада температура маълум вақтгача ўзгармай туради (эгри чизиқ абсцисса ўқига параллел бўлиб боради). Суяқлантирилган металлнинг ҳамма массаси қотиб бўлгандан кейин, температура *св* эгри чизиқ бўйича бир текисда яна пасая бошлайди.

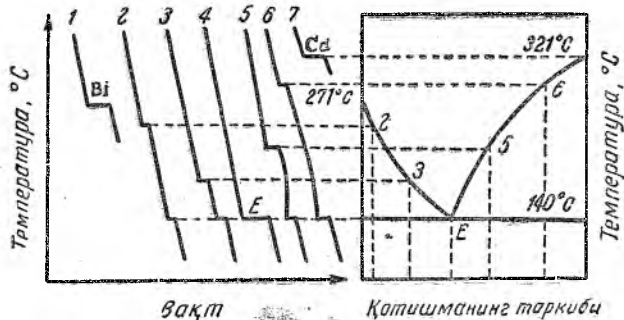
Баъзан қаттиқ металлнинг совиш эгри чизигида ҳам температура пасаяётганда унинг ўзгармай туриши кузатилади. Бу ҳодиса, қотган моддада ҳам бўладиган ва иссиқлик чиқиши билан борадиган қандайдир процесслар мавжуд эканлигидан дарак беради; масалан, бир аллотропик шаклдан бошқа бир аллотропик шаклга ўтиш процесси ана шундай процессдир.

Икки металлдан иборат қотишманинг совиш эгри чизиги бир оз бошқача шаклда бўлади. 126-расмда ўнг томонда ана шундай эгри чизиқ кўрсатилган. *К* нуқтаси (расмнинг чап томонида турган эгри чизиқдаги *кабн*) қотишманинг қота бошлашига, қотишма таркибига кирган металллардан бири

улардан ҳар хил таркибли бир нечта аралашма тайёрланади. Тайёрланган аралашмаларнинг ҳар бири суяқлантирилиб, сўнгра аста-секин совитилади ва қотаётган қотишмани температураси маълум вақт оралиқларида ўлчаб борилади.

Кузатиш натижасида олинган маълумотларга қараб, совиш эгри чизиқлари тузилади; бунинг учун абс-

кристалларининг қотишмадан ажрала бошлашига мувофиқ келади. Бунда суюқлигича қоладиган қотишманинг таркиби ўзгаради ва унинг қотиш температураси кристаллизация вақтида тўхтовсиз пасайиб боради. Аммо кристаллизация вақтида чиқадиган иссиқлик совишни секинлаштиради, бунинг натижасида к нуқтада эгри чизиқ бир оз синади. Қотишма эвтектик таркибга эришгунча кристаллар ажралиб тушиши ва температуранинг бир текисда пасайиши давом этади. Қотишма эвтектик таркибга эришгандан кейин, температура пасайишдан тўхтайтиди (к<sub>1</sub> нуқтасида), чунки эвтектика ҳосил бўлиши ўзгармас температурада боради. Эвтектика ҳосил бўлиши тўхтагандан кейин, температурада *св* чизиқ бўйича яна бир текисда пасая бошлайди.

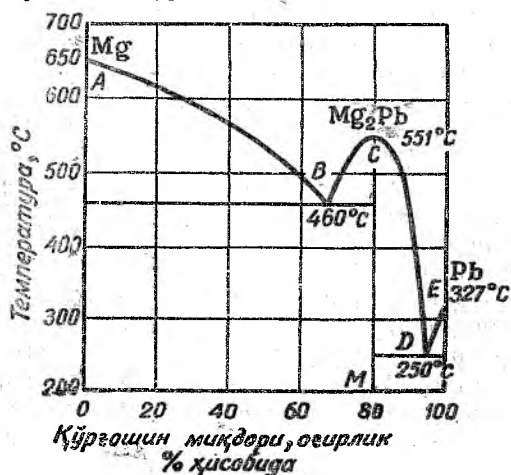


127- расм. Совиш эгри чизиқларига асосланиб, суюқланувчанлик диаграммасини тузиш.

Иккита металдан иборат ҳар хил таркибли қотишмаларнинг юқорида баён этилган йўл билан ҳосил қилинган бир нечта совиш эгри чизиқлари асосида шу системанинг суюқланувчанлик диаграммаси тузилади. Висмут-кадмий системаси суюқланувчанлик диаграммасининг қандай тузилиши 127- расмда схема тарзда кўрсатилган. 1 ва 7 эгри чизиқлари тоза висмут билан тоза кадмийнинг қотишига доир чизиқлардир; эгри чизиқларнинг қолган ҳаммаси — таркибидаги кадмий секин-аста камайиб борадиган қотишмаларнинг қотишини кўрсатади. Улардан 4 эгри чизиғи эвтектик таркибли (60% висмут ва 40% кадмийдан иборат) қотишманинг қотишига мувофиқ келади. Қўшиб суюқлантирилаётган металлар ҳимиявий бирикмалар ҳам, қаттиқ эритма ҳам ҳосил қилмайдиган ҳоллардагина юқорида кўриб ўтилган суюқланувчанлик (диаграммаларига ўхшаш) диаграммалар ҳосил бўлади. Бундай қотишмаларга, юқорида баён этилгандан ташқари,

мис билан кумуш қотишмаси (эвтектика таркибида 28% мис ва 72% кумуш бор), қўрғошин билан сурьма қотишмаси (эвтектика таркибида 13% сурьма ва 87% қўрғошин бор) ва кўпгина бошқа қотишмалар мисол бўла олади.

Икки металл бир-бирига қўшиб суюқлантилганда бир-бирида эрибгина қолмай, балки битта ёки бир нечта химиявий бирикмалар ҳосил қиладиган бўлса, суюқланувчанлик диаграммалари анча мураккаб кўринишга эга бўлади.



128- расм. Mg — Pb системасининг суюқланувчанлик диаграммаси.

128-расмда магний қўрғошин системасининг, яъни маълум бир химиявий бирикма  $Mg_2Pb$  ни ҳосил қиладиган икки модданинг суюқланувчанлик диаграммаси кўрсатилган. Бу ерда иккита эвтектик нуқта —  $B$  ва  $D$  нуқталари борлигини кўрамиз, бу нуқталардан бири  $460^\circ C$  га, иккинчиси эса  $250^\circ C$  га мувофиқ келади.  $ABCDE$  эгри чизиғидаги бўртиб чиққан қисмининг энг баланд нуқтаси ( $C$  нуқтаси)  $Mg_2Pb$  нинг суюқланиш температурасига мувофиқ келади, абсцисса ўқидаги  $M$  нуқтаси эса унинг таркибини кўрсатади. Қотишма совитилганда бу қотишмадан  $AB$  чизиғи бўйлаб магний,  $ED$  чизиғи бўйлаб қўрғошин ва  $BCD$  чизиғи бўйлаб  $Mg_2Pb$  ажралиб чиқади. Масалан, таркибида, айтайлик, 40% қўрғошин (60% магний) бўлган суюқ қотишма совитилса, бу қотишмадан аввал магний кристаллари ажралиб чиқади; магний кристаллари ажралиб чиқа борган сари температура пасая бошлайди, температура  $460^\circ$  га етганда қотишманинг суюқ ҳолда бўлган ҳамма қисми ўзгармас температурада қота бошлайди, натижаде, магний ва  $Mg_2Pb$  таркибли химиявий

бирикманинг ниҳоятда майда кристалларидан иборат эвтектик аралашма ҳосил бўлади.

Таркибида, масалан, 75% қўрғошин бўлган суяқ қотишма совитилганда ҳам худди юқоридагига ўхшаш натижа чиқади, аммо бунда даставвал  $Mg_2Pb$  кристаллари ажралиб чиқади. Температура пасайиб  $460^\circ C$  га етгунча, яъни эвтектика ҳосил бўлиш нуқтасига етгунча  $Mg_2Pb$  кристаллари ажралиб чиқаверади.

Қотишма таркибида 80% дан ортиқроқ қўрғошин бўлганда ҳам,  $250^\circ C$  да эвтектика ажралиб чиқиши билан бўладиган худди юқоридагига ўхшаш процесслар вужудга келади (128-расмдаги  $CDE$  эгри чизиққа қаралсин).

Шундай қилиб, эгри чизиқнинг  $A$  нуқтадан  $C$  нуқтагача бўлган чап қисми магний билан  $Mg_2Pb$  дан иборат қотишмаларнинг,  $C$  нуқтадан  $E$  нуқтагача бўлган ўнг қисми эса қўрғошин билан  $Mg_2Pb$  дан иборат қотишмаларнинг суяқланувчанлик эгри чизигидир.

Агар икки металл бир-бирига қўшиб суяқлантирилганда бир неча химиявий бирикмалар ҳосил бўлса, суяқланувчанлик эгри чизигида худди шунча максимум бўлиб, бу максимумлар шу бирикмаларнинг таркибини билдиради.

Шундай қилиб, термик анализ, умуман, қотишмаларнинг табиати тўғрисида ҳам, шунингдек, қўшиб суяқлантириладиган металллардан ҳосил бўладиган бирикмалар сони ва таркиби тўғрисида ҳам (қотишмаларнинг барча хоссалари, оқибатда, ана шуларга боғлиқ бўлади) фикр юритишга имкон беради.

**Мисол.** Висмут-кадмий системасининг суяқланувчанлик диаграммасига қараб: а) таркибида 50% висмут ва 50% кадмий бўлган суяқ қотишма совутилганда даставвал қандай металл ажралиб чиқишини; б) 500 г қотишмадан эвтектика ҳосил бўлиш пайтигача ўша металлнинг неча грами ажралиб чиқишини аниқланг.

1. Қотишманинг қота бошлаш температурасига тўғри келадиган нуқта  $BC$  эгри чизигида  $C$  нуқтадан юқори ётиши кераклиги 124-расмдан кўришиб турибди. Шунинг учун, қотишмани совутишда биринчи навбатда кадмий ажралиб чиқади, кадмийнинг ажралиб чиқиши қолган суяқ қотишманинг таркиби эвтектика таркибига етгунча давом этади.

2. Эвтектика таркибида 60% висмут бўлганлигидан, висмутнинг ҳаммаси эвтектика таркибига кириши керак. У ҳолда, эвтектикага қирадиган кадмийнинг оғирлиги қуйидаги пропорциядан топилади:

$$60 : 40 = 250 : x,$$

бундан

$$x = \frac{40 \cdot 250}{60} = 166,7 \text{ г кадмий}$$

Демак, эвтектика ҳосил бўлиш пайтигача

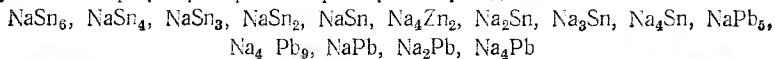
$$250 - 166,7 \times 83,3 \text{ г}$$

кадмий ажралиб чиқади.

Термик анализ туфайли, баъзи металлларнинг бошқа металллар билан ҳосил қилган ва интерметалл бирик-

малар деган умумий ном билан аталадиган кўпдан-кўп бирикмалари борлиги аниқланди. Ҳозир маълум бўлишига кўра, кўпинча, бундай бирикмалар ишқорий ва ишқорий-ер металлларнинг тоқ группаларидаги анча кучсиз металл хоссаларига эга бўлган металллар билан бирикишидан ҳосил бўлади.

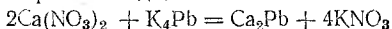
Интерметалл бирикмаларнинг таркиби, одатда, шундай формулалар орқали ифодаланадигани, бу формулалар металлларнинг металлоидлар билан ҳосил қилган бирикмаларида намоён қиладиган валентликларига мутлақо тўғри келмайди. Масалан, натрий қалай ҳамда кўрғошин билан бирикиб, қуйидаги бир қатор бирикмаларни ҳосил қилади:



Кўпгина интерметалл бирикмалар ниҳоятда барқарор бўлиб, ўзларининг суюқланиш нуқталаридан анча юқори температураларда ҳам, ажралиб кетмайди.

Интерметалл бирикмалар суёқ аммиакда эриш қобилиятига эга бўлиб, электр токи ўтказадиган эритмалар ҳосил қилади. Бундай эритмалар электролиз қилинганда, металлларнинг бири, яъни камроқ электромусбат бўлгани анодда, иккинчиси эса катодда ажралиб чиқади. Масалан,  $\text{Na}_4\text{Pb}_2$  эритмаси электролиз қилинса, анодда кўрғошин, катодда эса натрий ажралиб чиқади.

Интерметалл бирикмалар эритмаларда ҳар хил тузлар билан алмашиш реакцияларига кириша олади. Масалан:



Интерметалл бирикмалардаги металлларни бошқа металллар, худди одатдаги тузлардан сиқиб чиқаргани каби, сиқиб чиқаради.

Интерметалл бирикмаларнинг ҳосил бўлишини ва уларнинг таркибини изоҳлаб берадиган ҳеч қандай назария ҳозирча йўқ. Фақат химиявий хоссалари жиҳатидан бир-бирига жуда яқин бўлган металлларнинггина, одатда, бир-бири билан бирикма ҳосил қила олмаслиги аниқланган, холос.

Қейинги вақтларда қотишмаларни ўрганишда рентген анализи методидан кенг фойдаланила бошланди; рентген анализ, қотишмани ҳосил қилган кристаллларнинг ички тузилишини ва уларнинг кристаллик панжараларини аниқлашга имкон беради.

Қотишмаларнинг хоссалари қориштирилаётган металлларнинг хоссаларидан кўп жиҳатдан фарқ қилади ва, одатда, ҳеч қачон шу металллар хоссаларининг арифметик ўрта қиймати бўла олмайди, чунки бу металллар қўшиб суёқлантирилганда ҳар хил химиявий бирикмалар ёки қаттиқ эритмалар ҳосил бўлади. Қотишмаларнинг суёқланиш температураси, кўпинча, шу қотишма таркибига кирадиган энг осон суёқланувчи металлнинг суёқланиш температурасидан паст бўлади. Кўрғошиндан (4 ҳисса), қалайдан (2 ҳисса), висмутдан (6 ҳисса) ва кадмийдан (1 ҳисса) иборат қотишма суёқланиш температураси энг паст қотишмага мисол бўла олади. Бу қотишма  $75^\circ\text{C}$  га яқин температурада, яъни қайноқ сувга солиниши биланоқ суёқланиб кетади, ҳолбуки, юқориди баён



этилган тўртта металлнинг энг осон суюқланадигани — қалай 231,9°С да суюқланади. Аксинча, қотишмалар, одатда, шу қотишмани ташкил этган металлларнинг ҳар биридан қаттиқ бўлади, металллар қўшиб суюқлантирилганда шу металлларнинг химиявий бирикмалари ҳосил бўлган тақдирда, қотишма уни ташкил этган металллардан айниқса қаттиқ бўлади, чунки металлларнинг химиявий бирикмалари, одатда, шу металллардан қаттиқ ва, шу билан бирга, анча мўрт ҳам бўлади. Таркибида қаттиқ эритмалар бор қотишмалар жуда қаттиқ ва пухта бўлади.

197. Ниҳоятда тоза металллар олиш. Сўнгги йилларда техниканинг янги бир қанча тармоқларининг ривожланиши саноат олдига илгари йўл қўйилганига қараганда анча тоза металллар олиш вазифасини қўйди. Масалан, ядро реакторининг пухта ишлаши учун, парчаланувчи материалларда бор, кадмий ва бошқалар каби «хавфли» элементлар процентнинг миллиондан бир улушларидан ошмайдиган миқдорда бўлиши керак. Атом реакторлари учун энг яхши конструкцияон материаллардан бири бўлган тоза цирконийга жуда оз миқдорда гафний аралашган бўлса ҳам, у атом реактори учун ярамай қолади. Чала ўтказгич сифатида ишлатиладиган германий (224-параграфга қаранг) металининг 10 миллион атомига 1 атомдан ортиқ фосфор, мишьяк ёки сурьма аралашган бўлса, уни бу мақсадда ишлатиб бўлмайди. Ҳозирги замон қотишмаларга кўп ишлатиладиган ўтга чидамли қотишмаларга қўрғошин ёки олтингурут мутлақо аралашмаган бўлиши зарур.

Мутлақо тоза ҳолда олинган металлларни текшириш уларнинг хоссалари тўғрисидаги илгариги тасаввурлар кўп ҳолларда янглиш эканлигини кўрсатди. Мўрт, пластик эмас деб ҳисобланган кўпгина металллар тоза ҳолда жуда пластик эканлиги аниқланди. Масалан, титан шунчалик пластик бўлиб чиқдики, уни болгалаш, юпқа листлар, ленталар ва бошқаларни прокат қилиш мумкин бўлди. Тоза хром ҳам ниҳоятда пластикдир. Жуда тоза алюминий ҳам худди қўрғошиндек юмшоқдир; унинг электр ўтказувчанлиги эса одатдаги алюминийникидан анча юқори.

Тоза металллар электролиз қилиш, ҳар хил химиявий бирикмаларидан водород, кальций, магний ёки алюминий ёрдамида қайтариш ва бошқа усуллар билан олиниши мумкин, ammo бу усуллар билан олинadиган металлларнинг тозаланиш даражаси ҳозирги замон техникаси талабларига жавоб беради. Шунинг сабабдан сўнгги йилларда металлларни тозалашнинг махсус усуллари ишлаб чиқилди. Бу усулларнинг истиқболли энг сарлоқлари: 1) металлларни вакуумда қайта суюқлантириш йўли билан тозалаш, 2) металлларни «зонали» суюқлан-

тириш ва 3) металлларнинг учувчан бирикмаларини чўғланган юзада парчалаш усуллариدير.

Металларни вакуумда қайта суюқлантириш йўли билан тозалаш тозаланаётган металлнинг қайнаш температураси билан шу металлдаги қўшимчаларнинг қайнаш температуралари орасидаги фарққа асосланган. Бу усул билан ишлаш вақтида ё қўшимчалар металлдан ҳайдалади, ёки тозаланаётган металл қўшимчалардан ҳайдалади. Бу усул ниҳоятда тоза литий, кальций, стронций ва барий олиш учун ишлатилади. Шу усулнинг ўзи хром, марганец ва бериллий олишда ҳам қўлланилиши мумкин.

«Зонали» суюқлантириш усули тозаланаётган металлнинг қаттиқ ва суюқ фазаларида қўшимчаларнинг эриши орасидаги фарққа асосланган. «Зонали» суюқлантириш усулидан фойдаланиладиган бўлса, ичига тозаланиладиган металл қуймаси (стержени) солинган махсус шаклли лодкача ёки тигель печь орқали жуда секин (соатига бир неча миллиметр тезлик билан) сурилади. Бу вақтда металлнинг шу пайтда печь ичида турган кичикроқ қисми (зонаси) суюқланади. Лодкача (тигель) сурила борган сари суюқ металл зонаси қуйманинг бир учидан иккинчи учига томон силжийди. Металлдаги қўшимчалар суюқланиш зонасига йиғила боради, шу зона билан бирга силжийди ва суюқлантириш тамом бўлгач, қуйманинг охирига тўғри келиб қолади. Бу операцияни кўп марта такрорлаб, тозалик даражаси жуда юқори бўлган металл олиш мумкин.

Германий, кремний, қалай, висмут ва галлий таркибидаги қўшимчалардан «зонали» суюқлантириш усули билан тозаланилади.

Металларнинг учувчан бирикмаларини чўғланган юзада парчалаш. Титан, цирконий, хром, тантал, ниобий, кремний ҳамда ванадий унча юқори бўлмаган температурада учувчан химиявий бирикмалар ҳосил қилади. Бу бирикмалар чўғланган юзага текканда парчаланаяди, натижада, жуда тоза металл қавати ҳосил бўлади.

Мисол тариқасида, тоза титан олиш усулини тасвирлаб ўтамиз. Титан йод билан реакцияга осон киришиб, 200—300°C да газ ҳолатида бўладиган бирикма ҳосил қилади. Демак, қўшимчалар билан ифлосланган титан ва йод аралашмаси қиздирилса, титан қўшимчалардан ажралиб, газ ҳолатига ўтади, ҳосил бўлган газ 1200—1400°C гача қиздирилган сим устидан ўтказилса, таркибий қисмларга ажралади. Бу вақтда титан сим бетига ўтириб қолади, бўшаб қолган йод ажралиб чиқади; бу йоддан ифлосланган титаннинг янги порцияларини ишлаш учун фойдаланиш мумкин,

## XIX БОБ

### ДАВРИЙ СИСТЕМАНИНГ БИРИНЧИ ГРУППАСИ

Даврий системадаги биринчи группа элементлари, аввало, атомларидаги сиртқи электрон қаватларининг бир хилда тузилганлиги билан характерланади, бу группадаги ҳамма элементлар атомларнинг сиртқи электрон қаватида фақат биттадан электрон бўлади. Аммо группадаги айрим элементлар атомларининг сиртдан ҳисоблаганда иккинчи қавати ҳар хил тузилган. Бу ҳол тегишли элементларнинг хоссаларига катта таъсир этади ҳамда шу группани иккита группачага — асосий ва қўшимча группачаларга бўлишни зарур қилиб қўяди. Типик элементлар — литий билан натрий ва атомларининг тузилиши жиҳатидан бу икки элементга ўхшаш бўлиб, катта даврларнинг жуфт қаторларига кирадиган ҳамда сиртдан иккинчи қаватида саккизтадан электрон бўладиган элементлар, яъни калий, рубидий ва цезий асосий группачани ҳосил қилади\*. Қўшимча группачага катта даврларнинг тоқ қаторларидаги элементлар — мис, кумуш ва олтин киради, уларнинг сиртдан иккинчи қаватида ўн саккизтадан электрон бўлади.

#### ИШҚОРИЙ МЕТАЛЛАР

Элемент	Символ	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
				2	1				
Литий . . . . .	Li	6,939	3	2	1				
Натрий . . . . .	Na	22,9898	11	2	8	1			
Калий . . . . .	K	39,102	19	2	8	8	1		
Рубидий . . . . .	Rb	85,47	37	2	8	18	8	1	
Цезий . . . . .	Cs	132,905	55	2	8	18	18	8	1

\* Сунъий йўл билан олинган элемент—франций (№ 87) ҳам ана шу группачага киради.

**198. Ишқорий металлларнинг умумий характеристикаси.** Биринчи группа асосий группачасидаги элементларнинг «ишқорий металллар» деб аталганлигига сабаб шуки, бу группанинг иккита асосий вакили — натрий ва калийнинг гидроксидлари «ишқорлар» деган ном билан қадимданоқ маълум эди. 1807 йилда Дэви бу ишқорларни суюқлантирилган ҳолда электролиз қилиш йўли билан эркин ҳолдаги калий ва натрийни дунёда биринчи бўлиб ажратиб олди.

Ишқорий металллар атомларининг сиртқи электрон қаватида ядродан анча узоқда турадиган битта электрон бўлганлиги учун, ишқорий металлларнинг атомлари бу электронни осонгина бериб, тегишли инерт газнинг барқарор қобиқли ва битта мусбат зарядли ионига айланади. Шунинг учун, ишқорий металллар металлларнинг энг типик вакиллари дир. Ишқорий металлларда барча металл хоссалар жуда равшан ифодаланган. Ишқорий металллар электронлар бириктириб олишга мутлақо қобил эмас.

Ишқорий металллар атомларининг сиртқи электрон қаватларигина эмас, балки сиртдан иккинчи қаватлари ҳам бир хилда тузилганлиги учун, ишқорий металллар бир-бирига жуда ўхшайди. Аммо, шу билан бир вақтда, литийдан цезийга ўтиш билан металл атомларидаги ядро зарядининг ва электронлар умумий сонининг ортиб бориши натижасида группадаги айрим элементлар орасида сифат жиҳатидан бир қадар фарқ вужудга келади. Бу фарқ, худди бошқа группа элементларидаги каби, асосан, тартиб номерининг ортиб бориши билан валент электронларини анча осон беришида ва металл хоссаларининг кучайиб боришида намоён бўлади.

**199. Табиатда ишқорий металллар.** **Ишқорий металлларнинг олиниши ва хоссалари.** Ишқорий металллар жуда осон оксидланувчи металллар бўлганлигидан, табиатда нуқул бирикмалар ҳолида учрайди. Натрий билан калий ер юзида энг кўп тарқалган элементлар қаторига киради: ер қобиғида 2,40% натрий, 2,35% калий бор. Бу металлларнинг иккаласи ҳам ҳар хил минераллар ва силикатлар типидagi тоғ жинслари таркибига киради. Натрий хлорид денгиз сувида бўлади, шунингдек, ер шарининг кўпгина жойларида тош тузнинг гоят катта қатламларини ҳосил қилади. Бу қатламларнинг юқориги қисмида, баъзан, анча миқдорда калий бўлади, у, асосан, калий хлорид ҳолида ва натрий ҳамда магний билан қўш туз ҳосил қилган ҳолда бўлади. Аммо калийли тузларнинг саноат учун аҳамиятга эга бўлган катта-катта конлари кам. Бу конлардан энг муҳимлари СССРдаги Соликамск конлари, ГДР даги Стассфурт конлари, Франциядаги Эльзас конлари дир. Чилида натрийли селитра конлари бор. Кўпгина қўллар

сувида сода бўлади. Ниҳоят, гоят кўп миқдордаги натрий сульфат Каспий денгизининг Қора-Бўғоз-Гўл қўлтиғидадир; қиш фаслларида бу туз қўлтиқ тубига чўкиб, жуда қалин қатламлар ҳосил қилади.

Қолган бошқа учта ишқорий металл — литий, рубидий ва цезий натрий билан калийга қараганда анча кам тарқалган. Булардан энг кўп учрайдигани литийдир, аммо таркибида литий бўладиган минераллар камдан-кам жойлардагина катта уюмлар ҳолида учрайди. Кўпгина минерал булоқлар сувида, тупроқда, шунингдек, баъзи ўсимликларнинг, масалан, лавлаги, тамаки ва хмелнинг кулида литий «асари»ни топиш мумкин. Рубидий билан цезий литийли баъзи минералларда жуда оз миқдорда бўлади.

Ишқорий металллар ўз бирикмаларида, ҳамма вақт, мусбат зарядланган ионлар ҳолида бўлади. Ишқорий металлларнинг атомлари электронлар бериб, жуда осон оксидланади, уларнинг ионлари эса, аксинча, қийин қайтарилади. Шу сабабдан, ишқорий металлларнинг ионларини қайтариш учун, жуда кучли қайтариш воситаларидан—электр токидан фойдаланилади. Натрий билан калий техникада шу металлларнинг суюқлантирилган гидроксидларини ёки суюқлантирилган хлоридларини электролиз қилиш йўли билан олинади; суюқлантирилган литий хлоридни ёки литий хлорид билан калий хлориднинг суюқлантирилган аралашмасини электролиз қилиш йўли билан литий ажратиб олинади.

Ишқорий металлларнинг ҳаммаси металлларга хос ялтироқликка эга бўлиб, уларнинг бу ялтироқлигини металлнинг эндигина қирқилган юзасида кўриш мумкин. Металлнинг ялтираб турган юзаси ҳавода оксидланиши натижасида дарҳол хираланади.

Ишқорий металллар унча қаттиқ бўлмайди, электрни жуда яхши ўтказади, уларнинг зичлиги кичик, суюқланиш ва қайнаш температуралари паст бўлади. Улардан зичлиги энг кичик ( $0,534 \text{ г/см}^3$ ) бўлгани литий, суюқланиш температураси энг паст ( $28,5^\circ\text{C}$ ) бўлгани эса цезийдир.

Ишқорий металлларнинг асосий физик константалари 28-жадвалда кўрсатилган.

Ишқорий металллар суюқ аммиакда эриб, тўқ кўк тусли коллоид эритмалар ҳосил қилади.

Агар ишқорий металл тузи газ горелкасининг ёруғмас (рангсиз) алангасига киритилса, туз юқори температура таъсиридан ажралиб кетади ва эркин ҳолга ўтган металлнинг буғи алангани шу металлга хос бўлган тусга бўяйди. Масалан, литий алангани тўқ қизил тусга, натрий — сариқ тусга бўяйди ва ҳоказо. Бўялган алангани спектроскоп ёрдами билан қара-

## Ишқорий металлларнинг энг муҳим физик константалари

Константалари	Литий	Натрий	Калий	Рубидий	Цезий
Зичлиги, $г/см^3$ ҳисобида	0,534	0,97	0,86	1,532	1,90
Суюқланиш температура- си, °С ҳисобида . . . .	180	97,8	63,6	38,8	28,5
Қайнаш температураси, °С ҳисобида . . . . .	1350	900	776	705	688
Атомнинг радиуси, °А ҳисобида . . . . .	1,55	1,89	2,36	2,48	2,68

сак, шу металлга хос бўлган спектрни кўрамиз. Бу элементлар текшириляётган моддада, ҳатто билинар-билинемас миқдорда бўлса ҳам, уни ана шундай йўл билан топиш мумкин.

**Спектрал анализ.** Газсимон ҳолатда бўладиган ҳар хил моддаларнинг спектрлари устида қилинган кўпдан-кўп текширишлар ҳар қайси химиявий элементнинг, шунингдек, кўнгина мураккаб моддаларнинг ўзига хос спектри бўлишини кўрсатади; бир модданинг спектри ўзнда бўлган чизиқларнинг сони ва уларнинг жойлашиши жиҳатидан бошқа моддаларнинг спектрларидан фарқ қилади. Аралашмаларнинг спектрларини текширишда, шу аралашмага кирадиган ҳар қайси модданинг ўзига хос спектри олинади, шундай йўл билан, спектрга қараб, аралашмада қандай модда борлигини билса бўлади. Моддаларни текширишнинг бу махсус методи ана шунга асосланган, бу метод спектрал анализ деб аталади.

Спектрал анализ химия учун гоят катта аҳамиятга эга. Текшириляётган модда миқдори ниҳоятда оз бўлган ҳолларда спектрал анализ айниқса муҳим роль ўйнайди. Бу методнинг сезгирлиги одатдаги химиявий реакцияларнинг сезгирлигидан кўп даражада баланддир. Масалан, натрийнинг спектридаги ўзига хос бўлган сариқ чизиқ, алангада миллиарддан бир грамм натрий бўлганда ҳам кўриниб туради. Жуда оз миқдорда учрайдиган кўнгина нодир элементлар, шу жумладан рубидий ва цезий ҳам, спектрал анализ ёрдами билан топилган.

Ишқорий металллар, ўзларининг химиявий хоссалари жиҳатидан, энг актив элементлар қаторига киради. Турли ишқорий металлларнинг активлиги ҳар хил бўлади; бу активлик уларнинг тартиб номери ортиб бориши билан сезиларли даражада ошади. Атом радиуслари, яъни валент электронлар билан ядро оралиги ортган сари активлик ҳам ортиб боради (28-жадвалга қаранг). Бундай қонуниятнинг мавжуд эканлиги ўз-ўзидан тушунарлидир: валент электрон ядродан қанчалик узоқ бўлса, шу электрон билан ядро орасидаги боғланиш шунчалик кучсиз бўлади ва бу электрон ядродан шунчалик осон ажралиб кетади. Металлларнинг активлиги, шу металллар атомларининг валент электронларини осон ёки қийин беришига

боғлиқ бўлганлиги учун, литий — цезий қаторида активликнинг ортиб бориши табиийдир.

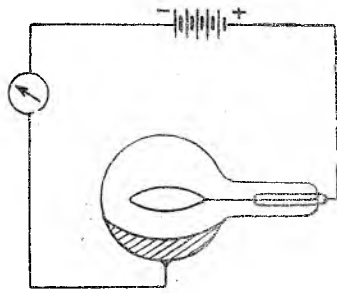
Атомдаги электронларнинг боғланиш мустаҳкамлиги, юқорида айтиб ўтилганидек, элементнинг ионланиш энергияси ёки бошқача айтганда, ионланиш потенциали миқдори билан белгиланади. Ишқорий металллар атомларининг ионланиш потенциаллари энг кичик бўлади.

Элемент . . . .	литий	натрий	калий	рубидий	цезий
Ионланиш потенциали, в	5,39	5,138	4,339	4,176	3,893

Юқорида келтирилган маълумотлар литийдан цезийга ўтишда ионланиш потенциалларининг камайишини, демак, сиртқи электроннинг атом ядроси билан боғланиши заифлашиб боришини яққол кўрсатиб туради.

Ҳар хил ташқи таъсиротлар натижасида, жумладан, металлнинг тоза юзасига ёруғлик таъсир этганда, ишқорий металллар атомларининг электронларини осон йўқотиш қобилияти шу металллар ионланиш потенциалларининг пастлигидан келиб чиқади. Фотоэлементларнинг, яъни ёруғлик энергиясини тўғридан-тўғри электр энергиясига айлантирадиган асбобларнинг ишлаши ҳам ана шу ҳодисага асосланган. Цезий ёруғлик таъсирини айниқса яхши сезади.

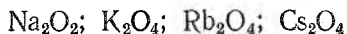
Фотоэлементнинг тузилиш схемаси 129-расмда кўрсатилган. Шарсимон шиша идишнинг ички томони ярмигача ишқорий металлдан бирининг юпқа қавати билан қопланган. Металл қавати устига платина симидан қилинган ҳалқа ёки тўр ўрнатилган. Қолба жуда паст босимли неон ёки бошқа инерт газ билан тўлдирилган. Тўр ва металл қавати ташқи занжир билан бирлаштирилади, бу занжирга элементлар батареяси ва гальванометр уланади. Ёруғлик бўлмаганда занжир узилганлигича қолади; фотоэлементдан ток ўтмайди. Агар металлнинг юзаси ёруғлантирилса, ундан электронлар узлиб чиқа бошлайди ва тўр томонга қараб учиб, занжирни улайди ва бу занжирда ўзгармас ток ҳосил қилади.



129-расм. Фотоэлементнинг схемаси.

Фотоэлементлар амалда тасвирни узоқ жойга узатишда (масалан, телевидение ишида), турли-туман сингнализация установакаларида, овозли кино механизмларини автоматик бошқаришда ва шу кабиларда кенг ишлатилади.

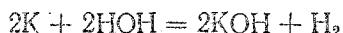
Ишқорий металлларнинг ҳаммаси ҳам кислород билан шиддатли сураатда бирикади. Рубидий билан цезий ҳаводаёқ ўз-ўзидан алангаланиб кетади; литий, натрий ва калий бир оз қиздирилганда ўт олади. Шу нарса ниҳоятда диққатга сазоворки, ёнганда фақат литийнинг ўзи нормал оксид  $Li_2O$  ҳосил қилади, ишқорий металлларнинг қолганлари ёнганда эса таркиблари қуйидагича пероксидлар ҳосил бўлади:



$M_2 O_4$  типдаги пероксидларнинг тузилиши ҳали аниқ маълум эмас, бу формуладаги  $M$  ишқорий металлни билдиради.

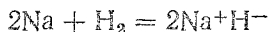
Ишқорий металллар галогенлар билан, айниқса хлор ва фтор билан, шиддатли суратда реакцияга киришади.

Ишқорий металллар кучланишлар қаторида водороддан анча олдинда турганлигидан, улар водородни кислоталардангина эмас, балки сувдан ҳам (сувда водород ионларининг концентрацияси жуда кичик бўлади) сиқиб чиқаради ва жуда кучли асослар ҳосил қилади.



*Ишқорий металллар химиявий реакцияларда ўз валент электронларини осон берганликлари учун, улар ниҳоятда актив қайтарувчилардир.*

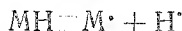
Ишқорий металлларнинг қайтарувчанлик қобилияти шу қадар кучлики, улар ҳатто водород атомларини ҳам қайтариб, уларни манфий зарядланган  $H^-$  ионларга айлантиради, бу ионларнинг электрон конфигурацияси инерт газ гелийнинг электрон конфигурациясига ўхшайди. Масалан, ишқорий металллар водород оқимида қиздирилса,  $MH$  типдаги қаттиқ кристаллик моддалар ҳосил бўлади, бу моддалар гидридлар деб аталади, гидридлар таркибига манфий зарядланган водород киради.



Гидридлар сув билан реакцияга киришиб, водород ва ишқорлар ҳосил қилади:



Гидридлар ўзларининг химиявий характери жиҳатидан галогенид кислоталарининг тузларига ўхшаб кетади. Ишқорий металлларнинг гидридлари суяқ аммиакда эриб, электр ўтказувчи эритмалар ҳосил қилади. Бундай эритмалар электролиз қилинганда катодда металл, анодда эса водород ажралиб чиқади; демак, водород эритмада  $H^-$  ионлар ҳолида бўлади:



Ишқорий металллар кўпдан-кўп тузлар ҳосил қилади. Литийнинг бир неча тузлари ( $LiF$ ,  $Li_2CO_3$ ,  $Li_3PO_4$ ) дан ташқари, ишқорий металлларнинг қарийб ҳамма тузлари сувда яхши эрийди. Шу сабабдан, реакция учун бирор анион талаб этилса, бу анион қарийб ҳамма вақт ишқорий металл тузи ҳолида олинади. Ишқорий металлларнинг кучсиз кислоталардан ҳосил бўлган тузлари эритмада гидролизланганлиги туфайли уларнинг эритмалари ниҳоятда кучли ишқорий реакцияга эга.

Ишқорий металллардан ва уларнинг бирикмаларидан тех-



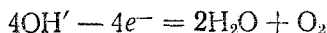
никада кенг қўламда фойдаланилади. Таркибида литий бирикмалари бўлган сурков материаллари +120 дан —60°С гача ўз мойлаш хоссаларини сақлаб қолади ва авиацияда кўп ишлатилади. Ишқорий аккумуляторларга ўювчи литийдан озроқ қўшилса, аккумуляторларнинг қуввати ошади ва уларнинг ишлаш муддати уч барабар ортади. Литий хлорид ва литий бромид сув ости кемаларида ҳавони тозалаш учун ишлатилади. Литий бирикмалари оптик шишалар ва ҳоказо таркибига киради. Цезий ва рубидий фотоэлементлар тайёрлаш учун ишлатилади. Натрий, калий ва уларнинг тузлари амалий жиҳатдан айниқса катта аҳамиятга эга.

**200. Натрий (Natrium); атом оғирлиги 22,9898.** 12% ча сода қўшилган суюқ ўювчи натрийни ёки суюқ натрий хлоридни электролиз қилиш йўли билан металл ҳолидаги натрий олиниши юқорида айтиб ўтилган эди.

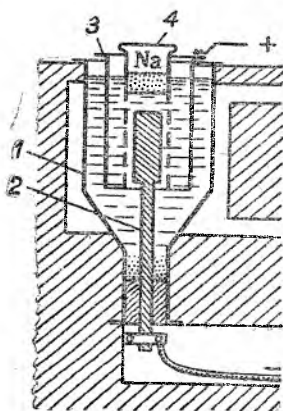
Ўювчи натрийдан натрий ажрати олиш учун ишлатиладиган установканинг схемаси 130-расмда кўрсатилган. Ичига 200 кг NaOH сиғадиган ва печга тушириб суваб қўйилган пўлат идиш (1)нинг сиртки томони идиш ичидаги ўювчи натрийни суюқланган ҳолда сақлаб туриш учун қизиган газ билан иситиб турилади. Йўғон никель ёки мис стержень (2) катод хизматини ўтайди, бу стержень идишнинг тубидан бир оз ўтган бўлади, никелдан ясалган цилиндр (3) анод хизматини ўтайди. Катод темир тўр билан ўралган бўлиб, бу тўрнинг юқориги чети қопқоқ (4) билан беркитилган темир цилиндрдан чиқиб туради. Тўрнинг вазифаси чиқаётган натрийни анодга ўтказмасликдан иборат.

Суюқланган натрий электролиз процессида темир цилиндр ичида тўпланиб боради, у ердан эса вақт-вақти билан олиниб, қолипларга қуйилади.

Анодда гидроксил ионлари зарядсизланиши натижасида кислород ажралиб чиқади:



Ҳосил бўладиган сув бутунлай деярли буғланиб кетади, аммо, шунга қарамай, электр токи сувнинг бир қисмини аж-



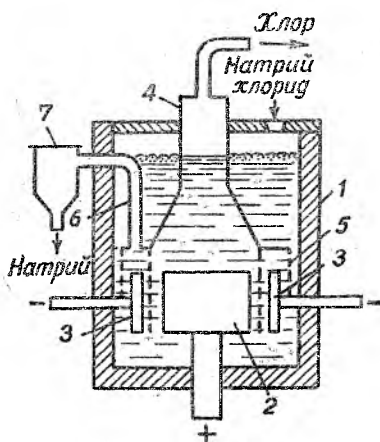
130-расм. NaOH дан металл ҳолидаги натрий ажрати олиш учун ишлатиладиган установканинг схемаси:

1 — реакция борадиган идиш; 2 — катод; 3 — анод; 4 — тўри ва қопқоғи бор темир цилиндр.

ратиб юборади, бунинг натижасида катодда натрий билан бир вақтда водород ҳам ажралиб чиқади.

Суюқлантирилган натрий хлориддан натрий ажратиш олиш ниҳоятда диққатга сазовордир, чунки бунда қимматбаҳо ўювчи натрий ўрнига анча арзон маҳсулот — ош тузи ишлатилади.

Натрий хлоридни электролиз қилиш учун ишлатиладиган ванна (131-расм) ичига ўтга чидамли гишт терилган пўлат



131-расм. NaCl дан металл ҳолидаги натрий ажратиш олиш учун ишлатиладиган установканинг схемаси:

1 — темир кожух; 2 — анод; 3 — катод; 4 — қалпоқ; 5 — турсимон тўсиқ; 6 — труба; 7 — йиғгич.

кожух (1) дан иборат. Графитдан ясалган анод (2), никелдан ясалган катод (3) билан ўралган катоднинг сиртқи деворлари электроизоляция материал билан қопланган. Қалпоқ (қолокол) (4) остида турсимон тўсиқ (5) бўлиб, бу тўсиқ катодни ўраб туради. Металл ҳолидаги натрий ҳалқасимон катод бўшлиғига йиғилади ва труба (6) орқали йиғгич (7) га ўтади. Ванна қопқоғидаги тешикдан натрий хлорид солинади.

Бу усулнинг камчилиги шундан иборатки, электролизни анча юқори (610—650°C) температурада олиб боришга тўғри келади, бунинг учун эса аппарат конструкциясини мураккаброқ қилиш керак бўлади.

Эркин ҳолдаги натрий худди кумушдек оқ металл бўлиб, унинг зичлиги  $0,97 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси эса  $97,8^\circ\text{C}$  га тенг. Натрий пичоқ билан кесиш мумкин бўлган даражада юмшоқ металлдир. Натрий ҳавода осон оксидланувчан металл бўлганлиги учун, одатда, керосин остида сақланади.

Натрий метали жуда кўп жойда ишлатилади, унинг ишлатилиши йилдан-йилга ортиб бормоқда. Натрий органик бирикмалар, жумладан, тетраэтилқўрғошин олишда реагент сифатида ишлатилади. Химия саноатида кенг кўламда ишлатиладиган маҳсулотлар — натрий пероксид ва натрий амид олиш учун дастлабки материал сифатида ундан фойдаланилади. Алюминий — кремний қотишмаларининг кон-

струкцион хоссаларини яхшилаш учун уларга озроқ миқдор натрий қўшилади. Ниҳоят, натрийнинг ва натрий билан калий қотишмасининг анчагина миқдоридан ядро энергияси установакаларида иссиқлик узатувчи муҳит сифатида фойдаланилади.

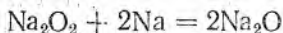
Лабораторияларда натрий баъзи органик эритувчилардаги сув «асари»ни йўқотиш учун ишлатилади.

Фақат капиталистик мамлакатларда йилига ишлаб чиқариладиган натрий миқдори 150 минг т га яқинни ташкил этади.

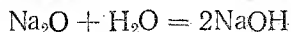
Натрий симоб билан қўшилиб, қаттиқ қотишма — натрий амальгамаси ҳосил қилади, натрий амальгамаси, баъзан, тоза натрий ўрнида, қайтарувчи сифатида ишлатилади.

Натрий кислород билан бирикиб, иккита бирикма: натрий оксид  $\text{Na}_2\text{O}$  билан натрий пероксид  $\text{Na}_2\text{O}_2$  ҳосил қилади.

*Натрий оксид.*  $\text{Na}_2\text{O}$   $180^\circ\text{C}$  дан юқори бўлмаган температурага қиздирилган натрий устидан муътадил миқдорда кислород ўтказиш ёки натрий пероксидга металл ҳолидаги натрий қўшиб қиздириш йўли билан олиниши мумкин:



Натрий оксид сув билан шиддатли суратда реакцияга киришиб, натрий гидроксид ҳосил қилади, бунда жуда кўп иссиқ чиқади:



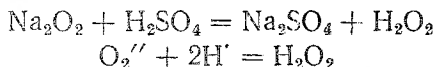
*Натрий пероксид*  $\text{Na}_2\text{O}_2$  натрийнинг ҳавода ёки кислородда ёндирилишидан ҳосил бўлади. Заводларда натрий пероксид металлик натрийни ясси алюминий косаларда қиздириш йўли билан тайёрланади, бу косалар темир труба ичига жойлаштирилган бўлиб, трубадан таркибида карбонат ангидрид бўлмаган ҳаво ўтказилади. Ҳосил қилинган маҳсулот сарғиш кукун ҳолида бўлиб, унинг таркибида 93% га яқин  $\text{Na}_2\text{O}_2$  бўлади. Натрий пероксид ниҳоятда кучли оксидлаш хоссаларига эга. Кўпгина органик моддалар натрий пероксидга тегиши биланоқ алангаланиб кетади.

Натрий пероксид совуқ сувда эҳтиётлик билан эритилса, таркибида ўувчи натрий ва водород пероксид бор эритма ҳосил бўлади. Шуни эслатиб ўтиш керакки, ҳозирги вақтда пероксидларнинг ҳаммаси ниҳоятда кучсиз кислота — водород пероксиднинг тузлари деб қаралади. Шунинг учун, натрий пероксид билан сув орасида бўладиган ўзаро таъсир, аслини олганда, кучсиз кислота билан кучли асосдан ҳосил бўлган тузнинг гидролизидир:



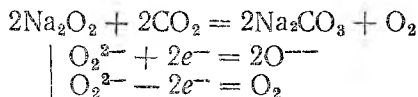
Агар ҳосил қилинган эритма қиздирилса, водород пероксиднинг ажрალიши натижасида, ундан кислород чиқади.

Натрий пероксидга суюлтирилган кислоталар таъсир этирилганда ҳам водород пероксид ҳосил бўлади:



Натрий пероксид сувда ёки суюлтирилган кислоталарда эритилганда водород пероксид ҳосил бўлганлигидан, натрий пероксид металлари, жун, ипак, похол, пат ва шу каби нарсаларни оқартиришда кенг ишлатилади.

Натрий пероксидга карбонат ангидриднинг таъсир этиш реакцияси муҳим аҳамиятга эга:



Натрий пероксиднинг изоляцияланган противогазларда қўлланилиши ва сув ости кемаларида кишилар нафасидан чиқадиган карбонат ангидридни ютириш ва, шу билан бир вақтда, кема ҳавосидаги кислород запасини тўлдириб туриш учун ишлатилиши ана шу реакцияга асосланган.

*Натрий гидроксид* NaOH оқ, қаттиқ, ниҳоятда гигроскопик модда бўлиб, 328° да суюқланади. Натрий гидроксид газ-молларга, кўн (тери)га, қоғоз ва бошқа органик моддаларга кучли таъсир этиб, уларни жуда ўйиб юборади, шунинг учун, натрий гидроксид ўювчи натрий (ўювчи натр) деб ҳам аталади («натр» сўзи — натрий оксиднинг эски номи).

Ўювчи натрий сувда эриганда жуда кўп иссиқлик чиқади, чунки бунда ҳар хил гидратлар ҳосил бўлади.

Ўювчи натрий оғзи жуда яхшилаб беркитиладиган идишларда сақланиши керак, чунки у, ҳаводаги карбонат ангидридни осон ютиб олиб, секин-асга натрий карбонатга айланади.

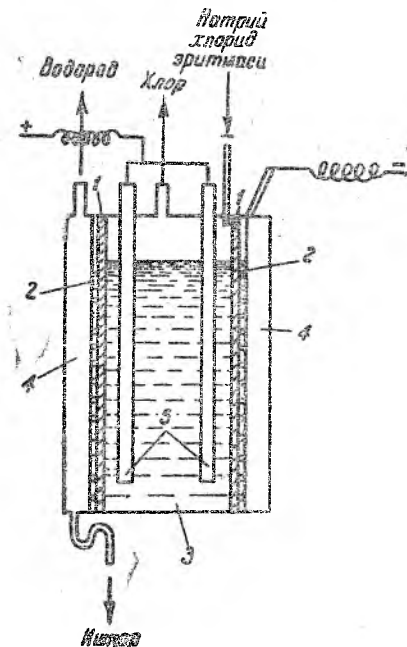
Ўювчи натрий олишининг асосий усули ош тузининг сувдаги эритмасини электролиз қилишдир. Эритмадан электр токи ўтказилганда катодда водород ионлари зарядсизланади ва, шу билан бир вақтда, гидроксил ионлари катод ёнига тўпланади бунинг натижасида, ўювчи натрий ҳосил бўлади; анодда хлор ажралиб чиқади. Электролиз натижасида ҳосил бўладиган маҳсулотлар зинҳор бир-бирига аралашиб кетмаслиги керак, акс ҳолда, ўювчи натрий хлор билан реакцияга киришиб, NaCl ва NaClO ҳосил қилади:



Ўювчи натрий эритмасига хлорни ўтказмасликнинг бир неча усули бор. Бу усуллардан энг кўп қўлланиладиган диафрагма усули бўлиб, бунда анод бўшлиғи билан катод бўшлиғи бир-биридан асбестдан ясалган тўсиқ билан ажратилади. Бу усулдан фойдаланилиб, ўювчи натрий олиш учун ишлатиладиган электролитик ванналарда (132-рasm) вертикал ҳолатда ўрнатилган диафрагма (1) анод бўшлиғи (3) ни катод бўшлиғи (4) дан ажратиб туради, диафрагма (1) эса тешик-тешик темир катод (2) га тигиз тегиб туради. Анод хизматини графит таёқчалар (5) бажаради. Электролиз процессида анод бўшлиғига тўхтовсиз суратда натрий хлорид эритмаси кириб туради, катод бўшлиғидан эса таркибида натрий хлорид ва ўювчи натрийдан иборат аралашма бўлган эритма чиқиб туради. Бу эритма буглатилганда натрий хлорид кристалланиб, ишқорнинг деярли тоза эритмаси қолади. Бу эритма қуйиб олинади ва бутун суви чиқиб кетгунча буглатилади. Ҳосил қилинган NaOH суюқлантирилиб, қолипларга қуйилади. Ўювчи натрий ажратиб олишда хлор билан водород ҳам чиқади.

Агар катод сифатида симоб метали олинса, натрий хлориднинг электролизи бир оз бошқача бўлади. Бу ҳолда катодда, водород ионлари эмас, балки натрий ионлари зарядсизланади. Ажралиб чиқадиган натрий симобда эриб, натрий амальгамаси деб аталадиган суюқ қотишмани ҳосил қилади. Иссиқ сув амальгамани осон ажратиб юборади, бунда ўювчи натрий ҳосил бўлади, водород ажралиб чиқади ва симоб эркин ҳолга ўтади. Шундай қилиб, катод сифатида симобдан фойдаланиш йўли билан, муглақо тоза, яъни ажралмай қолган натрий хлорид аралашмаган ўювчи натрий олиш мумкин.

Симобдан фойдаланиб, ўювчи натрий олиш учун ишлатиладиган установканинг схемаси 133-рasmда кўрсатилган. Установка икки қисмдан — электролизёр (1) (электролизёрда натрий амальгамаси ҳосил бўлади) ва ажратгич (2) дан иборат (ажратгичда ўювчи натрий ҳосил бўлади ва водород ажралиб чиқади). Электролизёр тубига ороққ симоб қуйилган бўлади. Электролизёрнинг бир томонидан натрий хлориднинг тўйинган эритмаси тўхтовсиз суратда кириб туради, электролизёрнинг иккинчи томонидан эса таркибида натрий хлорид камроқ бўлган эритма чиқиб туради. Ҳосил бўладиган хлор юқори томондан чиқариб юборилади, натрий амальгамаси эса ажратгич (2) га тўхтовсиз суратда ўтиб туради ва бу ерда амальгамани шу ажратгичга кирадиган иссиқ сув ажратиб юборади. Ҳосил бўладиган ишқор эритмаси махсус тешикдан оқиб чиқади; водород ажра-

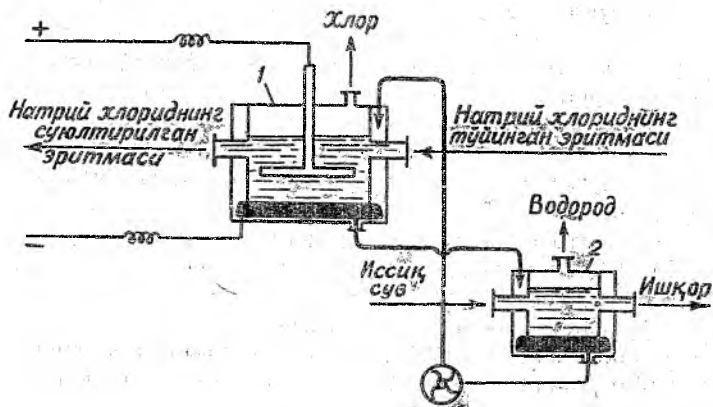
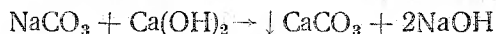


132-рasm. Вертикал диафрагмали электролитик ваннанинг схемаси:

- 1 — диафрагма; 2 — катод; 3 — анод бўшлиғи; 4 — катод бўшлиғи; 5 — анодлар.

гичнинг тепасидаги труба орқали чиқариб юборилади. Регенератланган симоб, элеватор ёрдами билан яна электролизёр (1) га қайтарилади.

Ўювчи натрий ҳосил қилишнинг электролитик усулидан ташқари, баъзан, анча эски усул, яъни сода эритмасига сўндирилган оҳак қўшиб қайнатиш усули ҳам қўлланилади:



133-расм. Симобдан фойдаланиб, ўювчи натрий олиш учун ишлатиладиган установканинг схемаси.

1-электролизёр; 2-акратгич.

Реакция тамом бўлгандан кейин, эритма кальций карбонат чўкмасидан айириб олинади, сув буглатиб юборилиб, ҳосил бўлган ўювчи натрий суюқлантирилади.

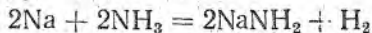
Ўювчи натрий асосий химия саноатининг энг муҳим маҳсулотларидан биридир. Дунёда (СССР дан ташқари) ҳар йили 7,5 млн. тоннадан ортиқ ўювчи натрий олинишини кўрсатиб ўтишнинг ўзи кифоя.

Техникада ўювчи натрий кўпинча, каустик сода деб аталади. Каустик соданинг гоят кўп миқдори нефть саноатида нефтни қайта ишлашда чиқадиган маҳсулотларни тозалаш учун, совун пишириш саноатида, қоғоз, тўқимачилик саноатларида, сунъий тола ишлаб чиқаришда ва бир қатор бошқа соҳаларда ишлатилади.

Мамлакатимизда 1964 йилда 1,153 млн. т, яъни революциядан илгариги Россияда ишлаб чиқарилганидан 20 барабар ортиқ ўювчи натрий ишлаб чиқарилди.

Натрий амид  $\text{NaNH}_2$  суюқланиш температураси  $210^\circ\text{C}$  бўлган қаттиқ моддадир. Натрий амид газсимон ёки суюқ аммиакни

суюқлантирилган ёки диэтиланилинда эритилган натрий металига таъсир эттириш йўли билан олинади:



Натрий амид органик синтезда, жумладан, индиго (нил бўёғи) ҳосил қилишда кенг кўламда ишлатилади.

**Натрий тузлари.** Натрий бизга маълум бўлган барча кислоталар билан реакцияга киришиб, туз ҳосил қилади. Натрийнинг энг муҳим тузлари ва бу тузларнинг ишлатилиши тегишли кислоталар баён этилганда айтиб ўтилганлиги учун, биз бу ерда фақат тубандаги тузларни эслатиб ўтамыз.

$\text{NaCl}$  — натрий хлорид, яъни ош тузи

$\text{Na}_2\text{S}$  — натрий сульфид

$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  ўнта молекула суви бор натрий сульфат ёки глаубер тузи

$\text{NaNO}_3$  — натрий нитрат ёки натрийли селитра

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  — натрий карбонат ёки сода

$\text{Na}_2\text{SiO}_3$  — натрий силикат, эрувчан шиша

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  — натрий тиосульфат

Натрийнинг кўпдан-кўп тузлари таркибида анчагина миқдорда кристаллизация суви бўлган кристаллгидратлар ҳосил қилади.

Натрийнинг ҳамма тузлари газ горелкасининг алангасини сариқ тусга бўяйди. Бу реакция текшириляётган моддада, ҳатто, нихоятда оз миқдорда бўлган натрийни ҳам билишга имкон беради.

**201. Калий (Kalium); атом оғирлиги 39, 102.** Калий ўзининг сиртқи кўриниши, шунингдек, физик ҳамда химиявий хоссалари жиҳатидан натрийга жуда ўхшайди, аммо калий натрийга қараганда янада актив элементдир. Калий, худди натрийга ўхшаш, кумушдек оқ металл бўлиб, паст температурада суюқланади, ҳавода тез оксидланади ва сув билан шиддатли суратда реакцияга киришиб, водород ажратиб чиқаради.

*Калий гидроксид*, бошқача айтганда, ўювчи калий, худди ўювчи натрийга ўхшаб, калий хлорид эритмасини электролиз қилиш йўли билан олинади. Ўювчи калийнинг таъсири, гарчи ўювчи натрийнинг таъсирига ўхшаш бўлса ҳам, у анча қиммат тургани учун ўювчи натрийга қараганда камроқ ишлатилади.

Калий тузлари натрий тузларига жуда ўхшайди. Аммо натрийнинг кўпгина тузлари таркибида кристаллизация суви бўлади, калий тузлари эса, одатда, эритмалардан кристаллизация сувисиз ажралиб чиқади. Газ горелкаси алангасига

киритилган калий тузлари бу алангани характерли пуштигунафша тусга бўйяди. Агар калий тузига, ҳатто, жуда оз миқдорда натрий аралашган бўлса ҳам, аланга бир оз сариқроқ тусга киради, чунки натрий алангани саргайтиради.

Лекин аланга сариқ нурларни ютадиган кўк шиша орқали қаралса, калийга хос тус очиқ кўринади.

Калий ўсимликларнинг сзиқланиши учун зарур бўлган элементлар қаторига киради, шунинг учун калий тузлари қишлоқ хўжалигида ниҳоятда муҳим роль ўйнайди. Калийли тузларнинг ўсимликлар учун катта аҳамиятга эга эканлиги кўпгина тажриба ва кузатишлар натижасида аниқланган. Калийнинг, масалан, сули ривожланишига таъсири 134-расмда кўрсатилган. Икки банкага сули сепилган эди, аммо чап томондаги банка ичидаги тупроқда калийли тузлар йўқ, ўнг томондаги банка ичидаги тупроқда эса калийли тузлар бор эди. Тажрибанинг натижалари калийнинг ўсимликлар учун нақадар аҳамиятли эканлигини кўрсатади.



134-расм. Тупроқда калийли тузлар бўлишининг сули ривожига таъсири.

### МИС ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларни қаватларда тақсимланиши					
Мис . . . . .	Cu	63,546	29	2	8	18	1		
Кумуш . . . . .	Ag	107,868	47	2	8	18	18	1	
Олтин . . . . .	Au	196,967	79	2	8	18	32	18	1

202. Мис группачасининг умумий характеристикаси. Мис группачасига учта элемент — мис, кумуш ва олтин киради, Менделеев жадвалидаги катта даврларнинг тоқ қаторлари ана шу элементлардан бошланади. Бу учала элемент атомларининг сиртқи қаватида, худди ишқорий металл атомларидаги каби, биттадан электрон бўлади; мис группача



элементлари атомларининг сиртқи қаватдан олдинги электрон қавати ишқорий металлларникига қараганда, бошқача тузилган: ишқорий металлларда (литийдан бошқаларида) бу қават 8 электрондан тузилган бўлса, мис группачасидаги элементларда 18 электрондан тузилган.

Мис группачасидаги элементлар атомларининг сиртдан олдинги қавати тузилишидаги фарқ иккала группача элементларининг хоссалари орасидаги катта фарққа сабаб бўлади; бу фарқ, биринчи группанинг асосий ва қўшимча группача элементлари атомларининг катта-кичиклиги ўртасида айирма борлигига боғлиқ бўлса керак. Мис группачасидаги элементлар ва шу элементлар билан бир даврларда турадиган ишқорий металллар атомларининг радиуслари ва ионизацион потенциаллари 29-жадвалда бир-бирига таққослаб кўрсатилган.

29-жадвал

Мис группачасидаги элементлар ва ишқорий металллар атомларининг радиуслари ҳамда ионизацион потенциаллари

Элемент	Атомининг радиуси, $\text{Å}$ ҳисобида	Ионизацион потенциал, $e$ ҳисобида	Элемент	Атомининг радиуси, $\text{Å}$ ҳисобида	Ионизацион потенциал, $e$ ҳисобида
Мис . . .	1,28	7,724	Калий . .	2,36	4,339
Кумуш . . .	1,44	7,574	Рубидий . .	2,78	4,176
Олтин . . .	1,44	9,223	езий . .	2,68	3,893

Мис, кумуш ва олтин атомларида сиртқи электроннинг ядрога анча яқин эканлиги, демак, бу электроннинг ядрога тегишли ишқорий металллар атомларидагига қараганда кучлироқ тортилиши кераклиги жадвалда берилган маълумотлардан кўриниб турибди. Шу муносабат билан, мис группачасидаги элементларнинг ионизацион потенциаллари (яъни атомдан электрон ажратиб олиш учун сарф қилиниши керак бўлган энергия), ишқорий металлларникига қараганда анча кўп бўлади. Дарҳақиқат, ишқорий металлларда атомлар сиртқи электронини анча осон беради, мис группачасидаги элементларнинг атомлари эса сиртқи электронини анча маҳкам ушлаб туради. Шунинг учун, мис группачасидаги элементлар анча қийин оксидланади ва, аксинча, уларнинг ионлари осон қайтарилади; улар сувни ажратмайди, уларнинг гидроксидлари анча кучсиз асослардир ва ҳоказо. Бошқа элементларда 18 электронли қават анча барқарор бўлади, аммо мис группачаси элементларида бу қават етарли даражада барқарор эмас; шунинг учун бу элементлар ўзларининг 18 электронли қаватларидан электронларни қисман йўқота олади.

Масалан, мис бир валентли катионлар билан бир қаторда, икки валентли катионларни ҳам ҳосил қилади, икки валентли катионлар ҳосил қилиш мис учун ҳатто анча характерлироқ ҳамдир. Худди шунингдек, таркибида олтин уч валентли бўладиган бирикмалар олтин учун характерлироқдир. Қумуш ўзининг одатдаги бирикмаларида бир валентли бўлади, аммо баъзан, икки валентли ҳам, уч валентли ҳам бўла олади.

**203. Мис (Сурғит); атом оғирлиги 63,54.** Миснинг ер пўстлоғидаги умумий миқдори унча кўп эмас (оғирлик жиҳатидан 0,01% га тенг), аммо мис туғма ҳолда бошқа металлларга қараганда кўп учрайди, бунда туғма мис анча катта ўлчамларда бўлади. Шу сабабли, шунингдек, мисни ишлаш анча осон бўлганлиги туфайли, кишилар мисдан қуруллар ва уй-рўзгор буюмлари тайёрлаш учун, бошқа металллардан кўра олдинроқ фойдалана бошладилар.

Ҳозирги вақтда мис фақат рудалардан олинади. Мис рудалари шу рудалар таркибига кирувчи бирикмалар характерига қараб, оксидли ва сульфидли рудаларга бўлинади. Сульфидли рудалар энг катта аҳамиятга эга, чунки суюқлантириб олинган ҳамма миснинг проценти ана шу сульфидли рудаларга тўғри келади.

Мис рудалари таркибига кирувчи энг муҳим минераллар халькозин ёки, бошқача айтганда, мис ялтироғи  $\text{Cu}_2\text{S}$ ; халькопирит, яъни мис колчедани  $\text{CuFeS}_2$ , куприт  $\text{Cu}_2\text{O}$  ва малахит  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  дир

Фақат капиталистик мамлакатларда 1962 йилда суюқлантириб олинган миснинг умумий миқдори 4,34 млн. т эди. Энг кўп миқдор мис АҚШ, Чили, Шимолий Родезия, Канада ва Конгодадир.

СССРда мис рудаларининг катта-катта конлари Уралда, Қозғонстонда ва Закавказьедадир.

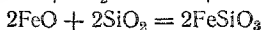
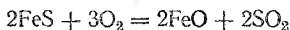
Одатда, мис рудаларида қўшимчалар шу қадар кўп миқдорда бўладикки, бу рудалардан тўғридан-тўғри мис ажратиб олиш иқтисодий жиҳатдан фойда келтирмайди. Шунинг учун, мис металлургиясида рудаларни бойитишнинг флотацион усули айниқса муҳим роль ўйнайди, бу усул мисга унча бой бўлмаган рудалардан фойдаланишга ҳам имкон беради.

Оксидли рудалардан мис олиш учун, бу рудалар кўмир билан қайта-рилади. Сульфидли рудаларни, айниқса таркибида темир бўлган бундай рудаларни ишлаш анча қийин. Бундай рудалар даставвал чала куйдирилади, бунда рудадаги олтингургуртнинг бир қисми сульфит ангидрид ҳолида чиқиб кетади ва руда таркибидаги темир (II)-сульфид темир (II)-оксид  $\text{FeO}$  га айланади. Ажралиб чиқадиган сульфит ангидрид, одатда, сульфат кислота ишлаб чиқариш учун ёки олтингургурт олиш учун ишлатилади.

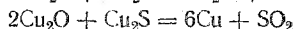
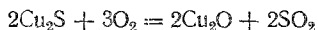
Сульфидли рудалардан мис ажратиб олиш учун, куйдирилган руда шахта печларида ёки алангани акс эттирувчи (яъни аланга нурларини ўзининг шипидан қайтариб, иссиқни руда устига йиғувчи) печларда қумтупроқ ва кокс қўшиб суоқлантирилади. Бунда темирнинг кўп қисми  $\text{FeSiO}_3$  ҳолида шлакка ўтади, мис эса сульфид  $\text{Cu}_2\text{S}$ га айланади, бу сульфид рудада қолган темир (II)- сульфид билан бирга қўшилиб, ш т е й н ҳосил қилади; штейн печининг тубида шлак қавати остига тўпланади.

Штейндан темирнинг қолган қисмини чиқариб юбориш мақсадида, бу штейн конверторларда (750- бетга қаранг) яна ишланади. Конвертор ичидаги суюқ штейнга зарур миқдорда қум қўшилиб, унинг орасидан ҳаво ёки янада таъсирлироқ кислоталар қайдалади.

Конверторда бўладиган химиявий процесслар анча мураккабдир. Штейндаги темир (II)- сульфид темир (II)- оксидга айланиб, силикат ҳолида шлакка ўтади:



Мис тоза металлгача қайтарилади. Бунда, эҳтимол қуйидаги реакциялар содир бўлади:



Бу реакцияларда чиқадиغان иссиқлик конвертордаги температураи 1100—1200°C да сақлаб туради, натижада ёқилги сарф қилишга эҳтиёж қолмайди.

Конвертордаги миснинг ҳаммаси қайтарилиб бўлгунча ҳаво юборила беради, конвертордан отилиб чиқаётган аланга характерига қараб, миснинг қайтарилиш процесси тамом бўлган-бўлмаганлигини билиш мумкин. Суоқланган мис конвертордан қум қолипларга қуйилади, мис бу қолипларда қалин пластиналар ҳолида қотади.

Рудадан ажратиб олинган хом ёки, бошқача айтганда, х о м а к и мис таркибида 2% дан 3% гача ҳар хил қўшимчалар (рух, никель, темир, қўрғошин, кумуш, олтин ва бошқалар) бўлади, шунинг учун, хомаки мисни яна тозалаш, яъни рафинлаш керак. Мисни қуруқ йўл билан тозаласа ҳам, электролиз қилиб тозаласа ҳам бўлади. Хомаки мисни қуруқ йўл билан тозалашда у ҳаво оқимида суоқлантирилади. Миснинг бир қисми оксидланиб,  $\text{Cu}_2\text{O}$  га айланади,  $\text{Cu}_2\text{O}$  суоқланган мисда эриб, ўз кислородини мисга аралашган ноасл металлари оксидлаш учун сарф қилади. Ҳосил бўлган  $\text{Cu}_2\text{O}$  нинг ортиқчаси суоқлантирилган массага ёғоч ёки кўмир қўшиб йўли билан қайтарилади. Натижада, таркибида атиги 0,5% чамасида қўшимчалар бўлиб, бронза, латунь ҳамда бошқа қотишмалар тайёрлаш учун ишлатиладиган тоза мис ҳосил бўлади.

Баъзи мақсадлар учун, аввало, электр симлари тайёрлаш учун, жуда тоза мис керак, чунки мисга қўшимчалардан жуда оз миқдорда аралашган бўлса ҳам, миснинг электр ўтказувчанлиги кучли даражада пасайиб кетади ва сим орқали узатиладиган электр энергиясининг кўп қисми бекорга исроф бўлади. Ниҳоятда тоза мис хомаки мисни электролиз қилиш йўли билан олинади.

Мисни электролитик усул билан тозалашда, хомаки миснинг қалин пластиналари мис купороси эритмаси солинган ванналарга осиб қўйилади ва электр манбайнинг анодига уланади. Катод сифатида тоза мисдан қилинган юпқа пластиналар қўйилади, улар қўшни анод пластиналари орасига ўрнатилади; бу пластиналарнинг сиртига графит қопланган ва, шунинг учун, электролиз вақтида катодга ёпишган мисни шу катоддан ажратиб олиш осон бўлади. Электролиз жуда паст кучланишли ток билан олиб борилади, токнинг кучланиши 0,4 в дан ортмайди. Бундай шароитда аноддан эритмага фақат мис ионлари ва кучланишлар қаторида мисдан олдин турган металлларнинг (масалан, рух, темир, никелнинг) ионларигина ўтади. Хомаки мисдаги қолган барча қўшимчалар эса анод шлами деб аталадиган чўкма ҳолида ванна тубига тушади. Катодда, ток кучланиши паст бўлганлиги учун, фақат мис ионларигина зарядсизланади ва, шундай қилиб, катод тоза мис билан қопланади. Анод шламидан кумуш, олтин, селен ва бошқа қимматбаҳо моддалар ажратиб олинади, бу моддалар кўпинча, ишлаб чиқаришнинг ҳамма харажатларини кўтаради.

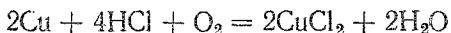
Тоза мис чўзилувчан, қовушоқ, оч пушти металлдир, тоза мисни ёйиб, ундан жуда юпқа листлар ҳосил қилиш қийин эмас. Миснинг зичлиги  $8,92 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси  $1083^\circ\text{C}$ . Мис иссиқликни ва электр тоқини жуда яхши ўтказиши, бу жиҳатдан олганда, мис фақат кумушдан кейинги ўринда туради. Мис қуруқ ҳавода ўзгармайди деса бўлади, чунки мис юзасида ҳосил бўладиган ниҳоятда юпқа оксид пардалар (бу пардалар мисни қорамтирроқ тусга киритади) мисни янада оксидланишдан яхши сақлаб туради, аммо нам ва карбонат ангидрид иштирокида мис юзаси мис (II)-гидроксикарбонат  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  нинг яшил доғлари билан қопланиб қолади. Мис ҳавода қиздирилса, қора мис (II)-оксидга айланади, бу оксид юқорироқ температурада ажралиб, кислородини йўқотади ва мис (I)-оксид  $\text{Cu}_2\text{O}$  га айланади.

Миснинг иссиқлик ва электр ўтказувчанлиги, боғланувчанлиги, қуюқланувчанлик сифатлари юқори бўлганлигидан, узилишга катта қаршилиқ кўрсатиш ва коррозияга бардош бериш хусусияти борлигидан у, саноатда жуда кўп ишлатилади ва бу жиҳатдан бошқа металллар орасида темирдан кейин биринчи ўринда туради.

Электролитик усул билан олинган тоза миснинг кўпгина миқдори (ажратиб олинган ҳамма миснинг 40 процентига яқини) электр симлари ва кабеллар тайёрлаш учун кетади. Маълум даражада тоза мисдан заводда ишлатиладиган ҳар хил аппаратура: қозонлар, буғлатиш чанлари, ҳайдаш кублари ва бошқалар қилинади. Машинасозлик саноатида, шунингдек, электротехникада ва бошқа ишлаб чиқаришларда таркибида мис бўладиган ҳар хил қотишмалар бошқа металллар билан биргаликда жуда кўп ишлатилади. Бу қотишмаларнинг энг муҳимлари: л а т у н ь (мис билан рух қотишмаси), б р о н з а (мис билан қалай қотишмаси), сиртқи кўрниниш-

лари жиҳатидан кумушга ўхшаган нейзильбер (65% мис, 20% рух ва 15% никелдан иборат қотишма), мельхиор (80% мис ва 20% никелдан иборат қотишма), қаршиликлар магазини ва термоэлементларда ишлатиладиган константан (60% мис ва 40% никелдан иборат қотишма) ва кўпгина бошқа қотишмалардир.

Мис кислород билан, олтингугурт, галогенлар ва баъзи бошқа элементлар билан бевосита бирика олса ҳам, химиявий жиҳатдан олганда, кам актив металлдир. Мис кучланншлар қаторида водороддан кейин турганлиги учун, кислоталардан водородни сиқиб чиқара олмайди. Шу сабабдан, хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислота мисга бевосита таъсир эта олмайди. Аммо мис ҳаво кислороди иштирокида бу кислоталарда эриб, тегишли тузлар ҳосил қилади:



Бу реакция икки босқичда боради, деб тасаввур қилиш мумкин: аввал кислород мисни оксидлаб, мис (II)-оксидга айлантиради; шундан кейин мис (II)-оксид, барча асосли оксидлар сингари, хлорид кислота билан реакцияга киришиб, туз ва сув ҳосил қилади. Бундай шароитда, ҳатто энг кучсиз кислоталар ҳам мисни секин-аста эрита олади. Мис нитрат кислотада ва концентрланган сульфат кислотада қиздирилганда анча яхши эрийди.

Миснинг барча учувчан бирикмалари газ горелкасининг ёруғ бермайдиган алангасини кўк ёки яшил тусга бўяйди.

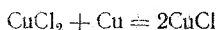
Мис икки қатор бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмаларнинг бири мис (I)-оксид  $\text{Cu}_2\text{O}$  нинг ҳосилалари бўлса, иккинчиси мис (II)-оксид  $\text{CuO}$  нинг ҳосилаларидир. Биринчи қатор бирикмаларда мис бир валентли, иккинчи қатор бирикмаларда эса икки валентли бўлади. Бир валентли миснинг бирикмалари, умуман олганда, икки валентли миснинг бирикмаларига қараганда беқарорроқ бўлади ва амалий жиҳатдан унча аҳамиятга эга эмас.

Бир валентли мис бирикмалари. Мис (I)-оксид  $\text{Cu}_2\text{O}$  табиатда қизил мис рудаси ёки бошқача айтганда куприт ҳолида учрайди. Мис (I)-оксид икки валентли мис тузи эритмасига ишқор ва кучли бирор қайтарувчи, масалан, формалин ёки узум шакари қўшиб қиздириш йўли билан сунъий равишда олиниши мумкин. Аввал сариқ чўкма ҳосил бўлади, бу чўкманинг мис (I)-гидроксид  $\text{CuOH}$  ми ёки мис (I)-оксиднинг аморф гелами эканлиги ҳали аниқланган эмас. Чўкма қаттиқроқ қиздирилганда у қизил тусли мис (I)-оксидга айланади.

Мис ҳавода қаттиқ қиздирилганда ҳам мис (I)-оксид ҳосил бўлади. Даставвал ҳосил бўладиган қора мис (II)-оксид  $800^\circ$  га яқин температурада ажралиб, қизил мис (I)-оксидга айланади.

Мис (I)-оксидга хлорид кислота таъсир эттирилса мис (I)-хлорид  $\text{CuCl}$  нинг рангсиз эритмаси ҳосил бўлади. Агар бу эритма сувга қуйилса, мис (I)-

хлорид сузмасимон оқ чўкма ҳолида чўкади; бу чўкма сувда эрмайди.  $\text{CuCl}_2$  эритмасига хлорид кислота ва мис қириндилари қўшиб қайнатиш йўли билан ҳам мис (I)-хлорид олиш мумкин:



Бир валентли миснинг жуда барқарор яна бир бирикмасини—мис (I)-сульфид  $\text{Cu}_2\text{S}$  ни ҳам кўрсатиб ўтамиз, бу бирикма миснинг олтингугурт билан бевосита бирикшидан ҳосил бўлади.

Икки валентли мис бирикмалари. Мис (II)-оксид  $\text{CuO}$  — қора модда бўлиб, одатда, мис бўлаклари қириндиси ёки қипигини ҳавода қип-қизил чўғ бўлгунча қиздириш йўли билан олинади. Мис (II)-оксид миснинг баъзи тузларини, масалан, мис (II)-гидроксикарбонат  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$  ёки мис (II)-нитратни  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  қаттиқ қиздириш йўли билан ҳам олинини мумкин\*. Мис (II)-оксид анчагина кучли оксидловчидир. Мис (II)-оксид ҳар хил органик бирикмаларга қўшиб қиздирилса, бу органик бирикмаларни оксидлайди, углеводни карбонат ангидридга, водородни эса сувга айлантиради, мис (II)-оксиднинг ўзи эса металл ҳолидаги мисгача қайтарилади. Органик моддаларнинг таркибида бўладиган углевод ва водород миқдорларини аниқлаш учун шу органик моддаларни элементар анализ қилишда бу реакциядан кенг фойдаланилади.

*Мис (II)-гидроксид*  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  икки валентли мис тузлари эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилганда ҳаво ранг ивиқ масса ҳолида чўкади. Бу масса кучсиз қиздирилгандаёқ, ҳатто сув остида ҳам, ажралиб кетиб, қора мис (II)-оксидга айланади.

Мис (II)-гидроксид жуда кучсиз асосдир. Шунинг учун, икки валентли мис тузларининг эритмалари, кўпчилик ҳолларда, кислотали реакцияга эга бўлади, мис (II)-гидроксид, кучсиз кислоталар билан реакцияга киришганида гидроксид тузлар ҳосил қилади.

Икки валентли мис тузларидан энг муҳимлари қуйидагилардир:

1. *Мис (II) сульфат*  $\text{CuSO}_4$ . Сувсиз мис (II)-сульфид оқ кукун ҳолида бўлиб, у сувни шимиб олганида кўкаради, шу са-

\* Қавслар ичида кўрсатилган рим рақамлари шу бирикма таркибига кирган металлнинг (катионнинг) валентлигини кўрсатади. Металл ўзгарувчан валентли бўлса, шу металл ҳосил қилган модданинг номидан металлнинг неча валентли эканлигини билиб бўлмайди. Масалан:  $\text{CuCl}$  мис (I)-хлорид;  $\text{CuCl}_2$  мис (II)-хлорид;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  темир (III)-сульфат ёки уч валентли темир сульфат ва ҳоказо.

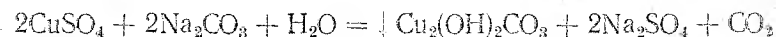
бабдан, турли органик сувоқликларда сув асари бор-йўқлигини билиш учун ишлатилади. Мис (II)-сульфатнинг сувдаги эритмаси ўзига хос кўкиш рангда бўлади. Бу ранг гидратланган ионлар  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  га хос рангдир, шу сабабдан, агар эритмада рангли бирор бошқа анион бўлмаса, икки валентли мис тузларининг сувоқтирилган барча эритмалари, ана шундай рангга эга бўлади. Мис (II)-сульфат сувдаги эритмаларидан беш молекула сув билан кристалланади, бунда триклинлик системадаги тиниқ, кўк кристаллар ҳосил бўлади. Ана шундай ҳолдаги мис (II)-сульфат мис купороси (тўтиё) деб аталади.

Мис купороси мис чиқиндиларини концентрланган қайноқ сульфат кислотада ёки сувоқтирилган илиқ сульфат кислотада ҳаво (ҳаво кислотоди) бемалол кириб турадиган жойда эритиш йўли билан ҳосил қилинади. Мис купороси металлларга мис юритишда, баъзи минерал бўёқлар тайёрлашда ва қишлоқ хўжалиги ўсимликларининг зараркундаларига қарши кураш воситаси сифатида ишлатилади.

2. *Мис (II)-хлорид*  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Мис (II)-хлорид сувда осон эрийдиган тўқ яшил кристаллар ҳосил қилади. Мис (II)-хлорид, одатда, мис (II)-гидроксикарбонатни хлорид кислотада эритиш йўли билан олинади.  $\text{CuCl}_2$  нинг ниҳоятда концентрланган эритмалари яшил тусда, сувоқтирилган эритмалари эса, одатдагича, кўк-ҳаво ранг тусда бўлади. Мис (II)-хлорид газ горелкасининг ёруғ бермайдиган алангасини тўқ яшил тусга бўяйди.

3. *Мис (II)-нитрат*  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Мис (II)-нитрат мисни нитрат кислотада эритиш йўли билан олинади. Мис (II)-нитратнинг кўк кристаллари қиздирилганда даставвал сувини йўқотади, ундан кейин эса осон ажралиб, кислород ва қўнғир азот оксидлари ажратиб чиқаради ва қора мис (II)-оксидга айланади. Мис (II)-оксид ҳосил қилиш ва баъзи бўёқлар тайёрлаш учун ишлатилади.

4. *Мис (II) — гидроксикарбонат*  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ . Мис (II)-гидроксикарбонат табиатда малахит минерали ҳолида учрайди. Малахит гўзал, зумратдай яшил тусли бўлади. Мис (II)-гидроксикарбонат икки валентли мис тузлари эритмасига сода таъсир эттириш йўли билан сунъий равишда ҳосил қилинади:



Мис (II)-гидроксикарбонат мис (II)-хлорид олиш учун, кўк ва яшил минерал бўёқлар тайёрлаш учун, шунингдек, пиротехникада ишлатилади.

5. *Мис ацетат*  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Мис ацетат металл ҳолидаги мисни ёки мис (II)-оксидни сирка кислотада ишлаш йўли билан олинади. Сотиладиган мис ацетат, одатда, ҳар хил таркибли ва ҳар хил тусли (яшил ва кўк-яшил тусли) гидроксид туз-

ларнинг аралашмасидир. Мис ацетат мой бўёқлар тайёрлаш учун ишлатилади ва бунда ярь-медянка деб аталади.

б. Миснинг қўш тузи — мис ацетат — арсенат (бу туз париж яшили деб аталади)  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$  қишлоқ хўжалик экинлари зараркунандаларини қириш учун ишлатилади.

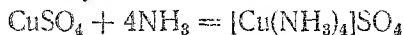
Мис тузларидан жуда кўп миқдорда минерал бўёқлар ишлаб чиқарилади; бу бўёқларнинг ранги ҳар хил; яшил, кўк, жигар ранг, гунафша ва қора бўлади. Миснинг ҳамма тузлари заҳарли, шунинг учун, мисдан қилинган идишлар оқлангани, яъни ички томонига қалай юритилади, бундай қилинганда мис тузлари ҳосил бўлишининг олди олинади.

Миснинг комплекс бирикмалари. Икки валентли мис ионларининг ниҳоятда характерли хоссалари шундан иборатки, улар аммиак молекулалари билан бирикиб, комплекс ионлар деб аталадиган ионлар ҳосил қилишга қобилдир.

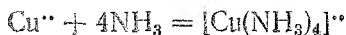
Агар мис (II)-сульфат эритмасига аммиак эритмаси қуйилса, даставвал, гидроксид туз-мис (II)-гидроксид сульфатнинг ҳаво ранг чўкмаси ҳосил бўлиб, у ортиқча аммиакда эриб кетадида суюқликни тўқ кўк тусга бўяйди. Ҳосил қилинган эритмага ишқор қўшилганда  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  чўкмаси ҳосил бўлмайди, демак бу эритмада  $\text{Cu}^{++}$  ионлар мутлақо бўлмайди ёки шу қадар оз бўладики, гидроксид ионлари кўп бўлган тақдирда ҳам,  $\text{Cu}^{++}$  ионларининг сони  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  нинг эрувчанлик кўпайтмасига тўғри келадиган мис ионлари сонига етмайди. Бу ердан, мис ионлари эритмага қўшилган аммиак билан реакцияга киришиб, қандайдир янги ионлар ҳосил қилади, бу ионлар эса  $\text{OH}^-$  ионлар билан эримайдиган бирикма ҳосил қилмайди, деган хулоса чиқариш мумкин,  $\text{SO}_4^{--}$  ионлар эса ўзгармасдан қолади, чунки, тажрибанинг кўрсатишича, аммиак эритмасига барий хлорид қўшилганда дарҳол  $\text{BaSO}_4$  чўкмаси ҳосил бўлади (бу,  $\text{SO}_4^{--}$  ионни топиш учун ишлатилдиган реакциядир).

Мис (II)-сульфатнинг аммиакдаги эритмасида  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{++}$  таркибли мураккаб ионлар борлигидан унинг тўқ кўк тусга бўялиши текширишлар натижасида аниқланган; бу мураккаб ионлар мис ионига тўрт молекула аммиак қўшилишдан ҳосил бўлади. Сув буғлатилганда  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{++}$  ионлар  $\text{SO}_4^{--}$  ионлар билан боғланади ва эритмадан тўқ кўк кристаллар ажралиб чиқади, бу кристалларнинг таркиби  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4] \text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  формуласи билан ифодаланади.

Шундай қилиб, мис (II)-сульфатга аммиак таъсир этганда қуйидаги реакция бўлади:



ёки, ионли шаклда ёзилса, бундай бўлади:





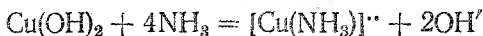
Худди  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+}$  каби, бирор ионга нейтрал молекулалар ёки эритмаларда мустақил суратда мавжуд бўла оладиган, бошқа ионлар бирикишидан ҳосил бўладиган ионлар комплекс ионлар деб аталади. Гаркибига ана шундай ионлар кирадиган тузлар комплекс тузлар деб аталади. Эритмаларда диссоциланиб, комплекс ионлар ажратиб чиқарадиган комплекс кислоталар ва комплекс асослар ҳам маълум.

Комплексе бирикмаларнинг формулаларини ёзишда комплекс ион, одатда, квадрат қавслар ичига олиб ёзилади. Бу билан, айни бирикманинг сувда эришида комплекс ионининг эритмада қолиши ва таркиби қисмларга ажралмаслиги кўрсатилган бўлади.

Икки валентли миснинг бошқа тузлари ҳам, худди мис (II) - сульфат каби, аммиак билан реакцияга киришади. Бу ҳолларнинг ҳаммаси таркибида комплекс ион  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+}$  бор тўқ кўк тусли эритмалар ҳосил бўлади.

Бир валентли мис аммиак билан бирикканда  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{+}$  таркибли рангсиз комплекс ион ҳосил бўлади.

Мис (II)-гидроксид ҳам аммиакда эриб, таркибида  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{+}$  ионлар ва гидроксил ионлари бўладиган тўқ кўк эритма ҳосил қилади:



Ҳосил бўладиган эритма целлюлозани (пахта, фильтр қоғоз ва шу кабиларни) эритиш қобилиятига эга бўлиб, сунъий толалардан бир хилини тайёрлашда ишлатилади.

Мис (II)-гидроксид ҳам ишқорларнинг жуда концентрланган эритмаларида эриб, кўк-гунафша тусли эритмалар — купритлар, яъни таркибида комплекс ион  $[\text{Cu}(\text{OH})_4]^{+}$  бўладиган тузлар эритмасини ҳосил қилади:



ёки, ионли шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:

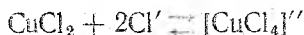


Бу реакциянинг комплекс ҳосил бўлишининг юқорида айтиб ўтилган ҳоллардан фарқи шундаки, бу ерда мис иони ўзига электронейтрал молекулаларни эмас, балки тўртта манфий  $\text{OH}'$  ионни бириктириб олади, бунинг натижасида, комплекс катионлар эмас, балки комплекс анионлар ҳосил бўлади.

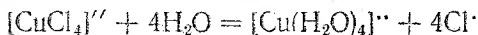
Купритлар ниҳоятда беқарор бўлиб, уларнинг ишқордаги эритмаларига сув қўшиб суюлтирилса, купритлар батамом ажралиб кетади ва яна мис (II)-гидроксид чўкмаси ҳосил бўлади. Шундай қилиб, мис (II)-гидроксид ишқорларда эриб,

маълум даражада кислоталик хоссаларни намён қилса ҳам, аммо унинг бу кислоталик хоссалари жуда заиф бўлади.

Икки валентли миснинг бошқа комплекс ионларидан яна  $[\text{CuCl}_4]^{--}$  ионлари борлигини айтиб ўтамиз; бу ионлар мис (II)-хлориднинг концентрланган эритмаларида ҳосил бўлади ва уларни яшил тусга бўйяди:



Бу эритмаларга сув қўшиб сулютирилса,  $[\text{CuCl}_4]^{--}$  ионлари миснинг гидратланган одатдаги ионлари  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$  га айланади ва эритмаларнинг яшил туси кўк-ҳаво ранг тусга киради:



**204. Кумуш (Argentum);** атом оғирлиги 107,870. Кумуш табиғатда мисга қараганда анча кам тарқалган; ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан атиги 0,00001% кумуш бор. Кумуш баъзи жойларда (масалан, Канадада) туғма ҳолда учрайди, аммо кумушнинг каттагина қисми кумуш бирикмаларидан ажратиб олинади. Кумуш ялтироғи  $\text{Ag}_2\text{S}$  уйдан кейин, шох (мугуз) кумуш  $\text{AgCl}$  кумушнинг энг муҳим рудаларидир. Қарийб ҳамма мис рудаларида, айниқса, қўрғошин рудаларида маълум миқдордаги кумуш изоморф қўшимча сифатида бўлади. Олинаётган кумушнинг 80% га яқини ана шу рудадан суюқлантириб олинади.

Капиталистик мамлакатларда йилига 6 минг *t* чамаси кумуш олинади. Шунинг қарийб ярми Мексикада ва АҚШда олинади.

СССРда кумуш кумуш-қўрғошин рудаларидан ажратиб олинади. Уралда, Олтойда, Шимолий Кавказда, Қозоғистон ва баъзи бошқа жойларда бундай рудаларнинг катта-катта конлари бор.

Таркибда кумуш бўладиган мис ва қўрғошин рудаларини қайта ишлашда, кумуш шу металллар билан бирга эркин ҳолда ажралиб чиқади. Мисдан кумуш, одатда, хомаки мисни электролитик усул билан тозалашда ажратиб олинади (637- бегга қаралсин). Кумушнинг қўрғошин билан ҳосил қилган қотишмаларидан кумуш ажратиб олиш учун эса, қуйидаги усуллардан бири қўлланилади.

Биринчи усул шундан иборатки, таркибда кумуш бўлган қўрғошин («веркблей» деб аталадиган нарса) суюқлантирилади ва жуда секин совилади. Бу қотишма совитилганда унинг бетида тоза қўрғошин кристаллари ажралиб қолади, бу қўрғошин қовшлар билан сузиб олинади. Қолдиқ шу йўл билан кумушга бойгандан кейин, оксидлантирилади, шунинг учун бу қолдиқ орқали кучли ҳаво оқими юборилади. Қўрғошин бунда қўрғошин (II)-оксидга айланади, кумуш эса тоза ҳолда қолади.

Иккинчи усул суюқлантирилган рухнинг суюқлантирилган қўрғошин билан аралашмаслигига, кумушнинг эса суюқлантирилган рухда суюқлантирилган қўрғошиндагига қараганда анча яхши эришига асосланган.

Таркибида кумуш бўлган суяқ қўрғошинга рух қўшилса, кумуш бағамом деярли рух қаватига ўтади. Кумушнинг рухтаги эритмаси чиқариб олинадиган ва рухни қайдаш йўли билан ундан кумуш ажратилади. Қолган кумуш ундаги озгина қўрғошиндан худди биринчи усулдагича тозаланади.

Тоza кумуш жуда юмшоқ, чўзилувчан металл бўлиб, унинг зичлиги  $10,5 \text{ г/см}^3$  га, суяқланиш температураси  $960,8^\circ\text{C}$  га тенг. Кумуш иссиқлик билан электр токни бошқа ҳамма металлларга қараганда яхши ўтказиши.

Кумуш юмшоқ бўлганлиги учун, тоza ҳолда амалда ишла-тилмайди; одатда, кумуш маълум миқдордаги мисга қўшиб қотиштирилади. Кумуш қотишмалари уй-рўзгор асбоблари, заргарлик буюмлари, кумуш тангалар тайёрлаш учун ишлатилади. Қотишмада қанча кумуш борлиги  $p$  р о б а билан кўрсатилади. Проба 1000 ҳисса қотишмада неча ҳисса тоza кумуш борлигини кўрсатади. СССРда кумуш буюмлар тайёрлаш учун 87,5% пробали кумуш; яъни таркибида 87,5% кумуш ва 12,5% мис бўлган қотишма ишлатилади\*. Олинadиган кумушнинг анчагина қисми бошқа металллар сиртига юритиш учун кетади, ҳозирда, кумуш бошқа металллар сиртига, асосан, гальваник йўл билан юритилади. Кумушнинг бир қатор миқдори аккумуляторлар тайёрлашга сарфланади.

Кумуш-рухли аккумуляторларда мусбат электродлар тоza кумуш пластинкасида, манфий электродлар эса рух оксид пластинкасида қилинади. Электродлар хизматини ўзвчи каллий эритмаси ўтади. Бу аккумуляторлар темир-никелли аккумуляторлардан ҳам (249- параграфга қаралсин), қўрғошинли аккумуляторлардан ҳам (227- параграфга қаралсин) афзал туради ва, нисбатан қиммат туришига қарамай, анча кўп тарқалган.

Кумуш-рухли аккумуляторларнинг асосий афзалликлари қуйидагилардан иборат:

- 1) оғирлиги нисбатан кам бўлгани ҳолда сизими анча катта;
- 2) кенг температуралар интервалида ( $-60^\circ\text{C}$  дан  $+80^\circ\text{C}$  гача) ишлай олади;
- 3) зарядланган ҳолатда яхши сақланади;
- 4) атмосфера босимининг катта чегараларда ўзгаришида ҳам бу аккумулятордан фойдаланиш мумкин.

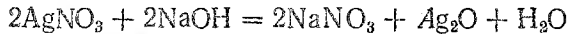
Кумуш активлиги жуда кам металллар қаторига киради, кумуш металлларнинг кучланишлар қаторида энг кейинги ўринлардан бирида туради. Кумуш ҳавода одатдаги температурада ҳам, қиздирилганда ҳам оксидланмайди. Кумуш буюмлар сиртининг кўпинча қорайиб қолишига сабаб шуки, кумуш буюмга ҳаводаги водород сульфид таъсирдан ёки олтингургуртли бирикмалари бор овқат маҳсулотлар, масалан, туҳум тегишидан, қора кумуш сульфид  $\text{Ag}_2\text{S}$  ҳосил бўлади.

\* СССРда метрик система жорий қилинишидан олдин проба бир қадоқ (яъни 96 мисқол) қотишма таркибидаги тоza кумушнинг мисқоллари соми билан ифодаланар эди. Шундай қилиб, эски кумуш буюмларга қўйилган 84 проба, 96 мисқол қотишмада 84 мисқол кумуш борлигини кўрсатади.

Хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислота кумушга таъсир этмайди. Кумуш, одатда, нитрат кислотада эрийди.

Кумуш фақат бир қатор тузлар ҳосил қилади, бу тузларнинг эритмаларида рангсиз  $\text{Ag}^+$  катионлари бўлади.

*Кумуш оксид  $\text{Ag}_2\text{O}$ .* Кумуш тузлари эритмасига ишқорлар таъсир эттирилса, кумуш гидроксид  $\text{AgOH}$  ҳосил бўлиши керак эди, ammo кумуш гидроксид ўрнига қўнғир тусли кумуш оксид чўкмаси ҳосил бўлади:



Кумуш оксид кўп миқдордаги сувда эриб, ишқорий хоссаларга эга бўлган эритма ҳосил қилади. Бундай эритма лакмусни кўк тусга бўяйди, худди ишқорлар сингари, кўпгина металлларнинг тузлари эритмасидан шу металлларнинг гидроксидларини чўктиради. Бинобарин бу эритмада озроқ миқдорда кумуш гидроксид  $\text{AgOH}$  бўлади, кумуш гидроксид эса анча кучли асосдир. Кумуш гидроксиднинг кучли асос эканлиги кумуш тузларининг гидролизланмаслиги билан ҳам тасдиқланади.

Кумуш оксиддан ташқари, *кумуш пероксид  $\text{Ag}_2\text{O}_2$*  ҳам маълум, кумуш пероксид кумушга озон таъсир этишидан ҳосил бўлади.

Кумуш тузларидан энг муҳимлари қуйидагилардир:

1. *Кумуш нитрат  $\text{AgNO}_3$*  бу модда л я п и с деб ҳам аталади. Кумуш нитрат сувда яхши эрийдиган рангсиз, тиниқ кристаллар ҳосил қилади. Кумуш нитрат кумушни нитрат кислотада эритиш йўли билан олинади. Медицинада кумуш нитрат яраларни куйдириш учун ишлатилади, чунки кумуш иони органик моддаларни оксидлаб, ўзи металл ҳолидаги кумушгача қайтарилади. Кумушнинг бошқа бирикмаларини ҳосил қилишда дастлабки модда сифатида кумуш нитрат ишлатилади. Кумуш нитрат фотография саногтида, кўзгулар ишлаб чиқаришда ва гальванопластинкада ишлатилади.

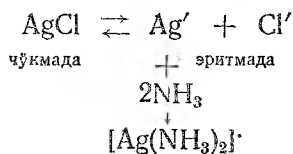
2. *Кумуш хлорид  $\text{AgCl}$ .* Кумуш хлорид  $\text{Ag}^+$  ионлари  $\text{Cl}^-$  ионлари билан учрашганда, сувда ва кислоталарда эримайдиган, оғинсимон оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади. Кумуш хлорид ёруғда турса, секин-аста қораяди ва парчаланиб, кумуш металини ажратиб чиқаради. Кумуш бромид ва кумуш йодид ҳам худди ана шундай хоссаларга эга, ammo кумуш бромид ва кумуш йодид, кумуш хлориддан фарқли ўлароқ, сарғиш тусда бўлади. Буларнинг аксича, кумуш фторид  $\text{AgF}$  сувда эрувчан туздир.

Кумушнинг комплекс бирикмалари, Кумуш худди мис сингари, комплекс бирикмалар ҳосил қилиш қобилиятига эга.

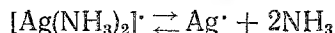
Кумушнинг сувда эримайдиган кўпгина бирикмалари, масалан, кумуш оксид, кумуш хлорид ва бошқалар сувли аммиак-

да яхши эрийди. Бу моддаларнинг сувли аммиакда эришига сабаб шуки, аммиак молекулалари кумуш ионлари билан тўқнашганда, аммиак-кумуш комплекс ионлари  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$  ҳосил бўлади.

Реакция учун, масалан, кумуш хлорид олинса, содир бўладиган процессни қуйидаги схема тарзида кўрсатиш мумкин:



Кумуш хлорид эритмага бирмунча  $\text{Ag}'$  ионларини беради, бундан кейин, шу ионлар билан чўкма орасида динамик мувозанат қарор топади. Эритмага аммиак қўшилганда унинг молекулалари кумуш ионлари билан боғланиб, комплекс ионлар  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]'$  ни ҳосил қилади ва мувозанат тўхтовсиз суратда ўнг томонга силжиш бошлайди, бу силжиш чўкма тамом эриб бўлгунча давом этади. Шундай қилиб, кумуш аммиакли эритмада комплекс катионлар  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]'$  ҳолида бўлади. Аммо, бу катионлар билан бир қаторда, гарчи жуда оз бўлса ҳам, маълум сондаги  $\text{Ag}'$  ионлари ҳамма вақт эритмада бўлади, чунки комплекс ион қуйидаги тенглама бўйича диссоциланади:



Агар ҳосил қилинган эритмага ишқор таъсир эттирилса, ҳеч қандай чўкма тушмайди, ваҳолонки кумушнинг одатдаги тузлари эритмаси, биз юқорида кўриб ўтгандек, дарҳол чўкма  $\text{Ag}_2\text{O}$  ҳосил қилади, Афтидан, кумуш ионларининг аммиакли эритмадаги концентрацияси шу қадар кичик бўладикки, бу эритмага ҳатто ортиқча гидроксил ионлари юборилганда ҳам,  $\text{Ag}'$  ионларининг сони  $\text{AgOH}$  нинг эрувчанлик кўпайтмасига (яъни  $E_{\text{KAgOH}} = 2 \cdot 10^{-8}$  га) тўғри келадиган кумуш ионлари сонига етмайди. Аммо эритмага калий йодид қўшилгандан кейин, кумуш йодид чўкмаси ҳосил бўлади, бу ҳодиса эритмада, ҳар ҳолда  $\text{Ag}'$  ионлари бор эканлигини исботлайди. Бу ионларнинг концентрацияси қанчалик кичик бўлса ҳам, аммо бу ҳолда чўкма ҳосил қилиш учун етарлидир, чунки  $\text{AgJ}$  нинг эрувчанлик кўпайтмаси атиги  $1 \cdot 10^{-16}$  га тенг, яъни  $\text{AgOH}$  никига қараганда анча кичик бўлади. Эритмага водород сульфид таъсир эттирилганда ҳам  $\text{Ag}_2\text{S}$  чўкмаси ҳосил бўлади,  $\text{Ag}_2\text{S}$  нинг эрувчанлик кўпайтмаси  $1 \cdot 10^{-51}$  га тенг.

$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]'$  ионларининг юқорида келтирилган тенгламага мувофиқ диссоциланиши ҳар қандай кучсиз электролитнинг диссоциланиши каби, массалар таъсири қонунига бўйсунди ва комп-

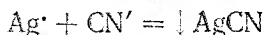
лексе ионнинг беқарорлик константаси деб аталадиган тегишли константа билан характерланади:

$$K_{\text{беқарор}} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

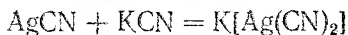
Ҳар хил комплекс ионларнинг беқарорлик константалари ниҳоятда хилма-хил бўлади ва комплекс барқарорлигининг ўлчови бўлиб хизмат қила олади.

Қумуш ионларининг циан ионлар билан бирикishi натижасида ҳосил бўладиган комплекс ионлар айниқса беқарор бўлади.

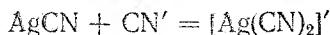
Агар қумуш нитрат эритмасига калий цианид қўшилса, оқ тусли қумуш цианид чўкмаси ҳосил бўлади:



Бу чўкма ортиқча қўшилган калий цианид эритмасида осон эриб, комплекс туз  $K[\text{Ag}(\text{CN})_2]$  га айланади, бу туз эритмада  $K^+$  ва  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  ионлари ҳолида бўлади:



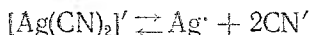
ёки, ионли шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



Эритма буғлатилса, комплекс туз қаттиқ ҳолатда ажралиб қолади.

$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  иони ниҳоятда барқарордир; унинг беқарорлик константаси  $1 \cdot 10^{-21}$  га тенг. Шунинг учун, комплекс туз эритмасига ҳатто калий йодид қўшилганда ҳам, қумуш йодид чўкмаси ҳосил бўлмайди. Аммо водород сульфид таъсир эттирилганда қумуш сульфиднинг эрувчанлик кўпайтмаси сон жиҳатидан ниҳоятда кичик бўлганлигидан, ҳар ҳолда, қумуш сульфид чўкмаси ҳосил бўлади.

Қумушнинг комплекс цианид бирикмалари металл буюмларни гальваник усулда қумушлаш учун ишлатилади, чунки қумушнинг одатдаги тузлари маҳкам ёпишадиган қават ҳосил қила олмайди. Эритмадан электр токи ўтказилганда,  $K[\text{Ag}(\text{CN})_2]$  комплекс анионнинг диссоциланиши натижасида оз миқдорда ҳосил бўладиган қумуш ионлари ҳисобига, катодда қумуш ажралиб чиқади:



Қумушнинг барча бирикмалари осон қайтарилиб, металл ҳолидаги қумуш ажралиб чиқади.

Агар қумуш оксиднинг шиша идишга солинган аммиакдаги эритмасига қайтарувчи сифатида озгина глюкоза ёки форма-

лин қўшилса, металл ҳолидаги кумуш шиша юзасида ялтироқ, кўзгусимон тиғиз қавағ ҳолида ажралиб қолади. Ҳозирги вақтда кўзгулар ана шу усул билан тайёрланади, шунингдек, термослар тайёрлашда шиша идишларининг ички сиртига, иссиқликнинг нур тарқатиш йўли билан йўқолишини камайтириш учун, кумуш юритилади.

**Фотография.** Кумуш тузлари, айниқса хлорид ва бромид тузлари, ёруғлик таъсирида ажралиб, металл ҳолидаги кумуш ҳосил қилганлигидан, фотографияда ёруғлик сезувчи пластинкалар, плёнкалар ва қоғозлар тайёрлашда кенг равишда ишлатилади.

Фотография пластинкалари ва плёнкалари қуйидагича тайёрланади: кумуш нитратнинг илиқ эритмасига оз миқдорда желатина қўшилади ва у калий бромид эритмаси билан аралаштирилади. Кумуш бромид ва калий нитрат ҳосил бўлади, бу реакция тенгмасини қуйидагича ифодалаш мумкин:

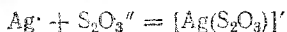


Желатина, чўкишдан сақловчи сифатида таъсир этганлигидан, кумуш бромид чўкмага тушмай, балки ниҳоятда нафис лойқа ҳолида эритмада қолади. Ҳосил бўлган лойқа суюқлик «кумуш бромид эмульсияси» деб аталади, (бу суюқлик суспензия деб аталса, тўғрироқ бўлар эди). Кумуш бромид ниҳоятда майда бўлақларга бўлинган ҳолатда ёруғликни кам сезади, шунинг учун эмульсия маълум вақт илиқ жойда қолдирилиб, етилиш процесси деб аталадиган процесс вужудга келтирилади, бу процесс кумуш бромид дисперсияк даражасининг камайишидан ва йирикроқ зарралар ҳосил бўлишидан иборат; бунинг натижасида кумуш бромиднинг ёруғлик сезувчанлиги бир неча юз марта ортади.

Етилиш процесси тамом бўлгандан кейин, эмульсия совитилади, ҳосил қилинган желатина гели майдаланади ва сув билан ювилиб, калий нитратни чиқариб юборилади, шундан кейин гел суюқлантирилиб, шиша пластинкалар ёки целлулоид плёнкалар юзига қўйилади. Бу процессларнинг ҳаммаси қизил нурда олиб борилади, чунки қизил нур кумуш бромидга таъсир этмайди.

Агар фотография пластинкаси ёруғликка чиқарилса, унинг қорайиши анча секин боради. Аммо пластинкага проявительлар (очилтирувчилар) деб аталадиган ҳар хил моддалар таъсир эттириш йўли билан бу процессни жуда тезлатиш мумкин. Шу нарса ажойибки, кумуш бромид ҳатто жуда оз вақт (секунднинг улушлари) давомида ёритилса ҳам проявитель кумуш бромидни, ажратади (қайтаради).

Фотография пластинкасида расми олинаётган нарсанинг тасвирини ҳосил қилиш учун, пластинка фотография камерасига қўйилиб, жуда қисқа вақт давомида ёритилади, ёруғлик нури аппаратнинг объектив (ингувчи линзалар системаси) орқали ўтиб, пластинкада буюмнинг аксини ҳосил қилади. Агар шундан кейин, пластинка бирор проявитель эритмасига туширилса (бу иш қоронги хонада қизил нурда бажарилади), пластинканинг ёруғлик таъсир этган жойи анча тез қорайиб, пластинкада расми олинган буюмнинг акси пайдо бўлади. Бу процесс очилтириш деб аталади. Очилтириш натижасида ҳосил қилинган акс барқарор ҳолга келтирилади (фиксацияланади), бунинг учун пластинка натрий тиосульфат (гипосульфит)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  эритмасига туширилади. Ажралмай қолган кумуш бромид, кумуш ионлари билан тиосульфат ионлари таркиби, афтидан,  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^-$  бўлган комплекс ионлар ҳосил қилганлигидан, бу эритмада эрийди:



Шундай қилиб, негатив, яъни тескари акс ҳосил қилинади, бунда расмга олинган буюмнинг оқ жойлари қора ва, аксинча, қора жойлари оқ бўлади (135-расм).

Ёруғлик сезувчи қоғозда негативдан расмана акс, яъни позитив (136-расм) тайёрлаш мумкин, пластинка қандай тайёрланса, ёруғлик сезувчи қоғоз ҳам худди шундай тайёрланади. Позитив ҳосил қилиш учун ёруғлик сезувчи қоғоз устига негатив қўйилади ва маълум вақт ёруғликка тутиб турилади. Шундан кейин, қоғоз очилтирилади ва фиксацияланади.



135-расм. Негатив.



136-расм. Позитив.

Ёруғлик сезувчи қаватда кумуш хлорид бўладиган қоғозлар ҳам бор. Бундай қоғозларга олинган расм очилтирилмайди, балки қоғознинг устига негатив қўйилиб, акс кўрингунча, ёруққа тутиб турилади, шундан кейин акс фиксацияланади.

**205. Олтин (Аурум); атом оғирлиги 196,967.** Олтин табиатда нуқул деярли туғма ҳолда, асосан, кварцга ёки кварц қумига аралашган майда доналар ҳолида учрайди. Олтиннинг бирдан-бир табиий бирикмаси олтин теллурид  $\text{AuTe}_2$  дир. Олтин оз миқдорда, темир, қўрғошин ва миснинг сульфидли рудаларида учрайди. Денгиз сувида олтин асарлари борлиги аниқланган. Ер қобиғидаги олтиннинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 0,0000005% га тенг.

СССРда Сибирда ва Уралда олтин конлари бор. Олтиннинг катта-катта конлари Жанубий Африкада, Аляска, Канада, Калифорния ва Австралиядадир.



Қумдан ёки майдаланган кварц жинслардан олтин ажратиб олиш учун, улар ё сув билан ювилади (бунда сув анча енгил бўлган қум зарраларини оқизиб кетади), ёки руда олтинни эритадиган ҳар хил суюқликлар билан ишланади. Бундай суюқликлар сифатида, кўпинча, натрий цианид  $\text{NaCN}$  эритмаси ишлатилади, олтин бу эритмада кислород иштирокида эриб, комплекс анионлар  $(\text{Au}(\text{CN})_2)'$  ҳосил қилади:



Ҳосил қилинган эритмага, одатда, рух қириндилари таъсир эттириб олтин ажратиб олинади:



Чўктирилган олтинни рухдан ажратиб олиш учун, у суюлтирилган сульфат кислота билан ишланади, яхшилаб ювилади ва қуригилади. Олтинни унда қолган баъзи қўшимчалардан (асосан кумушдан) тозалаш учун, у концентрланган қайноқ сульфат кислотада ишланади ёки электролиз қилинади.

Рудалардан калий цианид ёки натрий цианид эритмалари ёрдами билан олтин ажратиб олиш методи (цианлаш деб аталадиган методни) рус инженери П. Р. Багротион 1843 йилда кашф этган эди. Ҳозирги вақтда бу метод олтин металлургиясида энг кўп тарқалган методдир.

Капиталистик мамлакатларда йилига 1000 т чамаси олтин олинади.

Тоза олтин зичлиги  $19,3 \text{ г/см}^3$  ва суюқланиш температураси  $1063^\circ\text{C}$  бўлган ялтироқ, оч сариқ металлдир. Олтин жуда яхши болғаланувчан ва пластик металлдир; олтиндан прокатка қилиш (ёйиш) йўли билан қалинлиги  $0,0002 \text{ мм}$  бўлган зарлар тайёрлаш,  $1 \text{ г}$  олтиндан эса  $3,5 \text{ км}$  узунликдаги сим тайёрлаш мумкин. Олтин иссиқликни ва электрни жуда яхши ўтказади, бу жиҳатдан олтин фақат кумуш ва мисдан кейинда туради.

Олтин юмшоқ бўлганлигидан, одатда, кумуш ёки мис билан қотиштирилган ҳолда ишлатилади. Олтин буюмларда  $58\%$  га яқин, олтин тангаларда эса  $90\%$  чамасида олтин бўлади.

Олтин химиявий жиҳатдан кам актив металлдир. Олтин ҳавода ҳатто жуда қаттиқ қиздирилганда ҳам, мутлақо ўзгармайди. Кислоталар алоҳида олинганда олтинга таъсир этмайди, аммо хлорид кислота билан нитрат кислота аралашмаси (зар суви) олтинни осон эритади. Олтин хлорли сувда ва ишқорий металлларнинг цианидлари эритмаларида ҳам яхши эрийди. Симоб ҳам олтинни эритиб, амальгама ҳосил

қилади; таркибда 15% дан ортиқ олтин бўлган амальгама қотиб қолади.

Олтин икки хил оксид — олтин (I)-оксид  $Au_2O$  ва олтин (III)-оксид  $Au_2O_3$  ва уларга мувофиқ икки қатор бирикмалар ҳосил қилади. Энг муҳим ва энг барқарор бирикмалар уч валентли олтин бирикмаларидир (олтин (III)-оксид қатори).

Олтиннинг зар сувида эришидан комплекс хлораурат кислота  $H[AuCl_4]$  ҳосил бўлади, бу кислота тўрт молекула суви бўлган игнасимон сариқ кристаллар ҳосил қилади (бу одатдаги сотиладиган олтин препарати). Бу кислотанинг яхши кристалланадиган тузлари маълум, масалан,  $Na[AuCl_4]$ ; олтин бу тузларнинг эритмаларида комплекс анион  $[AuCl_4]'$  ҳолида бўлади.

Агар хлораурат кислота оқисталик билан қиздирилса,  $HCl$  ажралиб чиқиб, қизғин-жигар ранг кристаллар ҳолидаги олтин (III)-хлорид  $AuCl_3$  ҳосил бўлади.

Хлораурат кислотанинг эритмаларига ишқорлар қўшилса, қўнғир тусли олтин (III)-гидроксид  $Au(OH)_3$  чўкади, бу модда олтин кислота (аурат кислота) деб ҳам аталади, чунки бу моддада кучсиз кислоталик хоссалар бўлиб, тузлар ҳосил қилади. Олтин кислота  $100^\circ C$  да сувини йўқотиб, қўнғир олтин, (III)-оксид  $Au_2O_3$  га айланади.

Олтин (III)-хлорид карбонат ангидрид оқимида  $180^\circ C$  гача қиздирилса, сувда оз эрийдиган оқ модда ҳолидаги олтин (I)-хлорид ҳосил бўлади. Олтин хлорид эритмаларига ишқорлар қўшилса, гунафша тусли олтин (I)-оксид  $Au_2O$  чўкади.

Олтиннинг барча бирикмалари қиздирилганда осон ажралиб, металл ҳолидаги олтин ҳосил қилади.

## КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР

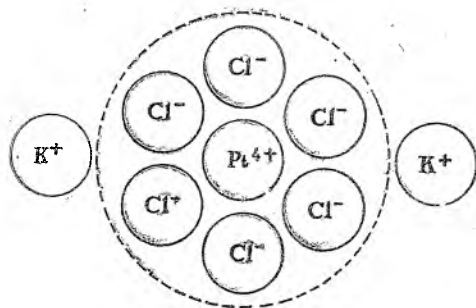
206. Комплекс бирикмаларнинг тузилиши. Биз мис группа-часидаги элементлар билан танишганимизда, бу элементларнинг ионлари бошқа ионларни ёки нейтрал молекулаларни (масалан,  $\text{NH}_3$  ни) бириктириб олиб, анча мураккаб «комплекс» ионлар ҳосил қилишга қобил эканлигини кўрган эдик. Таркибида комплекс ионлар бўлган эритмалардан сув буглатиб юборилса, комплекс ионлар қарши зарядли ионлар билан боғланади ва шундай қилиб, ҳар хил «комплекс бирикмалар» ҳосил бўлади.

Комплекс ионларнинг ҳосил бўлишини валентлик тўғрисидаги одатдаги таълимот нуқтан назаридан изоҳлаб бўлмайди. Комплекс ионларнинг таркиби энг оддий «бинар» бирикмаларнинг, яъни фақат икки элементдан иборат бирикмаларнинг формулаларини тузишда биз фойдаланадиган валентлик сонларига мутлақо мувофиқ келмайди. Химияга валент боғланиш тўғрисидаги баъзи янги тасаввурлар киритилгандан кейин, комплекс бирикмаларни муваффақият билан ўрганishi мумкин бўлди. Бу тасаввурлар бирикмаларнинг 1893 йилда Цюрих университетининг профессори Альфред Вернер (1866—1919) таклиф этган ва координацион назария деб аталган назарияга асос бўлди.

Координацион назарияга биноан ҳар қандай комплекс бирикманинг молекуласида ионлардан бири, одатда, мусбат зарядланган ион марказий ўринда туради ва комплекс ҳосил қилувчи деб аталади. Бу ион атрофида унга бевосита яқин жойда маълум сондаги қарама-қарши зарядланган ионлар ёки электронейтрал молекулалар жойлашади, бошқача айтганда, координатланиди, бу ион ёки электронейтрал молекулалар аддендлар деб аталади ва бирикманинг ички координацион сферасини ҳосил қилади. Ички сферага сўймай қолган ионлар марказий иондан анча

узоқда туради ва сиртқи координацион сферани ҳосил қилади.

137-расмда комплекс туз  $K_2[PtCl_6]$  нинг тузилиши схема тарзида кўрсатилган. Бу бирикмада комплекс ҳосил қилувчи тўрт валентли платина иони бўлиб, аддендлар хлор ионларидир. Сиртқи координацион сферада калий ионлари туради.

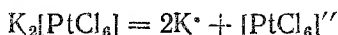


137- расм.  $K_2(PtCl_6)$  нинг тузилиши схемаси.

Ички сфера билан сиртқи сфера ўртасидаги фарқни таъкидлаб ўтиш учун, комплекс бирикмаларнинг формулаларида аддендлар, комплекс ҳосил қилувчи билан бирга, квадрат қавслар ичига олиб ёзилади.

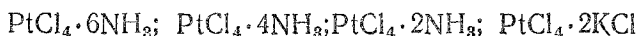
Комплекс бирикма сувда эритилса, сиртқи сферадаги ионлар ажралиб кетади. Шунинг учун, бу ионларнинг

марказий ион билан боғланиши ион оғеи боғланиш деб аталади. Аксинча, ички сферадаги координатланган ион ёки молекулалар (аддендлар) марказий ион билан боғланган ҳолда қолиб, диссоциланмайдиган (ёки жуда кам диссоциланадиган) барқарор комплекс ҳосил қилади. Масалан  $K_2[PtCl_6]$  тузи қуйидаги тенглама бўйича диссоциланади:



Кўпчилик ҳолларда, комплекс бирикмалар сувда эритилган моддаларнинг ўзаро таъсири натижасида ҳосил бўлади. Баъзан эса, комплекс бирикмалар бошқа шароитда ҳам ҳосил бўла олади. Масалан, суvsиз кальций хлорид аммиак билан бевосита бирикиб, комплекс туз  $[Ca(NH_3)_8]Cl_2$  га айланади.

Комплекс бирикма таркибига кирадиган ионларнинг қайсылари сиртқи сферада ва қайсылари ички сферада бўлади деган масала, шу моддаларнинг хоссаларини ўрганиш йўли билан ҳал қилинади. Масалан, платинанинг қуйидаги комплекс бирикмалари:



тузилишини координацион назария қандай изоҳлаб беришини кўриб чиқайлик.

Бу бирикмалардан биринчиси  $PtCl_4 \cdot 6NH_3$  — электролит бўлиб, эритмада ионларга диссоциланади. Агар бу бирикманинг

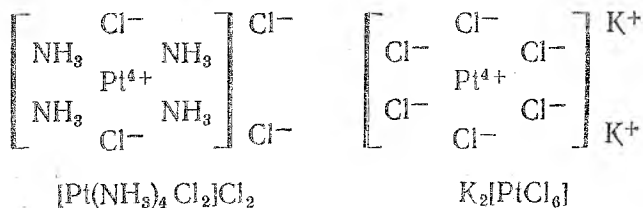
эритмасига кумуш нитрат таъсир эттирилса, бу бирикмадаги хлорнинг ҳаммаси кумуш хлорид ҳолида чўкади. Бинобарин, тўрттала хлор иони, улар эритмада осон ажралиб чиққанлигидан, бирикманинг сиртқи сферасида туради ва, демак, ички сфера фақат аммиак молекулаларидан иборат, дейиш мумкин. Бу бирикманинг тузилиши қуйидагича:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ .

Иккинчи бирикма  $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$  ҳам электролит бўлиб, аммо бу бирикма эритмасининг электр ўтказувчанлиги биринчи бирикма эритмасининг электр ўтказувчанлигидан кичик, демак, бу бирикма эритмага камроқ ион беради. Кумуш нитрат бу моддадаги хлорнинг фақат ярмини (яъни тўртдан иккита ионни) чўктиради, холос. Бу бирикманинг структураси  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}_2$  бўлиши керак. Сиртқи сферада фақат икки хлор иони бўлганлигидан, эритмага фақат шу икки ион ажралиб чиқади ва уларни кумуш нитрат чўктиради. Хлорнинг қолган икки иони, тўрт молекула аммиак билан бирга, ички сфера таркибига киради ва эритмада платина ионлари билан боғланганича қолади.

Учинчи бирикма  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$  — электролитмас. Унинг эритмаси амалда токни ўтказмайди ва кумуш нитрат қўшилганда чўкма ҳосил қилмайди. Бундан, хлорнинг тўрттала иони, икки молекула аммиак билан бирга, ички сфера таркибига киради, деган хулоса чиқаришга тўғри келади. Бу бирикманинг тузилиши  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  формула билан ифодаланади. Сиртқи сферада бирорта ҳам ион бўлмаганлиги учун, бу бирикма эритмага ионлар бермайди.

Ниҳоят, энг кейинги бирикма  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{KCl}$ , гарчи электролит бўлса ҳам, аммо кумуш нитрат бу бирикма эритмасидан хлорни чўктирмайди. Алмашнинг реакцияларидан фойдаланиб, бу эритмада калий ионлари борлигини билиш мумкин. Ана шунга биноан, бу бирикманинг формуласи  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$  шаклида ёзилади. Бу ерда олтита хлор иони ички сферада туради, сиртқи сферани эса иккита калий иони ҳосил қилади.

Комплекс бирикмаларнинг тузилиши тўғрисида яққолроқ тасаввур ҳосил қилиш учун, кўпинча, улар ёйиқ структура формулалар билан кўрсатилади. Масалан :



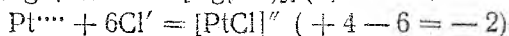
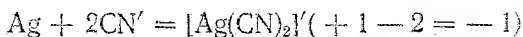
Комплексада марказий ион билан боғланган нейтрал молекулалар ва ионларнинг умумий сони комплекс ҳосил қилув-

чининг координацион сони деб аталади. Масалан, платинанинг юқорида келтирилган бирикмаларида комплекс ҳосил қилувчининг, яъни тўрт валентли платина ионининг координацион сони олтига тенг. Комплекс бирикмалар химиясида координацион соннинг роли атом (ион) валентлик бирлиги сонининг ролидан кам эмас ва худди валентлик каби бирикманинг асосий хоссаси ҳисобланади.

Координацион соннинг катта-кичиклиги, асосан, комплекс ҳосил қилувчи электрон қобилигининг ўлчами, заряди ва тузилиши билан белгиланади. Энг кўп учрайдиган координацион сон 6 дир, масалан, темир, хром, рух, никель кобальт, тўрт валентли платинанинг координацион сони олтига тенг; икки валентли мис, уч валентли олтин, икки валентли снмоб ва кадмийларнинг координацион сони тўртга тенг. Баъзан, бошқа координацион сонлар ҳам учрайди, аммо улар камдан-кам бўлади (масалан, кумушнинг ва бир валентли миснинг координацион сони иккига тенг).

Элементнинг валентлиги шу элемент бирикмаларида ҳамма вақт ҳам бир хил бўлавермаганидек, комплекс ҳосил қилувчининг координацион сони ҳам, баъзан одатдагидан кичик бўлиши мумкин. Айни ионга хос бўлган максимал координацион сони етишмайдиган бирикмалар координацион туъини маган бирикмалар деб аталади. Типик комплекс бирикмалар ичида бундай бирикмалар анча сийрак учрайди.

*Комплекс ионнинг заряди шу ионни ҳосил қилувчи оддий ионлар зарядларининг алгебраик йиғиндисига тенг. Масалан*

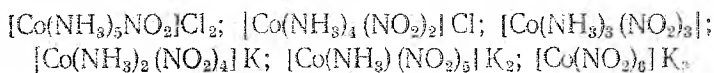


Комплекс таркибига кирувчи электронейтрал молекулалар, чунончи,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$  ва бошқалар шу комплекснинг зарядига ҳеч қандай таъсир этмайди. Шунинг учун, комплекс ионнинг зарядини топишда бу молекулаларни ҳисобга олмаса ҳам бўлади. Агар бутун ички координацион сфера фақат нейтрал молекулалардан тузилган бўлса, комплекс ионнинг заряди комплекс ҳосил қилувчининг зарядига тенг бўлади, масалан, ички сферасида аммиакнинг икки-та электронейтрал молекуласини тутувчи комплекс иони  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]''$  нинг заряди мис иони  $\text{Cu}''$  нинг зарядига тенг.

Сиртқи координацион сферадаги ионларнинг зарядларига қараб ҳам комплекс ионнинг заряди қандай эканлигини билиш мумкин. Масалан,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  бирикмасида  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]''''$  ионнинг заряди, маълумки 4 га тенг, чунки сиртқи сферада мусбат заряди бирга тенг бўлган тўртта калий иони бор, молекула эса, умуман олганда, электронейтралдир. Бундан, ўз навбатида, комплекс

таркибидаги бошқа ионларнинг зарядлари маълум бўлса, комплекс ҳосил қилувчининг зарядини аниқлаш қийин эмас.

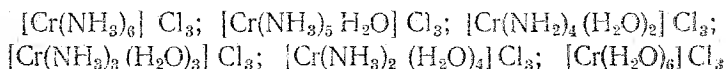
Комплекс бирикманинг ички координацион сферасидаги нейтрал молекулалар ўрнини бошқа молекулалар ёки манфий ионлар бирин-кетин олиши мумкин. Масалан, кобальтнинг комплекс түзи  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$  да аммиак молекулаларининг ўрнини  $\text{NO}_2$  ионларига алмаштириш йўли билан қуйидаги бирикмалар ҳосил қилинади:



Маълумки, бундай ўрин алмаштиришда комплекс ионнинг, заряди ҳам бирин-кетин ўзгариб,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{+2}$  ионидаги плюс уч заряди  $[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]^{3-}$  ионига келганда минус уч бўлиб қолади.

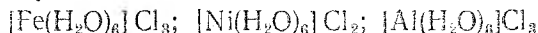
Платинанинг юқорида баён этилган бирикмалари:  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$  ва  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$  ни ҳам  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$  даги аммиак молекулалари ўрнининг бирин-кетин икки, тўрт ва ниҳоят олти хлор ионларига алмаштинишидан ҳосил бўлган маҳсулотлар деб қараш мумкин.

**207. Кристаллгидратларнинг ва қўш тузларнинг комплекс бирикмалар эканлиги.** Комплексдаги аммиак молекулалари ўрнини сув молекулаларига алмаштириш мумкинлиги айниқса диққатга сазовордир. Хромнинг, масалан, қуйидаги комплекс бирикмалари маълум.

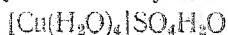


Бу қатордаги энг охириги бирикма хром (III)-хлориднинг одатдаги кристаллгидрати  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  нинг худди ўзидир. Демак, хром (III)-хлориднинг кристаллгидратини, аслида эритмада  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  ионларига ажраладиган комплекс бирикма деб қараш мумкин.

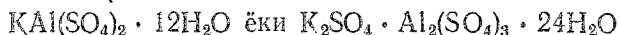
Таркибида олти молекула сув бўладиган кристаллгидратлар жуда кўп учрайди. Масалан, темир (III)-хлорид  $\text{AlCl}_3$  нинг никель (II)-хлорид  $\text{NiCl}_2$  нинг, алюминий хлорид  $\text{FeCl}_3$  нинг ва бошқа тузларнинг кристаллгидратлари ана шундай кристаллгидратлардандир. Координацион назарияга биноан, уларнинг ҳаммаси хром (III)-хлорид кристаллгидратнинг тузилишига ўхшаш тузилишга эга, чунончи:



Бошқа кристаллгидратларни ҳам гарчи уларда кристаллизация сувиининг бир қисми комплекснинг сиртқи сферасида тура олса-да, комплекс тузлар деб қарамоқ лозим. Масалан, кристаллгидрат  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  қуйидагича тузилган бўлса керак:



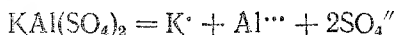
Қўш тузлар деб аталадиган бирикмалар, масалан, одатдаги аччиқтош



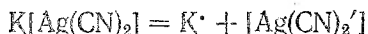
ҳам комплекс тузларга жуда яқин келади. Комплекс тузлар, худди қўш тузларга ўхшаш, кўпинча, иккита оддий туздан ҳосил бўлади ва қўш тузларнинг формулаларига ўхшаш формулалар билан ифодалана олади. Масалан:



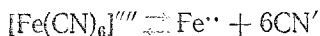
Қўш тузлар билан комплекс тузлар орасидаги асосий фарқ шундан иборатки, қўш тузлар эритмада диссоциланганда уларни ҳосил қилган оддий тузларнинг эритмаларида бўладиган ионларнинг ўзини беради:



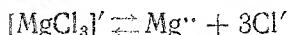
комплекс тузлар эса диссоциланганда комплекс ионлар ҳосил қилади:



Аммо қўш тузлар билан комплекс тузлар орасига кескин чегара қўйиб бўлмайди. Биз кумуш тузларида кўрганимиздек, комплекс ионлар, ўз навбатида, яна диссоциланиши мумкин. Комплекс ионлар, диссоциланиш даражасига қараб, кўпроқ барқарор ва унча барқарор эмас комплекс ионларга бўлинади. Масалан, комплекс туз  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  нинг эритмаси циан-ионлар ёки икки валентли темир ионлари учун хос бўлган бирорта ҳам реакцияни бермайди, демак,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{\prime\prime\prime}$  ионнинг



тенглама бўйича диссоциланиши шу қадар заифки, амалда бу диссоциланишни йўқ деб ҳисобласа ҳам бўлади. Аммо  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{\prime}$  эритмасида кумуш ионлар борлигини баъзи реактивлар билан билиш мумкин (204-параграфга қаралсин), бу нарса  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^{\prime}$  нинг  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{\prime\prime\prime}$  ионига қараганда, бирмунча кўпроқ диссоциланишидан дарак беради. Ниҳоят,  $\text{K}[\text{MgCl}_3]$  тузининг эритмаси магний ва хлор ионларининг барча реакцияларини беради: ишқорлар бу эритмадан  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  ни чўқтиради, кумуш нитрат  $\text{AgCl}$  чўқмасини ҳосил қилади ва ҳоказо. Демак,



диссоциация мувозанати ўнг томонга кўп силжиган. Ана шунга асосланиб туриб,  $\text{K}[\text{MgCl}_3]$  ни, одатда, қўш туз деб ҳисобланади ва унинг формуласи  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$  шаклида ёзилади.

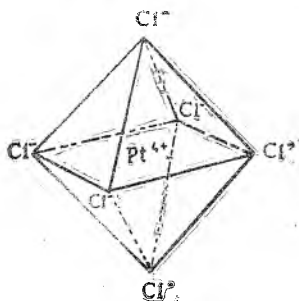
Шундай қилиб, қўш тузлар комплекс тузларнинг ўзи бўлиб, аммо уларнинг ички координацион сфераси ниҳоятда



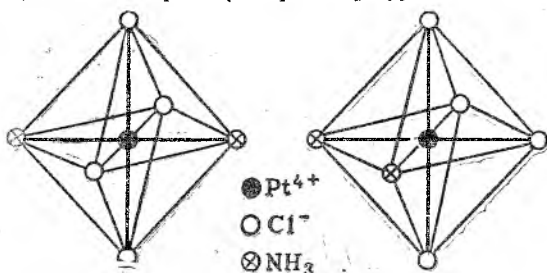
беқарордир. Ҳар қандай қўш туз эритмасида ҳамиша маълум сонда комплекс ионлар бўлади.

203. Комплексида координатланган группаларнинг фазовий жойланиши. Ҳар бир комплекс ҳосил қилувчининг маълум координацион сон билан (масалан, тўрт валентли платина ионининг координацион сони олти билан, икки валентли мис ионининг координацион сони тўрт билан ва ҳоказо) характерланиши юқорида кўрсатиб ўтилди.

Ҳар хил ионларда турлича координацион сонларининг бўлиши координатланган группаларнинг (молекула ва ионларнинг) марказий ион атрофида жойлашганлиги тўғрисидаги тасаввур билан чамбарчас боғлиқдир. Вернер комплекс бирикмаларда бўладиган изомерия ҳодисаларини ўрганиб, координацион сон олтига тенг бўлганда, координатланган группалар марказий ион атрофида симметрик жойлашиб, мунтазам октаэдр шаклини (138-расм) ҳосил қилиши керак, деган хулосага келди. Агар координатланган группалар, худди расмда кўрсатилгани каби, бир хил бўлса, албатта, бир группанинг ўрнига худди ўшандай бошқа группани (яъни уларнинг жойларини) алмаштириш билан комплекснинг структураси ўзгармайди. Аммо группалар ҳар хил бўлса, у ҳолда, бу группалар ҳар хил жойланиши мумкин, натижада изомерлар ҳосил бўла олади. Дарҳақиқат, тажрибанинг кўрсатишича, масалан,  $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$  таркибли бирикмани олсак, унда платинанинг координацион сони олтига тенг, бу бирикма бир-биридан ўз ранги ва бошқа хоссалари билан фарқ қиладиган икки изомер формада мавжуд бўлади. Бу изомерларнинг тузилиши, Вернер бўйича, схематик тарзда (139-расмда) кўрсатилган. Биринчи ҳолда



138-расм. Комплекс ион  $[PtCl_6]^{2-}$  нинг тузилиши.



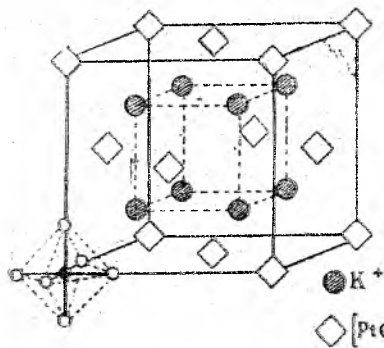
139-расм. Комплекс туз  $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$  нинг тузилиши:

чапда — транс-изомер, ўнгда — цис-изомер.

$NH_3$  молекулалари октаэдрнинг қарама-қарши учларига жойлашган (бу— транс-изомер деб аталади), иккинчи ҳолда  $NH_3$  молекулалари октаэдрнинг қўшни учларига жойлашган (цис-изомер). Бунга ўхшаш фазовий изомерия ички сферасида олтига группа бўлган бир қатор бошқа комплексларда ҳам кузатилади.

Вернернинг координацион сон олтига тенг бўлган комплекс октаэдрик тузилишда бўлади, деган тахмини у вафот этгандан кейин, 1922 йилда тегишли бирикмаларнинг кристалларини рентген нурлари ёрдами билан текшириш асосида тўла тасдиқланди. 140-расмда комплекс туз  $K_2 [PtCl_6]$  нинг кристалл пан-

жараси кўрсатилган. Бу тузда комплекс ион  $[PtCl_6]^{2-}$  лар куб томонларининг учларига ва марказларида туради; хлор ионлари эса комплексда мунтазам октаэдр учларига жойлашган бўлади. Шундай қилиб,  $[PtCl_6]^{2-}$  иони эритмада сақлавибгина қолмай, балки кристалл панжарала ҳам мустақил структура бирлик ҳолида бўлади.



140-расм.  $K_2PtCl_6$  нинг кристаллик панжараси.

Координацион сони тўртга тенг бўлган комплексларда координатланган гуруҳлар ё марказида комплекс ҳосил қилувчи турадиган квадратнинг бурчакларига жойлашган бўлади, ёки комплекс ҳосил қилувчи тетраэдр марказида жойлашиб, координатланган гуруҳлар шу тетраэдрнинг учларида бўлади.

**209. Комплекс ҳосил бўлишига сабабчи кучларнинг табиати.** Комплекс бирикмаларнинг тузилиши билан танишиб чиқдик, энди комплексдаги химиявий боғланишга сабаб бўлган кучлар

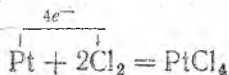
табиати тўғрисидаги масалага ўтамиз.

Ҳозирги вақтда, комплекс бирикмаларнинг ҳосил бўлишини изоҳлаб беришда, курснинг бундан олдинги қисмларида баён қилинган иккита назариядан, яъни химиявий бирикмалар ҳосил бўлишига оид умумий назариялардан — электростатик назария билан ковалент боғланишлар назариясидан фойдаланилади. Электростатик назарияга биноан, марказий атом билан ёки марказий ион билан аддендлар орасидаги боғланиш заррачаларнинг электростатик тортишуви натижасида вужудга келади ва бу боғланиш, ўз табиати жиҳатидан, худди ион боғланишга ўхшайди.

Иккинчи назария комплекс ҳосил бўлишини изоҳлаб беришда аддендлар комплекс ҳосил қилувчи билан, худди расмий атомли бирикмаларидаги каби, электрон жуфтлар орқали бирикади, деган тасаввурларга асосланади.

Типик комплекс туз  $K_2[PtCl_6]$  нинг қандай ҳосил бўлишини электростатик назария нуқтаи назаридан кўриб чиқайлик; бу туз платина (IV)-хлорид  $PtCl_4$  нинг калий хлорид билан бирикмиш маҳсулотидир.

Платинага хлор таъсир этганида платинанинг ҳар бир атоми хлор атомларига тўрттадан электрон бериб, тўрт валентли платина ионига айланади. Ҳосил бўлган ионлар бир вақтда ҳосил бўладиган хлор ионлари билан боғланиб,  $PtCl_4$  тузни ҳосил қилади:



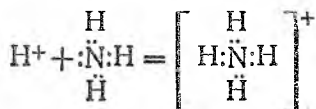
Аммо тўртта хлор ионининг боғланган бўлиши, платина ионини бошқа хлор ионларига таъсир этиш хусусиятидан мутлақо маҳрум қила олмайди. Шунинг учун, агар бошқа хлор ионлари платина ионига яқин бўлса, платина иони уларни дарҳол ўзига торта бошлайди. Аммо платина ионига яқин келаётган ҳар қайси хлор ионини платина билан боғланган тўртта хлор иони итаради. Агар платина ионининг тортиш кучи хлор ионларининг итариш кучидан кўп бўлса, хлорнинг янги ионлари платина ионига бирикади. Яна бошқа хлор ионларининг бирикиши билан итариш кучи ортиб боради ва, ниҳоят, бу куч тортиш кучидан ортиб кетгач, бошқа хлор ионлари бирикмайди. Айни ҳолда платина ионлари билан олтига хлор иони (илгари бўлган тўртта ион ва иккита янги ион) боғланганда ана шундай пайт вужудга келади. Битта платина ионидан ва олтига хлор ионидан иборат гурпуада ортиқча иккита манфий заряд бўлади; бу гурпуа комплекс ион  $[Pt Cl_6]^{-}$ нинг худди ўзидир. Унга иккита мусбат  $K^+$  иони бирикканда комплекс туз —  $K_2 ([Pt Cl_6])$  ҳосил бўлади; бу тузда калий ионлари комплекснинг сиртқи сферасига жойлашади.

Комплекс ҳосил қилувчига нейтрал молекулаларнинг бирикиши ҳам худди юқорида баён этилгандек соддагина изоҳлаб берилади. Фақат шуни ҳисобга олмоқ лозимки, одатда, комплекс ионлар ҳосил бўлишида равшан ифодаланган диполь молекулалар (масалан,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ) иштирок этади. Комплекс ҳосил қилувчининг электр майдони таъсири остида диполлар шу комплекс ҳосил қилувчига нисбатан маълум бир тартибда жойлашади ва шундан кейин, қарама-қарши зарядланган қутбларга тортилиб, комплекс ион ҳосил бўлади; поляр молекулаларнинг ўзаро итариш кучи ионларнинг ўзаро итариш кучидан кам бўлганлиги учун, бундай комплекслар, кўпинча, жуда барқарор бўлади.

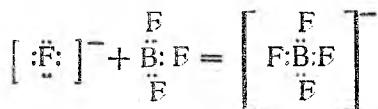
Шундай қилиб, электростатик назарияга биноан, комплекс ионлар ва комплекс бирикмалар ҳам, худди расмий бинар бирикмалар каби электростатик кучлар таъсири натижасида ҳосил бўлади. Бу процессларнинг механизмларигина ҳар хил бўлади. Оддий бинар бирикмалар ҳосил бўлишида валент боғланиш электронларнинг бир атомдан бошқа атомга ўтиши ҳисобига вужудга келади, шундан кейин, ҳосил бўлган ионлар ҳар хил ишорали зарядларнинг ўзаро тортишуви натижасида бир-бири билан боғланади. Комплекс бирикмалар ҳосил бўлишида эса тайёр ионлар (ёки поляр молекулалар) иштирок этади. Бу ерда ҳеч қандай электронлар кўчиши юз бермайди, балки ионларнинг бир-бири билан ёки ионларнинг молекулалар билан «электростатик тортилиш»

ши» юз беради, холос. Иккала ҳолда ҳам валент боғланиш табиати, афтидан, бир хил бўлади.

Химиявий бирикмалар ҳосил бўлишининг иккинчи назарияси — ковалент боғланишлар назарияси водород иони билан аммиак молекуласидан комплекс аммоний иони ҳосил бўлишини кўриб чиқишда татбиқ этилган эди (129- параграф):



Фтор ионлари ва бор (III)- фторид  $\text{BF}_3$  молекулаларидан комплекс ион  $[\text{BF}_4]^-$  нинг ҳосил бўлиши юқорида баён этилганларга иккинчи мисол бўла олади:



Бор трифторид молекуласида бор атоми атрофида ҳаммаси бўлиб олтига валент электронлар бор, бу электронлар  $[\text{BF}_4]^-$  анионининг ҳосил бўлишида фтор ионининг бир жуфт электронни ҳисобига саккизга етади.

Комплекс ионлар  $[\text{NH}_4]^+$  ва  $[\text{BF}_4]^-$  даги ковалент боғланишлар умумий жуфт электронлар вужудга келтирадиган одатдаги ковалент боғланишлардан фақат ўзларининг келиб чиқиши билангина фарқ қилади. Одатдаги ковалент боғланишда бирикаётган атомларнинг ҳар бири жуфт электрон учун биттадан электрон бергани ҳолда, комплекс бирикмалар ҳосил бўлишида боғланиш жуфт электронлар ҳисобига бўлади, то шунгача бу жуфт электронлар бирикаётган атомларнинг бирига тааллуқли бўлади. Бундай боғланиш, бошқача қилиб айтганда, координацион ёки донор-акцептор боғланиш деб аталади.

Боғланиш ҳосил бўлиши учун жуфт электрон берадиган атом ёки ион донор деб, бу жуфт электронни қабул қиладиган атом ёки ион эса акцептор деб аталади. Юқорида келтирилган мисолларнинг бирида аммиак молекуласидаги азот атоми, иккинчисида эса фтор иони донорлардир. Гидроксил иони  $[\text{:}\ddot{\text{O}}:\text{H}]^-$  даги ёки сув молекуласи  $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$  даги кислород атоми, хлор иони  $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}:]^-$  ва, умуман, «эркин» жуфт электронлари бўлган ҳар қандай атом ёки ион донорлик ролини бажара олади.

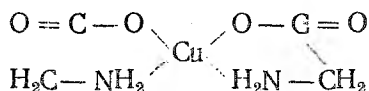
$[\text{NH}_4]^+$  ва  $[\text{BF}_4]^-$  ионларнинг ҳосил бўлишида, электрон қавати тугалланмаган  $\text{H}^+$  иони ва  $\text{BF}_3$  молекуласидаги бор атоми акценторлик ролини бажаради. Умуман олганда, тугалланмаган

электрон қаватларга эга бўлган, яъни сиртқи электрон қаватида электронлар билан банд бўлмаган орбиталари бор атомлар ёки ионлар ҳамма вақт акцептор бўлади.

Хотимада шуни айтиб ўтиш керакки, одатдаги кислотородли кислоталарнинг анионларини ҳам комплекс ионлар деб қараш мумкин. Масалан, сульфат кислота билан перхлорат кислота анионларининг тузилишини, яъни  $[\text{SO}_4]^{2-}$  ва  $[\text{ClO}_4]^-$  нинг тузилишини қуйидагича кўрсатиш мумкин:



Комплекс бирикмалар ниҳоятда кўп ва хилма-хилдир. Уларни ўрганиш назарий аҳамиятга эга бўлибгина қолмай, балки амалий аҳамиятга ҳам эга. Бунинг сабаби шуки, комплекс бирикмалар металлари электrolитик усул билан қоплашда, платина группасидаги металлларни тоза ҳолатда ажратиш олишда, лантанидларни ва актинидларни ажратишда, шунингдек, химиявий технологиянинг бошқа соҳаларида гоёт катта роль ўйнайди. Комплекс бирикмаларнинг аналитик химияда аҳамияти ниҳоятда катта. Масалан, сифатга оид кўпгина реакциялар ички комплекс рангдор бирикмалар ўрин олувчилари металлнинг марказий атоми билан бош валентликлар ҳисобига ҳам, қўшимча валентликлар ҳисобига ҳам боғланган циклик комплекс бирикмалар ҳосил бўлишига асосланган. Бундай бирикмаларга гликоль кислота  $\text{NH}_2\text{—CH}_2\text{—COOH}$  нинг мисли тузи—мис гликолят мисол бўла олади:



Баъзи гетерополи кислоталар ҳам аналитик химияда катта роль ўйнайди.

Комплекс бирикмалар соҳасида системали суратда илмий текшириш ишлари олиб бориш зарурлигини Менделеев доимо таъкидлаб ўтган эди. Комплекс бирикмаларга оид принципиал муҳим ишларни ўтган асрнинг охирида Курнаков бажарди. Аммо комплекс бирикмаларни ўрганиш соҳасида Чугаевнинг\* ишлари айниқса катта роль ўйнади.

\* Лев Александрович Чугаев (1873—1922) кўп йиллар мобайнида мис, никель, кобальт, темирнинг ва платина группасидаги металлларнинг комплекс бирикмаларини текширди. Чугаев координацион назарияни асослаш учун назарий жиҳатдан жуда муҳим бўлган ва айни замонда амалий жиҳатдан катта аҳамиятга эга бўлган янги кўпгина комплекс бирикмаларни кашф этди.

## ДАВРИЙ СИСТЕМАНИНГ ИККИНЧИ ГРУППАСИ

Даврий системанинг иккинчи группасига атомининг сиртқи қаватида икки электрон бўлган ва фақат шу икки электрони-ни бера оладиган элементлар киради. Иккинчи группанинг типик элементлари бериллий ва магнийдир. Сиртдан иккинчи электрон қаватининг тузилиши жиҳатидан (бу қават-да саккиз электрон бўлади) бериллий билан магний қатори-га катта даврларнинг жуфт қаторларидаги элементлар: кальций, стронций, барий ва радий ҳам киради.

Юқорида кўрсатилган олтита элементнинг ҳаммаси ик-кинчи группанинг асосий группачасини ташкил этади. Рух, кадмий ва симоб қўшимча группач-ани ташкил қилади, бу элементлар катта даврларнинг тоқ қаторларида туради ва улар атомининг сиртдан иккинчи элек-трон қаватида ўн саккизтадан электрон бўлади.

## ИККИНЧИ ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши									
				2	2	2	2	2	2	2	2		
Бериллий . . . .	Be	9,0122	4	2	2								
Магний . . . . .	Mg	24,312	12	2	8	2							
Кальций . . . . .	Ca	40,08	20	2	8	8	2						
Стронций . . . . .	Sr	87,62	38	2	8	18	8	2					
Барий . . . . .	Ba	137,34	56	2	8	18	18	8	2				
Радий . . . . .	Ra	(226)	88	2	8	18	32	18	8	2			

210. Иккинчи группа асосий группачасининг умумий характеристикаси. Иккинчи группанинг асосий группасига кирадиган элементларнинг бериллийдан бошқа ҳаммаси рав-шан ифодаланган металллик хоссаларга эга. Улар эркин ҳолат-да кумушдек оқ моддалар бўлиб, ишқорий металлларга қара-

ганда анча қаттиқдир; уларнинг суюқланиш ва қайнаш нуқта-лари анча юқори бўлади. Бу элементларнинг радийдан бош-қа ҳаммаси ҳам солиштирама оғирликлари жиҳатидан енгил металллар қаторига киради. Бу элементларнинг энг муҳим физик константалари 30-жадвалда кўрсатилган.

30-жадвал

Иккинчи группа асосий группачасидаги элементларнинг энг муҳим физик константалари

Константалари	Бериллий Be	Магний Mg	Кальций Ca	Стронций Sr	Барий Ba	Радий Ra
Зичлиги, $g/cm^3$ ҳисоб-ида . . . . .	1,85	1,74	1,55	2,6	3,5	5,0
Суюқланиш темпера-тураси, °C ҳисобида,	1280	651	850	777	717	960
Қайнаш темпера-тураси, °C ҳисобида	2971	1103	1482	1357	1554	1136
Атомнинг радиуси, А ҳисобида . . . .	1,13	1,60	1,97	2,15	2,21	2,35

Иккинчи группанинг олдинги иккита аъзоси шу группادا алоҳида ўринни ишғол этади ва қолган тўртта элементдан кўп жиҳатдан фарқ қилади. Бериллий (агар унинг валентли-ги бир четга қўйиб турилса) ўз хоссалари жиҳатидан алюми-нийга яқинлашиб келади, магний эса тоқ группачадаги эле-ментларга, айниқса рухга ўхшаб кетади.

Асосий группачадаги элементлар атомларининг сиртқи қаватида ядродан анча узоқ жойлашган икки электрон бўл-ганлиги учун, улар шу электронларни осонгина бериб, мусбат зарядланган ионларга айланади. Шунинг учун, бу элементлар химиявий активлик жиҳатидан ишқорий металллардан озгина кейинда туради. Иккинчи группанинг асосий группачаси эле-ментлари, худди ишқорий металллар каби, ҳавода анча тез оксидланади, сувдан водородни одатдаги температурадаёқ сиқиб чиқара олади. Аммо бериллий ва магний сув билан жуда суст реакцияга киришади, чунки бу реакция натижаси-да ҳосил бўладиган гидроксидлар сувда қийин эрийди; улар металлнинг юзасини беркитиб қўйиб, реакциянинг давом эти-шини қийинлаштиради. Қолган тўртта металл, гидроксидлари яхши эрийдиган моддалар бўлганлиги учун сув билан анча шиддатли суратда реакцияга киришади.

Асосий группачага кирадиган кальций, стронций ва барий ҳадимдан ишқорий-ер металллар деб аталиб келади. Ишқорий-ер металллар деган номнинг келиб чиққанлигига сабаб шуки, натрий ва калийнинг гидроксидлари снгарни кальций, стронций

ва барийнинг «ишқорлар» деган ном билан қадимдан маълум бўлган гидроксидлари ишқорий хоссаларга эгадир, бу металлларнинг оксидлари эса кам эрувчанлиги, қийин суюқланувчанлиги ва шу каби хоссалари жиҳатидан алюминий оксидга ва оғир металлларнинг илгари вақтларда ер л а р (тупроқлар) деган умумий ном билан аталган оксидларига жуда ўхшаб кетади.

Ишқорий-ер металллар ёндирилганда ҳамма вақт МО типидagi нормал оксидлар ҳосил бўлади. Бу элементлар пероксидлар ҳосил қилади, уларнинг пероксидлари ишқорий металлларнинг пероксидларига қараганда бирмунча беқарор бўлади.

Кальций, стронций ва барийнинг оксидлари сув билан бевосита бирикиб, гидроксидларга айланади. Бу гидроксидларнинг эрувчанлиги кальцийдан кейинги ишқорий-ер металлларга ўтилган сари кучли равишда ортиб боради, барий гидроксиднинг 1 л сувда эрувчанлиги 38 г га тенг. Ишқорий-ер металллар гидроксидларининг асослик характери ҳам худди шу тартибда ортиб боради.

Ишқорий-ер металллар водород билан бирикиб, ишқорий металлларнинг гидридларига ўхшаш гидридлар ҳосил қила олади (масалан,  $\text{CaH}_2$ ).

Ишқорий-ер металлларнинг азот билан бирикишига мойил эканлиги ниҳоятда ажойибдир, ишқорий-ер металлларнинг атом оғирликлари ортиб бориши билан, уларнинг азот билан бирикиш қобилияти ҳам кучайиб боради. Ишқорий-ер металлларнинг бу қобилияти шу қадар кучлики, улар одатдаги температурадаёқ азот билан секин-аста бирикиб, нитридлар ҳосил қилади.

Ишқорий-ер металлларнинг кўпгина тузлари, ишқорий металллар тузларининг аксича, сувда қийин эрийди. Ишқорий-ер металлларнинг карбонатлари, сульфатлари, фосфатлари ва баъзи бошқа тузлари ана шундай тузлар қаторига киради. Ишқорий-ер металллар ўзларининг барча бирикмаларида нуқул икки валентли бўлади.

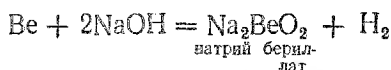
**211. Бериллий (Beryllium);** атом оғирлиги 9,0122. Бериллий табиатда кам тарқалган (ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,0004% бериллий бор). Бериллий баъзи минераллар таркибига киради, бу минераллардан энг кўп учрайдиган берилл  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$  дир. Бериллийнинг қўшимчалар борлигидан турли рангларга бўялган баъзи хиллари қимматбаҳо тошлардир. Масалан, яшил зумрад, ҳаво ранг-яшил аквамарин ва бошқалар ана шундай қимматбаҳо тошлардир.

Металл ҳолидаги бериллий унинг суюқлантирилган тузларини электролиз қилиш йўли билан олинади. Металл ҳоли-



даги бериллий жуда қаттиқ ва енгил оқ металл бўлиб, зичлиги  $1,85 \text{ г/см}^3$  га тенг,  $1280^\circ\text{C}$  температурада суюқланади. Бериллий ҳавода барқарор, чунки бериллий сиртида сақловчи оксид парда ҳосил бўлади. Сув бериллийга таъсир этмайди дейиш мумкин; бериллий кислоталарда осон эриб, водород ажратиб чиқаради.

Бериллий учун ниҳоятда характерли хосса шуки, ишқорлар уни эритади, бунда, бериллий атомлари деб аталадиган тузлар ҳосил бўлади, бу тузларда бериллий металлоид ролини ўйнайди:



Металл ҳолидаги бериллийда кўпгина ажойиб хоссалар бор. Бериллийдан қилинган юққа пластинкалар рентген нурларини осон ўтказиши, бу пластинкалар рентген найларининг нурларни ташқарига ўтказадиган қисмларини тайёрлаш учун ниҳоятда боп материалдир. Бериллийнинг магний ва алюминий билан ҳосил қилган қотишмалари гоят енгил ва мустаҳкам бўлади, шу туфайли, бериллий анча қиммат турадиган металл бўлишига қарамай, самолётсозликда тобора кенг ишлатилмоқда. Бериллийга мис қўшиб суюқлантирилса, ниҳоятда қаттиқ, электрни яхши ўтказадиган ва коррозияга чидамли бронза ҳосил бўлади. Бу бронзадан олий сифатли пружиналар тайёрланади.

Жуда тоза бериллий ядро реакторларида ишлатилади. Бу мақсадда ишлатиладиган металлда 1 т бериллийда 1 г дан ортиқ бор бўлмаслиги керак.

Бериллийда ниҳоятда қимматли хоссалар бўлганлиги учун бериллий ишлаб чиқариш тез суръатлар билан ўсмоқда. 1936 йилда атиги 480 т бериллий рудаси қазиб олинган бўлса, 20 йилдан кейин, яъни 1956 йилда эса капиталистик мамлакатларда 14 минг т бериллий рудаси қазиб чиқарилди.

*Бериллий оксид*  $\text{BeO}$  — оқ, жуда қийин суюқланидиган модда бўлиб, сув билан осон бирикиб бериллий гидроксид ҳосил қилади. Ундан химиявий жиҳатдан мустаҳкам ўтга чидамли материал (тигеллар тайёрлашда, ракета двигателлар ҳамда электротехникада), шунингдек атом реакторларида конструкция материал сифатида фойдаланилади.

*Бериллий гидроксид*  $\text{Be(OH)}_2$  равшан ифодаланган амфотерлик хоссаларига эга, бериллий гидроксид типик ишқорийер металлларнинг гидроксидларидан ўзининг амфотер эканлиги билан кескин фарқ қилади. Бериллий гидроксид сувда амалда эрнайди, аммо кислоталарда ҳам, ишқорларда ҳам

осон эрийди, бериллий гидроксид ишқорларда эриб, бериллатлар ҳосил қилади:



$\text{Be}(\text{OH})_2$  нинг кислоталик хоссалари жуда кучсиз бўлганлигидан, бериллатлар сувда эритилганда батамом гидролизланади.

Бериллийнинг кўпчилик тузлари, шу жумладан, бериллий сульфат билан бериллий карбонат ҳам, сувда яхши эрийди, типик ишқорий-ер металлларнинг сульфатлари ва карбонатлари эса сувда амалда эрмайди.

**212. Магний (Magnesium);** атом оғирлиги 24,312. Магний табиатда жуда кўп тарқалган. Магний кўп миқдорда магний карбонат ҳолида учрайди; магний карбонат магнезит  $\text{MgCO}_3$  ва доломит  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$  минералларини ҳосил қилади. Магний сульфат билан магний хлорид калийли минераллар — канинит  $\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  ва карналлит  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  таркибига киради, шунингдек, улар денгиз сувида ҳам бўлади, денгиз сувининг тахир бўлишига сабаб ҳам ана шу. Ер пўстлоғида магнийнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 2,35% ни ташкил этади.

Магний ҳозирги вақтда, суюқлантирилган магний хлоридни ёки, кўпинча, суюқлантирилган карналлитни электролиз қилиш йўли билан олинади.

Магний кумушдек оқ, зичлиги  $1,74 \text{ г/см}^3$  бўлган жуда енгил металлдир. Магний ҳавода кам ўзгаради, чунки магний сирти юпқа оксид парда билан тез қопланиб қолади, бу оксид парда магнийни янада оксидланишдан сақлайди.

Магний, металлларнинг кучланишлар қаторида гарчи водороддан анча олдин турса ҳам, лекин, юқорида айтиб ўтилганидек, сувни таркибий қисмларга жуда секин ажратади, чунки сувда қийин эрийдиган магний гидроксид ҳосил бўлади. Магний кислоталарда осон эриб, улардан водородни ажратиб чиқаради. Ишқорлар магнийга таъсир этмайди. Магний қиздирилганда ўт олиб кетиб, ёнади ва магний оксид ҳамда оз миқдорда магний нитрид  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  ҳосил қилади. Ёнаётган магний шуъласи ниҳоятда равшан бўлади, магнийнинг шуъласида ультрабинафша нурлар кўп. Шунинг учун, баъзан, фотографик расмлар олишда ёритиш мақсадида магнийдан фойдаланилади. Магний пиротехникада ҳам ишлатилади.

Металл ҳолидаги магний ишлатиладиган асосий соҳа магний асосида енид хар хил қотишмалар тайёрлайдиган соҳадир. Магнийга оз миқдорда бошқа металллар қўшилиши натижасида, унинг механик хоссалари жуда ўзгариб кетади, қотишма анча қаттиқ, мустаҳкам ва коррозияга қаршилиқ

кўрсатадиган бўлиб қолади. Электрон деб аталадиган қотишма (бу қотишма 90% магнийдан иборат бўлиб, қолганлари алюминий, рух ва марганецдир) айниқса қимматли хоссаларга эга; бу қотишманинг zichлиги кичик ( $1,8 \text{ г/см}^3$ ) ва анча мустаҳкам бўлганлигидан, самолётсозликда кенг қўлдандала ишлатилади.

1915 йилда бутун дунёда суюқлантириб олинган магний миқдори атиги бир неча юз тонна эди, ҳозирги вақтда (фақат капиталистик мамлакатларда) 400 минг т га яқин магний суюқлантириб олинади.

СССР да металл ҳолидаги магний олинадиган дастлабки завод 1935 йилда ишга туширилди. Бу заводда магний хлоридни электролиз қилиш йўли билан магний олинади. Кейинроқ бориб, бизнинг магний заводларимизда нуқул деярли карналлитдан магний олинадиган бўлди. СССР да магний саноатининг ривожланишига Федотьев\* тадқиқотлари катта ёрдам берди.

Магний оксид  $\text{MgO}$ , одатда, табиий магнезит  $\text{MgCO}_3$  ни қаттиқ қиздириш йўли билан қийин суюқланувчан пўрсилдоқ оқ кукун ҳолида олинади; бу кукун куйдирилган магнезия номи билан маълумдир. Магний оксиднинг суюқланиш температураси юқори бўлганлигидан, у, ўтга чидамли тигель, труба ва гиштлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Магний гидроксид  $\text{Mg(OH)}_2$  магнийнинг сувда эрийдиган тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда, оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади. Магний гидроксиднинг,  $\text{Be(OH)}_2$  дан фарқи шуки,  $\text{Mg(OH)}_2$  фақат асослик хоссаларга эга бўлиб, ўртача кучдаги асосдир. Магний гидроксид сувда озроқ эриб, сувга ишқорий реакция беради.

Магний тузларининг энг кўп ишлатиладиганлари қуйидагилардир:

Магний сульфат  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , бошқача айтганда, тахир туз. Магний сульфат, типик ишқорий-ер металллар сульфатларининг аксича, сувда яхши эрийди. Бу тузнинг эрувчанлиги ва унинг кристаллик структураси магнийни рухга анча яқинлаштиради.

Магний хлорид  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  осон эрийдиган, ҳавода уваланиб кетадиган рангсиз кристаллар ҳосил қилади. Тозаланмаган

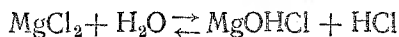
\* Павел Павлович Федотьев (1864—1934), профессор, электрохимиклар совет мактабнинг асосчиси. Федотьев кўп йиллар давомида магний тузларининг электролиз шартларини системали суратда ўрганиб борди ва 1915—1917 йиллардаёқ Петрограддаги тажриба заводида Россияда биринчи марта магний олиш ишини ташкил этди. Федотьевнинг ва Федотьев шогирдларининг ишлари алюминий ва магний электрометаллургияси назариясини ривожлантиришда катта роль ўйнади.

ош тузининг ҳавода намни олиш хоссаси унга озроқ миқдорда  $MgCl_2$  аралашганлигидандир.

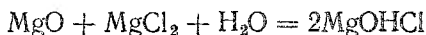
*Магний карбонат*  $MgCO_3$ . Табиатда магnezит минерали ҳолида учрайди.

Магнийнинг сувда эрийдиган тузларига сода таъсир этирилса, нормал карбонат ҳосил бўлмай, балки ҳар хил гидроксикарбонатлар аралашмаси ҳосил бўлади. Бу аралашма медицинада оқ магнезия номи билан ишлатилади.

Магнийнинг гидроксиди тузи  $MgOHCl$  саноатда муҳим аҳамиятга эга; бу туз магний хлорид эритмаси буғлатилаётганда гидролиз натижасида ҳосил бўлади:



Техник маҳсулот магний оксидни магний хлориднинг сувдаги концентранган эритмасига қориштириш йўли билан олиниди ва магнезиал цемент деб аталади. Бундай қоришма маълум вақт ўтгандан кейин қотиб, тигиз, осон ялтириладиган оқ массага айланади. Бу массанинг қотишига сабаб шуки, бунда магнийнинг гидроксиди тузи ҳосил бўлади. Бу тузнинг ҳосил бўлиш реакциясини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Магнезиал цемент тегирмон тошлари, чарх тошлар, ҳар хил плиталар ва шу кабилар тайёрлашда ёпиштирувчи материал сифатида ишлатилади. Магнезиал цементнинг ёғоч қипиғи билан аралашмаси ксилолит деб аталади ва полларга ётқизиш учун ишлатилади. Магнийнинг табиий силикатлари: тальк  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$  ва, айниқса, асбест  $CaO \cdot 3MgO \cdot 4SiO_2$  ҳам кўп ишлатилади. Асбест, ўтга чидамли, иссиқликни кам ўтказадиган бўлганлиги ва тола-тола тузилганлиги туфайли, ниҳоятда яхши иссиқлик изоляция материалидир.

Ҳар қандай тупроқда озгина миқдорда магний тузлари бўлиб, улар ўсимликларнинг озиқланиши учун зарур, чунки магний хлорофилл таркибига киради.

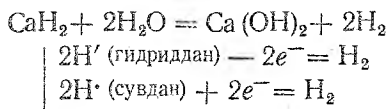
213. Кальций (*Calcium*); атом оғирлиги 40,08. Кальций табиатда ҳар хил бирикмалар ҳолида жуда кенг тарқалган. Биз оҳак тош ва бўрнинг, баъзи жойларда эса мрамарнинг гоят катта қатламлари борлиги тўғрисида ўз вақтида айтиб ўтган эдик, булар кальций карбонат  $CaCO_3$  нинг табиий хилларидир. Гипс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , фосфорит  $Ca_3(PO_4)_2$  ва, ниҳоят, таркибида кальций бўладиган ҳар хил силикатлар ҳам кўп миқдорда учрайди. Ер пўстлоғида кальцийнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 3,25% ни ташкил этади.

Металл ҳолидаги кальций суюқлантирилган кальций хлоридни электролиз қилиш ёки кальций оксидни баъзи металллар ёрдамида термик қайтариш йўли билан олинади. Кальций карбид  $\text{CaC}_2$  ни термик диссоцилаш йўли билан кальций олиш усули ҳам топилган. Кальций боғланувчан, анча қаттиқ оқ металл бўлиб,  $850^\circ\text{C}$  да суюқланади. Кальций ҳавода турса, тезда оксид қавати билан қопланиб қолади, қиздирилганда эса равшан қизғиш аланга ҳосил қилиб ёнади. Кальций совуқ сув билан анча суз реакцияга киришади, аммо иссиқ сувдан водородни тез сиқиб чиқариб, кальций гидроксид ҳосил қилади. Кальций галогенлар, олтингургурт ҳамда азот билан осон бирикадиган ва қиздирилганда қарийб барча металлларнинг оксидларини қайтара оладиган жуда актив металлдир.

Кальцийнинг пўлат ва чўян ишлаб чиқаришда уларни ксилород, фосфор ҳамда олтингургуртдан тазалаш учун кенг кўламда ишлатилиши кальцийнинг активлигига асосланган. Кальций қийин суюқланувчи металллар (цирконий, титан, тантал, ниобий ва бошқалар) ишлаб чиқаришларида қайтарувчи сифатида ҳам ишлатилади. Кальцийнинг анчагина миқдорда подшипниклар ва кабель қобиқлари тайёрланадиган кўрғошин-кальций қотишмалари ҳосил қилишга кетади.

Металл ҳолидаги кальций водород оқимида қиздирилса, водород билан бирикиб, гидрид ҳосил қилади.

Кальций гидрид  $\text{CaH}_2$  — қаттиқ, кристаллик модда бўлиб, сув билан шиддатли суратда реакцияга киришади ва водородни ажратиб чиқаради:



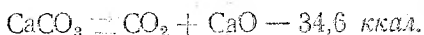
Кальций гидрид кўп миқдорда водород ажратиб чиқариш хусусиятига эга бўлганлиги учун\* кальций гидрид, баъзан, водород ажратиб олиш учун ишлатилади. Бундан ташқари, кальций гидриддан ҳатто кристаллгидратдан ҳам сувни тортиб ола оладиган жуда самарали қуриткич сифатида фойдаланилади.

Кальций оксид  $\text{CaO}$  ниҳоятда ўтга чидамли, электр печида  $3000^\circ\text{C}$  температурадагина суюқланадиган оқ моддадир. Кальций оксид техникада, одатда, сўндирилмаган ёки куйдирилган оҳак деб аталади. Кальций оксиднинг

\* 1 кг кальций гидрид сув билан ўзаро таъсир этганда 1000 л водород чиқади.

куйдирилган оҳак деган номи унинг оҳактош ёки бўр ҳолидаги кальций карбонатни қаттиқ қиздириш, яъни «куйдириш» йўли билан олинишини кўрсатади.

Кальций оксид шахта печлари деб аталадиган баланд печларда куйдирилади, бунинг учун, печга бир қават ёқилган ва бир қават оҳактош солиб тўлдирилиб, ёқилган паст томондан ёндирилади. Кальций карбонат қаттиқ қизиганда диссоциланади ва карбонат ангидрид билан оҳакка ажралади:



Бу тенгламага массалар таъсири қонунини татбиқ этиб ва қаттиқ моддаларнинг концентрацияси мувозанат константаси ифодасига кирмаслигини назарда тутиб, қуйидагини ҳосил қиламиз.

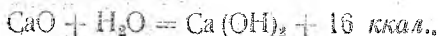
$$[\text{CO}_2] = K.$$

Газ концентрацияси унинг парциал босими билан ифодаланиши мумкин бўлганлигидан, юқорида ҳосил қилинган ифода кальций карбонатнинг ажрალიш реакцияси мувозанати карбонат ангидриднинг парциал босими маълум қимматга эга бўлгандагина қарор топишини кўрсатади. Бу мувозанат ҳолатидаги босим турли температураларда қуйидаги қийматларга эга бўлади:

Температура, °С ҳисобида . . . . .	500	600	700	800	900	1000
Диссоциация эластиклиги, мл сымоб устуш ҳисобида . . . . .	0,11	2,35	25,3	168	773	2710

Қарор топган мувозанатни кўпроқ миқдор CaO ҳосил бўлиш томонига силжитиш учун, ё температурани кўтариш ёки ҳосил бўлган CO<sub>2</sub> нинг бир қисмини чиқариб юбориш ва шу билан унинг парциал босимини камайтириш керак. Агар маълум бир температурада карбонат ангидриднинг парциал босими мувозанат босимидан анча паст бўлиб турса, у ҳолда CaCO<sub>3</sub> нинг ажрალიш процесси узлуксиз боради. Шунинг учун, оҳак куйдиришда печни яхши вентиляция қилиш муҳим роль ўйнайди, бу нарса карбонат ангидридни чиқариб юборишга сабаб бўлади ва ажрალიш процессини анча паст температурада олиб боришга имкон беради.

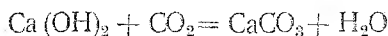
Агар куйдирилган оҳак устига сув қуйилса, сув даставвал оҳакнинг ғовак-ғовак бўлақларига сингади, шундан кейин эса у билан реакцияга киришиб, кўп миқдорда иссиқлик чиқаради. Бунда сувнинг бир қисми бугга айланади, оҳак бўлақлари эса уваланиб, пўрсилдоқ кальций гидроксид массасига айланади.



Бу операция оҳакни «сўндириш» деб, ҳосил бўлган маҳсулот эса, техникада, сўндирилган оҳак деб аталади.

Кальций гидроксид  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  — сувда оз эрийдиган кучли асос; 1 л сув  $20^\circ\text{C}$  да атиги 1,56 г  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ни эритади. Кальций гидроксиднинг тўйинган эритмаси оҳакли сув деб аталади ва ишқорий реакцияга эга бўлади. Оҳакли сув ҳавода турса, карбонат ангидридни шимиб олиб, сувда эринмайдиган кальций карбонат ҳосил бўлиши натижасида тезда лойқаланиб қолади.

Сўндирилган оҳак бинокорликда кенг ишлатилади. Сўндирилган оҳакнинг қум ва сув билан қоришмаси оҳак қор и ш м а с и деб аталади ва гиштдан деворлар қуришда гишталарни бир-бирига ёпиштириш учун, шунингдек, деворларни суваш учун ишлатилади. Оҳакнинг қотиши, даставвал, сувнинг буғланиб кетиши орқасида, ундан кейин эса сўндирилган оҳакнинг ҳаводан карбонат ангидридни шимиб олиб, кальций карбонат ҳосил қилиши натижасида бўлади:



Ҳавода оз миқдорда карбонат ангидрид бўлганлиги учун, оҳакнинг қотиш процесси жуда суст боради, бу процессда сув ажрәлиб чиққанлигидан, оҳак қоришмасидан фойдаланилиб қурилган бинолар узоқ вақтгача нам бўлиб туради:

Кальцийнинг энг муҳим тузлари қуйидагилардир: кальций хлорид  $\text{CaCl}_2$ , кальций сульфат  $\text{CaSO}_4$ , кальций карбонат  $\text{CaCO}_3$ , кальций нитрат  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , кальций фосфатлар, кальций гидросульфит  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$  ва кальций гипохлорит  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ .

Кальций табиатда кенг тарқалганлиги учун, табиий сувда қарийб ҳамма вақт кальций тузлари бўлади. Кальцийнинг табиий тузларидан фақат гипс сувда бир оз эрийди, аммо сувда карбонат ангидрид бўлса, кальций карбонат ҳам гидрокарбонат  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ҳолида эритмага ўтиши мумкин.

Кўп миқдорда гидрокарбонат ва сульфат ҳолидаги кальций тузларини, шунингдек, магнийнинг ана шундай тузларини эритган табиий сув қаттиқ сув деб аталади; юмшоқ сувда эса кальций тузлари жуда оз бўлади ёки мутлақо бўлмайди.

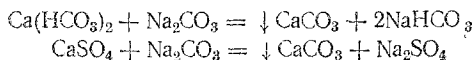
Сувнинг, асосан,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  борлигидан вужудга келадиган қаттиқлиги муваққат қаттиқлик ёки юмшатилиши мумкин бўлган қаттиқлик деб аталади, бундай сув қайнатылганда,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ажрәлиб кетади ва кальций карбонат чўкмага тушиб, сув юмшоқ бўлиб қолади. Агар сувда  $\text{CaSO}_4$  ёки  $\text{MgSO}_4$  бўлса, бу сувнинг қаттиқлиги доимий қаттиқлик деб аталади; бундай қаттиқлик сувни ҳайдаш

йўли билан ёки химиявий йўл билан йўқотилиши мумкин. СССР да сувнинг қаттиқлиги 1 л сувдаги кальций ва магний ионларининг миллиграмм-эквивалентлари йиғиндиси билан ифодаланади. Қаттиқликнинг бир миллиграмм-эквиваленти сувда 20,04 мг/л Са<sup>++</sup> ёки 12,16 мг/л Mg<sup>++</sup> бўлишига тўғри келади. Сувнинг қаттиқлиги 1952 йилгача қаттиқлик градуслари билан ўлчанар эди, қаттиқлик градуслари 100 л сувда неча грамм кальций оксид борлигини кўрсатади. Сув таркибидаги магний ва икки валентли бошқа металлларнинг миқдори эквивалент миқдордаги СаО га айлантириб ҳисобланар эди. 1 градус қаттиқлик, ҳозирги замон ўлчов бирлигига айлантирилганда, 0,35663 мг/экв кальций ионлари ёки магний ионларига тенг бўлади.

Сувнинг қаттиқлигини ҳисоблашга мисол келтирамиз.

*Мисол.* Сувнинг 50 литридаги Са<sup>++</sup> ионларини чиқариб юбориш учун сувга 10,6 г сода (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) қўшиш керак бўлганлиги маълум; сувнинг умумий қаттиқлиги ҳисоблаб топилсин.

Реакцияларнинг тенгламалари



дан кальцийнинг бир грамм ионига бир грамм-молекула сода солиш, ёки бир мг-экв Са<sup>++</sup> ионларига бир миллиграмм-эквивалент сода солиш кераклиги кўриниб турибди.

Соданинг молекуляр оғирлиги 106 га тенг, демак, унинг бир миллиграмм-эквиваленти  $106/2=53$  мг келади.

50 л сувдаги Са<sup>++</sup> ионларини чўктириш учун 10,6 г, яъни 10 600 мг сода кетди, бу эса  $10600/53=200$  мг-экв ни ташкил этади.

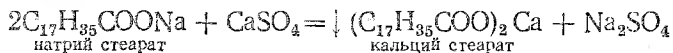
Равшанки, 50 л сувда ўшанча миллиграмм-эквивалент Са<sup>++</sup> ионлари бўлади. Бундан, сувнинг қаттиқлиги  $200/50=4$  мг-экв дур.

Сувда кўп миқдорда кальций тузлари ёки магний тузларининг бўлиши сувни кўпгина техник мақсадлар учун мутлақо яроқсиз ҳолга келтиради. Масалан, буғ қозонлари қаттиқ сув билан узоқ вақт ишласа, уларнинг ички томони секин-аста тигиз қуйқа қавати билан қопланиб қолади. Бундай қават 1 мм га етгандаёқ қозон деворларининг иссиқ ўтказувчанлиги кучли даражада пасаяди ва, демак, ёқилғи кўп сарф бўлади. Бундан ташқари, бу қуйқа буғ қозонларининг қайнаткич грубаларида ҳам, қозоннинг деворларида ҳам бўртиб чиққан ва дарз кетган жойларнинг ҳосил бўлишига олиб боради. Қуйқа механик йўл билан кўчириб тушириладиган бўлса, кўпинча, қозон шикастланади.

Қаттиқ сувда совун кўпирмайди, чунки ёғ кислоталарнинг, яъни пальмитин ҳамда стеарин кислоталарининг совун таркибида бўладиган ва сувда эрийдиган натрийли тузлари шу



кислоталарнинг сувда эримайдиган кальцийли тузларига айланади:

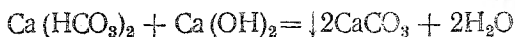


Бу процесс кальцийнинг барча ионлари эритмадан чиқиб кетгунча давом этади. Шу сабабдан, кир ювишда қаттиқ сув ишлатилганда совун жуда кўп сарф бўлади-ю, ammo кир унча кетмайди.

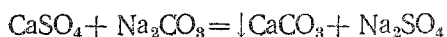
Баъзи технологик процессларни бажаришда, масалан, бўйишда қаттиқ сувдан фойдаланиш ярамайди.

Юқорида келтирилган мисоллар техника мақсадлари учун ишлатиладиган сувни кальций ва магний тузларидан жуда яхшилаб тозалаш кераклигини кўрсатади.

Қаттиқ сув ҳар хил усуллар ёрдами билан тозаланади, бу усулларнинг асосийлари химиявий усуллар бўлиб, улар сувда кальций ионлари билан магний ионларини сувда эримайдиган тузлар ҳолида чиқариб юборишдан иборат. Сувни химиявий йўл билан тозалашда, кўпинча, сўндирилган оҳакдан ёки содадан фойдаланилади. Оҳак кальций гидрокарбонат ва магний гидрокарбонатни сувда эримайдиган карбонатларга айлантиради:

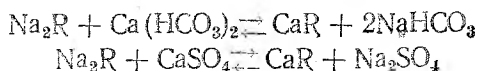


сода ҳам кальций ва магнийни карбонатлар ҳолида чўктиради:



Сувнинг қаттиқлигини катионлар алмаштириш йўли (катионит методи) билан йўқотиш усули саноатда кенг тарқалган усулдир. Бу усул  $Na_2Al_2Si_2O_8 \cdot nH_2O$  типдаги баъзи алюмосиликатлар таркибига кирадиган натрий ионларининг сув таркибига кальций ва магний ионлари билан алмаштиниш қобилиятига асосланган, кальций ионлари билан магний ионлари эритмадан ана шундай чиқариб юборилади. Бундай алюмосиликатлар катионитлар деб аталади.

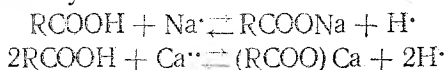
Майдаланган катионит қаватидан ўтказилган қаттиқ сув кальций ва магний ионларидан тамомилан тозаланади. Бунда бўладиган реакциялар схемасини қуйидаги тенгламалар билан ифодалаш мумкин:



бу ерда R ҳарфи билан мураккаб алюмосиликат иони  $(Al_2Si_2O_8 \cdot nH_2O)$  кўрсатилган,

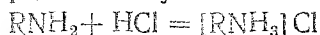
Катионитдаги натрийнинг ҳаммаси кальций (ёки магний) билан алмашингандан кейин, катионит сувни юмшатиш қобилиятини йўқотади; ammo бу катионит осон регенератланиши (яна аслига қайтарилиши) мумкин, бунинг учун катионитга NaCl нинг концентрланган эритмасини таъсир эттириш лозим. Бунда тескари реакция вужудга келади ва кальций ўрини яна натрий олади. Шундай қилиб, сувни бу усул билан тозалашда фақат битта, анча арзон маҳсулот, яъни натрий хлорид сарф бўлади.

Сувда эриган бошқа моддаларнинг ионларини юттириш учун, ҳар хил сунъий смолалар ҳам ишлатилади, бундай смолалар юқори молекуляр органик моддалар бўлиб, уларнинг таркибида кислотали ёки асосли функционал группалар бўлади. Катионитлар сифатида таркибида карбоксил группалар — COOH, сульфогруппалар — SO<sub>3</sub>H ва бошқалар бўладиган ҳамда водород ионларини металллар ионларига алмаштира оладиган смолалар ишлатилади. Бундай катионитлар Н-катионитлар деб аталади. Молекуланинг функционал группа билан бириккан қолдирғини R орқали белгилаб, Н-катионитнинг металл ионлари, масалан, натрий ва кальций ионлари билан бўладиган реакциясини қуйидаги тенгламалар орқали ифодалаш мумкин:



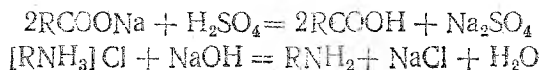
Бу реакциялар натижасида таркибида туз (масалан, натрий хлорид, кальций хлорид ва бошқалар) бўлган эритма тегишли кислоталарнинг (хлорид ва сульфат кислоталарнинг) эритмасига айланади.

Эритмадан кислоталарни чиқариб юбориш учун, бу эритма анионит, яъни таркибида аминогруппалар бўлган смола орқали ўтказилади. Бунда эримайдиган тузлар ҳосил бўлганлигидан кислоталар боғланиб қолади. Анионитни RNH<sub>2</sub> формула орқали белгилаб, бўладиган реакцияни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Қўшимчалари бўлмайдиган сув амалда ана шундай йўл билан, яъни дистиллатмай туриб ҳосил қилинади.

Ишлатиб бўлинган Н-катионитлар ва анионитлар регенератланиши (яна аслига қайтарилиши) мумкин, бунинг учун Н-катионитлар концентрланган сульфат кислотада, анионитлар эса ўувчи натрийнинг концентрланган эритмасида ишланади:



214. Стронций (Strontium); атом оғирлиги 87,62. Барий (Barium); атом оғирлиги 137,34. Стронций билан барий табиатда, асосан, сульфатлар ва карбонатлар ҳолида учрайди, улар целестин  $SrSO_4$ , стронцианит  $SrCO_3$ , барит  $BaSO_4$  ва вигерит  $BaCO_3$  номли минераллар ҳосил қилади. Ер қобиқдаги стронций билан барий миқдори кальций миқдорига қараганда анча кам; ер پوستлоғида стронцийнинг миқдори оғирлик жиҳатидан 0,035%, барий миқдори эса 0,05% дур.

Металл ҳолидаги стронций билан металл ҳолидаги барий худди кальцийга ўхшаш, уларнинг суюқлантирилган хлоридларини электролиз қилиш орқали олинади. Бу металллар ниҳоятда актив бўлиб, ҳавода тез оксидланади, сув билан анча шиддатли суратда (айниқса барий) реакцияга киришади ва кўпгина элементлар билан бевосита бириқади.

Стронций оксид  $SrO$  ва барий оксид  $BaO$  оҳакка ўхшаган бўлади. Иккала металл ҳам пероксидлар ҳосил қилади. Барий пероксид  $BaO_2$  барий оксиднинг ҳавода тахминан  $500^\circ$  гача қиздирилишидан ҳосил бўлади. Унда юқори температурада барий пероксид барий оксидга ва кислородга яна ажралиб кетади. Илгари вақтда ҳаводан кислород ажратиб олиш усули ана шунга асосланган эди, бу усул ҳозирги вақтда қўлланилмайди. Барий пероксид, худди натрий пероксид каби, турли материалларни оқартиш учун ишлатилади.

Стронций гидроксид  $Sr(OH)_2$  ва барий гидроксид  $Ba(OH)_2$  кучли асослар бўлиб, сувда кальций гидроксидга қараганда яхшироқ эрийди: 1 л сув  $20^\circ C$  да 8 г  $Sr(OH)_2$  ни 38 г  $Ba(OH)_2$  ни эритади, ҳолбуки, худди шу температурада  $Ca(OH)_2$  нинг эрувчанлиги атиги 1,56 г/л га тенг.  $Ba(OH)_2$  нинг тўйинган эритмаси барий ил суви деб аталади ва, кўпинча, лабораторияларда реактив сифатида ишлатилади. Барий гидроксид эритмаси буғлатилса, барий гидроксид  $Ba(OH)_2 \cdot 3H_2O$  кристаллар ҳолида ажралиб чиқади.

Стронций ва барий тузлари кальций тузларига жуда ўхшайди. Стронций карбонат  $SrCO_3$  ва стронций сульфат  $SrSO_4$ , шунингдек, барий карбонат  $BaCO_3$  ва барий сульфат  $BaSO_4$  кальцийнинг худди шундай бирикмаларига ўхшаш, сувда эрмайди.  $Sr^{++}$  ва  $Ba^{++}$  ионларнинг  $CO_3^{--}$  ва  $SO_4^{--}$  ионлар билан тўқнаш келиши натижасида, эритмадан чўкмага тушади. Анализларда бошқа металллардан стронций ва барийни ажратиб олиш учун юқоридаги тузларнинг сувда эримаслик хоссаларидан фойдаланилади.

Бу учала металл орасидаги ўзига хос фарқ шундан иборатки, уларнинг учувчан тузлари ёруш бермайдиган алағгани ҳар хил бўйди. Кальций тузлари алағгани сарғиш-қизил тусга, стронций тузлари қирмизи-қизил тусга, барий тузлари эса сарғиш-яшил тусга бўйди.

**РУХ ГРУППАЧАСИ**

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электроларнинг қаватларда тақсимилланиши			
Рух . . . . .	Zn	65,37	30	2	8	18	2
Қадмий . . . . .	Cd	112,40	48	2	8	18	18
Синиб . . . . .	Hg	200,59	80	2	8	18	32

Бу гуруҳчанинг элементлари — рух, кадмий ва синиб — атомларининг сиртки қаватида иккитадан ва сиртдан иккинчи қаватида 18 тадан электронлар борлиги билан харак-

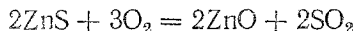
терланади. Бу элементларда, гарчи электронлар бириктириб олиш қобилияти бўлмаса ҳам, уларнинг металллик хоссалари жуфт группачадаги ишқорий-ер металларниқига қараганда анча кучсиз ифодаланган. Бу элементлар камроқ актив бўлиб, қийинроқ оксидланади, одатдаги температурада сув билан реакцияга киришмайди. Уларнинг гидроксидлари сувда эримайди, улар ишқорий-ер металлларнинг гидроксидларига қараганда анча кучсиз асослардир, рух гидроксид ҳатто амфотер хоссага эга.

Рух группачасидаги элементларнинг ҳаммаси икки валентли элементлардир; симоб, бундан ташқари, бир қатор шундай бирикмалар ҳосил қиладикки, симоб ўзининг бу бирикмаларида бир валентли бўлади.

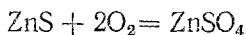
**215. Рух (Zincum); атом оғирлиги 65,37.** Рухнинг асосий табиий бирикмалари, яъни рух ажратиб олинадиган бирикмалари — галмей  $ZnCO_3$  ва алдама рух  $ZnS$  минералларидир. Ер ўстлоғида рухнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 0,02 процентни ташкил этади.

СССР да рух конлари Қозоғистонда, Уралда, Шимолий Кавказда, Сибирда ва Узоқ Шарқдадир.

Рухнинг кўпчилик рудаларида рух оз миқдорда бўлади, шунинг учун бу рудалар олдиндан бойитилиб, рух концентрати ҳосил қилинади. Ана шу рух концентрати куйдирилиб, рух сульфид рух оксидга:



ёки рух сульфатга айлантирилади:



Рух концентрати кўп тубли ёки шахтали печларда куйдирилади. Сўнгги вақтларда рух рудаларини куйдиришда «қайнаётган қават»да куйдириш усулидан кенг кўламда фойдаланилмоқда.

Кукун қилинган қаттиқ материалларни «қайнаётган қават»да куйдириш методи сўнгги йилларда саноатнинг турли тармоқларида кенг кўламда қўлланиладиган бўлди. Бу метод қуйидагидан иборат. Тўрга қўйилган кукун ҳолидаги материал қатлами орқали паст томондан ҳаво (ёки бирор бошқа газ) шундай тезлик билан ҳайдаладикки, натижада ҳаво (ёки газ) оқими материалдан ўтаётганда материални яхшилаб қористиради, уни, гўё қайнаётгандек ҳолатга келтиради. Қаттиқ материалнинг бундай ҳолати, кўпинча, «сохта суюқлик ҳолати» деб аталади, чунки суюқ ҳолатдаги моддаларгина қайнай олади.

Қаттиқ материал газга тигиз тегиб тургани учун, «қайнаётган қават»да химиявий реакциялар катта тезлик билан боради. Рух заводларида «қайнаётган қават»да куйдириш методидан фойдаланиш куйдириш печларининг умумини 3—4 барабар оширишига ва концентратдан рухни тўлароқ ажратиб олишига имкон берди.

Бу метод сульфид рудалар ва концентратларни куйдиришда, осон қайновчи металлларни сублимлашда, ҳар хил моддаларни қаттиқ қиздириш, совитиш, қуритиш ва хлорлашда ниҳоятда самарали методдир.

Куйдирилган концентратдан рух ё дистилляцияцион усул билан ёки электролитик усул билан ажратиб олинади.

Дистилляцияцион усул куйдирилган концентратни 1300—1400°C температурада кўмир воситасида қайтариш йўли билан олинган рухни ҳайдашга асосланган. Ҳосил бўладиган рух буглари сопол йиғичларда суюқликка айлантирилади. Рухнинг бир қисми йиғичнинг деворларига рух оксид билан аралашган металл чанги («рух чанги») ҳолида ўтириб қолади; рухнинг кўп қисми эса йиғичнинг тубига суюқланган ҳолда йиғилади ва у ерда қолипларга қуйилади.

Электролитик усул, рух сульфатни электролиз қилиш йўли билан рух ажратиб олишдан иборат. Рух сульфат куйдирилган концентратларни сульфат кислотада ишлаш йўли билан олинади. Электролитик усул бирмунча рентабел бўлиб, бу усулда олинadиган маҳсулот дистилляцияцион усул билан олинadиган маҳсулотга қараганда тоза чиқади.

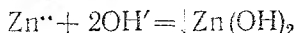
Рух зичлиги  $7,14 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси 419°C бўлган ва 913°C да бугга айланadиган кўкиш-оқ металлдир. Рух одатдаги температурада анча мўрт бўлади, аммо 100—110°C да яхши ёгилади ва яхши ёйилади. Рух ҳавода юпқа оксид қавати билан ёки гидроксикарбонат қавати билан қопланиб қолади, бу қават рухни янада оксидланишдан сақлайди. Рух, металлларнинг кучланишлар қаторида водороддан анча чанда турса ҳам, сув рухга таъсир этмайди деса бўлади. Бунинг сабаби шундаки, рух сув билан ўзаро таъсир этганда рух сиртида ҳосил бўладиган гидроксид амалда сувда эримайди ва реакциянинг давом этишига тўсқинлик қилади. Рух суюлтирилган кислоталарда осон эриб, тегишли тузлар ҳосил қилади. Бундан ташқари, рух, бериллий ва бошқа металлларга, яъни амфотер гидроксидлар ҳосил қилadиган металлларга ўхшаш, ишқорларда эрийди. Агар рух ҳавода қайнаш температурасигача қиздирилса, унинг буги алангаланиб кетади ва яшилроқ оқ аланга билан ёниб, рух оксид ҳосил қилади.

Рух ниҳоятда хилма-хил мақсадларда ишлатилади. Олинadиган рухнинг ярминдан ортиғи темирни (тунукани) зангавлашдан сақлаш учун қоплашга (рухлашга) кетади. Рух галваник элементлар тайёрлаш учун ҳам кўп миқдорда ишлатилади ва кўпгина қотишмалар (масалан, латунь) таркибига киради.

Капиталистик мамлакатларда 1962 йилда 2600 минг т. рух суюқлантириб олинган эди.

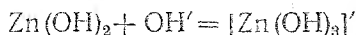
*Рух оксид*  $ZnO$  қиздирилганда сарғайиб қоладиган, аммо совитилганда яна оқарадиган пўрсилдоқ оқ кукундир. Рух оксид оқ мой бўёқ (рухли белила) тайёрлаш учун ишлатилади; ва косметикада ҳар хил мойлар тайёрлаш учун ишлатилади; олинадиган рух оксиднинг анчагина қисми резина саноатида резинага қўшиладиган материал тариқасида ишлатилади.

*Рух гидроксид*  $Zn(OH)_2$  рух тузлари эритмасига ишқорлар таъсир эттирилганда оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади:

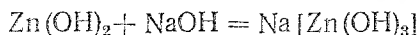


Бу чўкма кислоталарда осон эриб, рух тузларини (масалан,  $ZnCl_2$  ни) ҳосил қилади, аммо ишқорларда ҳам эриб, цинкат кислотанинг цинкатлар деб аталадиган тузларини ҳосил қилади. Демак, рух гидроксид амфотер бирикмадир.

Илгари вақтларда цинкатларнинг таркиби  $Na_2ZnO_2$  формула си билан ифодаланар эди. Ҳозирги вақтда уларни таркибида комплекс ион  $[Zn(OH)_3]'$  бўладиган туз деб қаралади. Бундай тузлар гидроксид тузлар деб аталади ва таркибида  $SO_4^{--}$ ,  $CO_3^{--}$ ,  $NO_3^-$  ва бошқа ионлар бўладиган ҳамда оксид тузлар деб аталадиган тузлардан фарқ қилади. Гидроксид тузлар тегишли гидроксидларга мўл ишқор таъсир эттирилганда, комплекс ҳосил бўлиш реакцияси натижасида олинади:



ёки, молекуляр шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



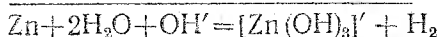
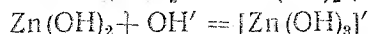
Бошқа баъзи амфотер гидроксидларга ишқорлар таъсир этганда ҳам бу каби гидроксид тузлар ҳосил бўлади.

Металл ҳолидаги рухнинг ишқорларда эришидан ҳам цинкатлар ҳосил бўлади. Одатда, бу реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланеди:

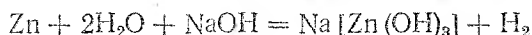


Аммо ҳақиқатда эса бу реакциянинг бирмунча бошқачароқ бориши эҳтимолдан холи эмас. Металл ҳолидаги рух амалда сувга таъсир этмайди, чунки металл ҳолидаги рух сиртида  $Zn(OH)_2$  қавати ҳосил бўлиб, бу қават реакциянинг давом этишига тўсқинлик қилади, бу тўғрида юқорида айтиб ўтилган эди. Аммо ишқор иштирок этганда, рух гидроксид эриб, комплекс анион  $[Zn(OH)_3]'$  ҳосил қилади, рух эса сувнинг водородини кучланишлар қаторидаги ўрнига мувофиқ суратда сиқиб чиқара бошлайди. Шундай қилиб, рухга ишқор эритмаси таъсир эттирилганда рухнинг ишқордаги гидроксид ионлари билан эмас, балки сувдаги водород ионлари билан

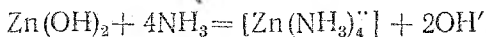
рухнинг ўзаро таъсири натижасида водород ажралиб чиқади, ишқорнинг гидроксил ионларининг роли эса ҳосил бўладиган рух гидроксидни эриттиришдан иборат:



ёки молекуляр шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



Рух гидроксид сувли аммиакда ҳам эрийди, чунки бу ерда ҳам комплекс ион  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]'$  ҳосил бўлади:



Рух тузларидан энг кўп ишлатиладиганлари қуйидагилардир:

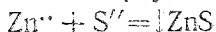
1. *Рух сульфат*  $\text{ZnSO}_4$ . Сувдаги эритмасидан таркиби  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  бўлган кристаллгидрат ҳолида ажралиб чиқади; кристаллгидрат ҳолидаги рух сульфат рух купороси деб аталади. Рух сульфат бўёқчиликда ва читларга гул босишда, электролитик йўл билан рух металл олишда, медицинада ёпиштирувчи восита сифатида, шунингдек, рухнинг бошқа бирикмаларини ҳосил қилиш учун дастлабки модда сифатида ишлатилади.

2. *Рух хлорид*  $\text{ZnCl}_2$ . Рух хлорид эритмаси темир йўл шпалларини чиришдан сақлаш мақсадида уларга шимдириш учун ишлатилади. Рух хлорид металлларни кавшарлашда ҳам ишлатилади. У, металлларнинг кавшарланадиган юзасини оксидлардан тозалайди ва кавшарлаш вақтида уларнинг оксидланиб қолишига йўл қўймайди.

Рух хлориднинг маълум миқдори ўсимлик пергаментлар ишлаб чиқаришга кетади. Бунинг учун сиёҳ шимадиган қоғоз рух хлориднинг концентранган эритмасига туширилади, бунинг натижасида, целлюлозанинг сиртки қаватлари қисман бузилади ва қоғознинг ғовақлари ажралиш маҳсулотлари билан тўлади. Шундан кейин, қоғоз яхшилаб ювилади; уни юмшоқ ҳамда эгилувчан қилиш учун, у глицерин эритмаси билан ишланади.

3. *Рух сульфид*  $\text{ZnS}$ . Бу бирикма металлларнинг оқ тусли сульфидларидан биридир, бу сульфидларнинг хили кўп эмас.

Рух сульфид рух тузларига ишқорий металлларнинг сульфидлари таъсир эттирилганда оқ чўкма тарзида ҳосил бўлади:



Рух сульфид шуълаланувчи аралашмалар (люминофорлар) тайёрлаш учун ишлатилади.

Рух сульфид билан барий сульфат аралашмаси оқ бўёқ сифатида ишлатилади, бу бўёқ литопон деб аталади.

216. Кадмий (Cadmium); атом оғирлиги 112,40. Кадмий ўз хоссалари жиҳатидан рухга жуда ўхшайди ва рухнинг табиий бирикмаларида ҳамма вақт бўлади. Кадмий табиатда тарқалганлиги жиҳатидан рухдан анча кейинда туради, ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан атиги 0,0005% кадмий бор.

Кадмий рух саноатининг чиқиндиларига сульфат кислота билан ишлов бериш, сўнгра эса кадмий метални рух воситасида чуқтириш йўли билан олинади:



Кадмийни тозалаш учун, ҳосил қилинган маҳсулот суюлтирилган сульфат кислотада эритилиб, электролиз қилинади.

Кадмий зичлиги  $8,65 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси  $321^\circ\text{C}$  бўлган оқ металлдир. Кадмий кучланишлар қаторида рухдан ўнроқда, аммо водороддан олдинда туради, шунинг учун кислоталардан водородни сиқиб чиқаради.

Металл ҳолидаги кадмий электротехникада сирпанадиган контактлар учун мис симлар тайёрлашда (масалан, трамвай ва троллейбус симлари тайёрлашда) ишлатилади, бу симлар ҳамма вақт ишқаланиб туради. Мисга кадмий қўшилса, миснинг механик хоссалари яхшиланади, сим кўпга чидайдиган бўлади, шу билан бир вақтда, миснинг электр ўтказувчанлиги пасаймайди, деса бўлади. Кадмий осон суюқланувчан қотишмалар, масалан, автоматик ўт ўчиргичлар учун ишлатилдиган қотишмалар таркибига ҳам киради. Босмаҳона қотишмаларининг хизмат қилиш муддатини ошириш мақсадида бу қотишмаларга қўшиш учун, қўрғошин-қалай кавшарларга қўшиш учун ҳам кадмийдан фойдаланилади. Кейинги вақтларда темир сиртига юритиш (темирни кадмийлаш) учун ҳам кадмийдан кенг фойдалана бошланди. Кадмий ишқорли аккумуляторларда ҳам ишлатилади (765-бетга қаралсин).

Кадмийнинг нейтронларга яқиндошлиги ниҳоятда катта бўлганлигидан, кадмий стерженлари ядро реакторларида занжир реакциянинг тезлигини тартибга солиш учун ишлатилади.

Фақат капиталистик мамлакатларда йилига 7 минг т кадмий ишлаб чиқарилади.

Кадмий қаттиқ қиздирилганда ёниб, қўнғир кадмий оксид  $\text{CdO}$  га айланади.

Кадмий гидроксид  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , рух гидроксиднинг аксича, ишқорларда эримайди, унинг бу хоссаси кадмий гидроксид асос характерига эга эканлигини кўрсатади.

Кадмий бирикмаларидан муҳим аҳамиятга эга бўлгани кадмий сульфид  $\text{CdS}$  дир, кадмий сульфид кадмий тузлари-



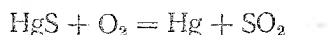
нинг эритмаларига водород сульфид таъсир этирилганда сариқ чўкма ҳолида тушади. Қадмий сульфид жуда яхши сариқ бўёқдир.

217. Симоб (*Hydrargyrum*); атом оғирлиги 200,59. Симоб табиатда кам тарқалган; ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан атиги 0,000005% симоб бор. Симоб камдан-кам ҳоллардагина туғма ҳолатда учрайди; бундай симоб тоғ жинсларига аралашган бўлади, ammo симоб табиатда, асосан, симоб (II)-сульфид  $HgS$  ёки бошқача айтганда, киноварь ҳолида бўлади. Бу минерал равшан қизил тусли бўлиб қизил бўёқ сифатида ишлатилади.

Испанияда (Альмаден) киноварнинг энг бой конлари бор, бу кондаги симоб бутун дунёдаги симоб запасларининг 80% га яқинини ташкил этади. Альмаден конида эрамиздан 300 йил илгари ҳам симоб олинар эди.

Капиталистик мамлакатларда йилига 5 минг т чамаси симоб олинади. Бу миқдор симобнинг учдан икки ҳиссасидан зиёдроги Италия билан Испанияга тўғри келади. СССРда симоб рудалари Донбассдадир, бу ерлардаги симоб рудаси қадимдан бери қазиб олинади.

Киноварни махсус печларда қуйдириш йўли билан металл ҳолидаги симоб ажратиб олинади. Бунда олтингугурт ёниб, сульфит ангидрид ҳосил қилади, симоб эса буг ҳолида ажралиб чиқади ва совитилиб турадиган йиғичда суюқликка айланади:



Симоб сдатдаги температурада суюқ ҳолатда бўладиган бирдан-бир металлдир. Симоб  $-38,87^\circ C$  да музлаб,  $356,58^\circ C$  да қайнайди; симобнинг зичлиги 13, 546  $g/cm^3$  га тенг.

Металл ҳолидаги симоб кўп жойларда ишлатилади. Ҳар хил физик асбоблар, чунончи, барометр, термометр ва шу кабилар симоб билан тўлдирилади. Симобнинг зичлиги анча катта бўлганлиги учун, газлар билан қилинадиган кўпгина тажрибаларда симоб ниҳоятда муҳим моддадир. Симобнинг кўпгина миқдори қалдироқ симоб, яъни зарбдан порглайдиган поргловчи моддалар тайёрлаш учун ишлатилади, қалдироқ симоб капсуль-алангалагич воситаларга, шу жумладан, одатдаги пистонларга жойланади. Туғма олтинни металлмас қўшимчалардан ажратиб олиш учун ҳам симобдан фойдаланилади.

Симоб ўзида кўпгина металлларни эритиб, улар билан амальгамалар деб аталадиган қисман суюқ, қисман эса қаттиқ қотишмалар ҳосил қилиш қобилиятига эга. Бунда, кў-

пинча, симобнинг металллар билан ҳар хил химиявий бирикмалари ҳосил бўлади.

Натрий амальгамаси қайтарувчи сифатида кўп ишлатилади. Қалай амальгамаси ва кумуш амальгамаси тишни плombaлашда ишлатилади. Олтин амальгамаси айниқса осон ҳосил бўлади, шунинг учун олтин буюмлар ҳеч қачон симобга тегирилмаслиги керак. Темир амальгама ҳосил қилмайди, шунинг учун симобни темир идишларда ташиш мумкин.

Сотиладиган симобда, одатда, бошқа металллар қўшимчаси бўлади. Симобдаги қўшимчаларнинг кўп қисмини чиқариб юбориш мумкин, бунинг учун симобга симоб (II)-нитрат эритмаси қўшиб чайқатилади, бунда, кучланишлар қаторида симобдан чапда турган металллар (кўпчилик металллар ана шундай металллар қаторига киради) эритмага ўтиб, эритмада эквивалент миқдордаги симобни сиқиб чиқаради. Симобни қўшимчалардан батамом тозалаш учун, симоб ҳайдалади, симобни ҳайдаш паст босимда амалга оширилса яна яхши бўлади.

Симоб буғи ниҳоятда заҳарли бўлиб, кучли заҳарланишга олиб бориши мумкин. Симобнинг одатдаги температурада оз миқдорда ҳосил бўладиган буғининг ўзиёқ одамни заҳарлаб қўйиш учун кифоя. Шу сабабдан, симоб билан ишлаган вақтда симобни полга тукиб юбормаслик учун, ҳамма вақт эҳтиёт бўлиш керак.

Рух группачасидаги металлларнинг энг кам активи симоб бўлиб, ўз электронларини бу группачанинг бошқа металларига қараганда қийинроқ беради. Суюлтирилган сульфат кислота ва суюлтирилган хлорид кислота, шунингдек, ишқорлар симобга таъсир этмайди. Симоб нитрат кислотада яхши эрийди. Симоб концентранган сульфат кислотада қиздирилгандагина эрийди.

Симоб ҳавода одатдаги температурада оксидланмайди. Симоб қайнаш температурасига яқин температурагача узоқ вақт қиздирилса, ҳаво кислороди билан бирикиб, қизил тусли симоб (II)-оксид  $HgO$  ни ҳосил қилади; симоб (II)-оксид янада кучлироқ қиздирилса, қайтадан симобга ва кислородга ажралади. Симобнинг кислородли яна бир оксиди — қора тусли симоб (I)-оксид  $Hg_2O$  ҳам маълум. Шундай қилиб, симоб бир валентли ҳам, икки валентли ҳам бўлади ва, шунга мувофиқ суратда, икки қатор тузлар ҳосил қилади. Таркибидаги симоб икки валентли бўлган тузлар с и м о б (II)-о к с и д ту з л а р и д е б, таркибидаги симоб бир валентли бўлган тузлар э с а с и м о б (I)-о к с и д ту з л а р и д е б аталади.

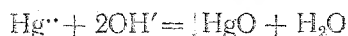
Бир валентли симоб бирикмаларида симоб бир валентли металл сифатида бўлса ҳам, аммо, ҳозирги вақтда бундай бирик-

маларининг ҳаммасида симоб атомлари ўзаро боғланиб, икки валентли группалар —  $\text{Hg}_2$  — ёки —  $\text{Hg} - \text{Hg}$  — ҳосил қилганлиги исбот этилган дейиш мумкин. Демак, бир валентли симоб бирикмаларида ҳам симоб ҳақиқатда икки валентлидир, аммо ҳар қайси симоб атомининг битта валентлиги симобнинг иккинчи атоми билан боғланиш учун сарф бўлади. Бу боғланиш бир валентли симоб тузларининг эритмасида ҳам сақланиб қолади, шундай қилиб, эритмада  $\text{Hg}^+$  ионлари эмас, балки  $\text{Hg}_2^{++}$  ионлари бўлади. Шундай қилиб, бир валентли кислота қолдиги R га эга бўлган бир валентли симоб тузларининг таркибини эмпирик формула  $\text{HgR}$  билан эмас, балки  $\text{Hg}_2\text{R}_2$  формула билан ифодалаш лозим (масалан,  $\text{HgCl}$  эмас, балки  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  деб ёзиш керак).

Симобнинг ўзига хос хусусиятларидан бири шуки, унинг гидроксидлари маълум эмас. Симоб (II)-гидроксидлар ҳосил бўлади деб кутилган ҳолларда сувсиз оксидлар ҳосил бўлади. Масалан, бир валентли симоб тузларининг эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилганда, кўнғир-қора тусли симоб (I)-оксид чўкмаси ҳосил бўлади:



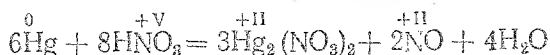
Худди шунингдек, икки валентли симоб тузларининг эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилганида симоб (II)-гидроксид эмас, балки симоб (II)-оксид чўқади:



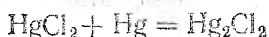
Ҳосил бўладиган чўкма сариқ тусга эга, аммо у қиздирилганда, қизил симоб (II)-оксидга айланади.

Симоб тузларидан энг кўп аҳамиятга эга бўлганлари қуйидагилардир:

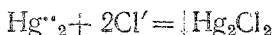
1. Симоб (I)-нитрат  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$  «бир валентли» симобнинг сувда эримайдиган оз сонли тузларидан биридир. Ортиқча миқдордаги симобга суюлтирилган совуқ нитрат кислота таъсир эттирилганда симоб (I)-нитрат ҳосил бўлади:



2. Симоб (I)-хлорид  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ , бу модда каломель деб ҳам аталади; симоб (I)-хлорид сувда эримайдиган оқ кукундир. Сулема билан симоб аралашмаси қиздирилиб, симоб (I)-хлорид тайёрланади:



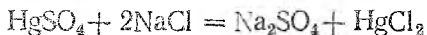
Бир валентли симоб тузи эритмасига ош тузи ёки хлорид кислота таъсир эттириш йўли билан ҳам каломель ҳосил қилиш мумкин:



Қаломель медицинада сурги сифатида ишлатилади.

3. *Симоб (II)-нитрат*  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  симобга ортиқча миқдорда қайноқ нитрат кислота таъсир эттирилишидан ҳосил бўлади. Сувда яхши эрийди. Суюлтирилган кислоталарда эркин кислота бўлмаганда, осон гидролизланиб, гидроксид туз  $\text{HgO} \cdot \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  нинг оқ чўкмасини ҳосил қилади. Бу тузга кўп миқдорда сув қўшиб қайнатилса, гидроксид туз ажралади, натижада симоб (II)-оксид ҳосил бўлади.

4. *Симоб (II)-хлорид* ёки, бошқача айтганда, сулема  $\text{HgCl}_2$  симобнинг хлор билан бевосита бирикишидан ҳосил бўлади. Сулема совуқ сувда анча ёмон эрийдиган рангсиз моддadir. Сулема эритмадан узун, ялтироқ призмалар ҳолида кристалланади. Одатда, сулема симоб (II)-сульфатга ош тузи қўшиб қиздириш йўли билан тайёрланади:

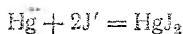


Ҳосил бўладиган сулема сублимация қилинади; сулема деган ном ҳам ана шундан келиб чиққан.

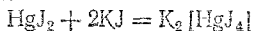
Сулеманинг сувдаги эритмаси амалда электр токини ўтказмайди. Шундай қилиб, сулема эритмаларда ионларга қарийб диссоциланмай диган оз сондаги тузлардан биридир.

Сулема, симобнинг сувда эрийдиган барча тузлари каби, ниҳоятда кучли заҳардир. Сулеманинг жуда ҳам суюлтирилган (1 : 1000) эритмалари медицинада дезинфекцияловчи восита сифатида ишлатилади.

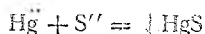
5. Симоб (II)-йодид  $\text{HgI}_2$  икки валентли симоб тузларига калий йодид эритмаси таъсир эттирилганда сарғиш-қизил тусли чиройли чўкма ҳолида тушади:



Бу туз мўл калий йодидга осон эриб, комплекс туз  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$  нинг рангсиз эритмасини ҳосил қилади:



6. *Симоб (II)-сульфид*  $\text{HgS}$  юқориде эслатиб ўтилганидек, табиатда учрайди (киноварь). Олтингурут билан симобни тўғридан-тўғри бириктириш. ёки симоб тузлари эритмасига водород сульфид таъсир эттириш орқали қора аморф модда ҳолидаги симоб (II)-сульфид сунъий равишда ҳосил қилиниши мумкин.



Қора симоб (II)-сульфид ҳаво кирмайдиган жойда қиздирилса, ўзининг қизил тусли кристаллик шакл ўзгаришига — киноварга айланади,

## XXII БОБ

### ДАВРИЙ СИСТЕМАСИНING УЧИНЧИ ГРУППАСИ

Даврий системанинг учинчи группаси жуда кўп химиявий элементларни ўз ичига олади, чунки бу группага одатдагича саккиз-тўққиз элементдан ташқари, тартиб номерлари 58—71 бўлган, с и й р а к е р э л е м е н т л а р , яъни л а н т а н и д л а р ҳам киради.

Учинчи группанинг типик элементлари бор ва алюминий бўлиб, улар атомларининг сиртқи қаватида учтадан электрон бор. Ўз электрон қаватининг тузилишига кўра, учинчи группа элементлари қаторига галлий, индий ва таллий ҳам киради, бу элементлар, гарчи бу жиҳатдан типик элементларнинг тўла аналоглари бўлмаса ҳам (масалан, иккинчи группадаги кальций ва бошқалар каби), аммо уларнинг сиртқи қаватларида ҳам учтадан валент электронлар бор, бу электронлар йўқотилса, сиртқи қаватида ўн саккиз электрони бор катионлар ҳосил бўлади. Шунинг учун, бу элементлар кўпинча, типик элементлар билан бирга, учинчи группанинг асосий группачасига киритилади.

Катта даврларнинг жуфт қатор элементлари — скандий, иттрий, лантан ва актиний элементлари учинчи группанинг қўшимча группачасини ҳосил қилади. Лантанидлар ҳам ана шу группачага киради.

#### УЧИНЧИ ГРУППАНИНГ АСОСИЙ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
				2	3				
Бор . . . . .	B	10,811	5	2	3				
Алюминий . . . . .	Al	26,9815	13	2	8	3			
Галлий . . . . .	Ga	69,72	31	2	8	18	3		
Индий . . . . .	In	114,82	49	2	8	18	18	3	
Таллий . . . . .	Tl	204,37	81	2	8	18	32	18	3

**218. Учинчи группа асосий группачасининг умумий характери-стикаси.** Бу группача элементлари атомларининг сиртқи қаватида учтадан электрон борлиги билан характерланиши юқорида айтиб ўтилган эди. Шунинг учун, бу элементларда металл хоссалар иккинчи ва, айниқса, биринчи группалардаги тегишли элементларникига қараганда, анча кучсизроқ ифодаланган, борда эса, атом радиусининг кичик бўлганлигидан, металлоидлик хоссалар устун туради.

Баён этилаётган элементларнинг ҳаммаси ўзларининг энг типик бирикмаларида мусбат уч валентли бўлади. Уларнинг бордан ташқари, ҳаммаси сувдаги эритмаларда гидратланган мусбат уч зарядли ионлар ҳосил қила олади.

Танишिलाётган элементларнинг металл хоссалари тартиб номерининг ортиб бориши билан, худди бошқа асосий группачалардаги элементлар каби, сезиларли даражада кучая боради. Масалан, бор кислота ҳосил қилувчи элемент бўлиб, кейинги учта элементнинг — алюминий, галлий ва индийнинг оксидлари ҳамда гидроксидлари амфотердир, шу билан бирга, уларнинг асослик хоссалари секин-аста кучайиб боради, уч валентли галлийнинг оксиди эса нуқул асослик хоссаларга эга.

Учинчи группа элементларининг амалий жиҳатдан олганда энг муҳим аҳамиятга эга бўлганлари бор билан алюминийдир.

**219. Бор (Borun); атом оғирлиги 10,811.** Бор табиатда анча кам тарқалган; бор нуқул деярли кислород билан бириккан ҳолда учрайди. Ер пўстлогида оғирлик жиҳатидан 0,005% ни бор ташкил қилади.

Борнинг асосий табиий бирикмалари борат кислота  $H_2BO_3$  ва борат кислоталарнинг ҳар хил тузлари бўлиб, улардан энг кўп маълуми бура (танакор)  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  дир. Борат кислота баъзи иссиқ булоқларнинг сувларида бўлади. Италияда борат кислота вулканли жойлардаги ер ёриқларидан сув буғи билан бирга чиқиб туради.

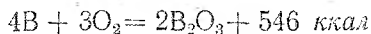
Гарчи бор даврий системанинг учинчи группасига жойлаштирилса ҳам, аммо бу группадаги бошқа элементларга эмас, тўртинчи группадаги кремнийга кўпроқ ўхшайди. Бундай ўхшашлик бор ва кремний бирикмаларида ҳам бўлади.

Масалан, боридлар ўз хоссалари жиҳатидан силицидларга маълум даражада ўхшайди. Чунинчи, боридларнинг кўплари жуда қаттиқ бўлади ва жуда юқори температурада суюқланади (цирконий борид  $ZrB$   $3000^\circ C$  чамаси температурада суюқланади), борнинг водород билан ҳосил қилган энг оддий бирикмалари физик ва химиявий хоссалари жиҳатидан олганда тегишли кремневодородларга ўхшайди.

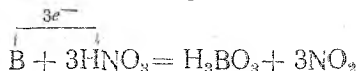
Эркин ҳолатдаги бор, худди кремнийга ўхшаш, борат ангидрид  $B_2O_3$  ни натрий ёки магний билан қайтариш орқали олинади. Бунда, бор қўнғир тусли аморф кукун ҳолида ажралиб чиқади, унинг зичлиги  $2,34 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси эса  $2075^\circ\text{C}$  га тенг. Суюқлантирилган алюминийда эритилган борни кристаллантириш йўли билан кристаллик бор ҳосил қилиш мумкин; кристаллик борда оз миқдорда алюминий бўлади; унинг қаттиқлиги олмоснинг қаттиқлигига яқинлашиб келади. Бор металлургияда рангдор ва қора металллар қотишмаларининг таркибий қисми сифатида ишлатилади. Пулатга  $0,001\text{—}0,01\%$  бор қўшилса, пулатнинг структураси ва хоссалари яхшиланади.

Бор одатдаги температурада ниҳоятда инерт бўлиб, ҳавода оксидланмайди ва бошқа элементлар билан бирикмайди.

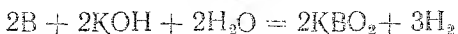
Агар аморф бор  $700^\circ\text{C}$  гача қиздирилса, у ўт олиб кетади ва қизғиш алабга билан ёниб борат ангидридга айланади, бунда кўп миқдорда иссиқ чиқади:



Бор юқори температурада кўпгина металллар билан бирикиб, боридлар, масалан, магний борид  $Mg_3B_2$  ҳосил қилади. Бор галогенлар билан ҳам шундай осон бирикади. Бор углерод билан бирикиб, ниҳоятда қаттиқ карбид  $B_4C$  ни ҳосил қилади. Сув борга таъсир этмайди; концентрланган сульфат кислота ва концентрланган нитрат кислота борни оксидлаб, борат кислотага айлантиради. Масалан:

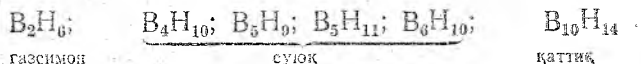


Бор, худди кремний каби, концентрланган ишқорларда эриб, водородни ажратиб чиқаради:



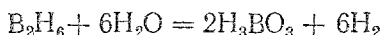
Бор ўзининг кўпчилик бирикмаларида учга тенг бўлган мусбат валентлик намоён қилади.

**Бороводородлар** (боранлар). Магний борид  $Mg_3B_2$  га хлорид кислота таъсир эттирилса, худди углеводород ва кремневодородларга ўхшаш, ҳар хил бороводородларнинг мураккаб аралашмаси ҳосил бўлади. Бу аралашмадан қуйидаги эңр муҳим бороводородлар тоза ҳолда ажратиб олинган:



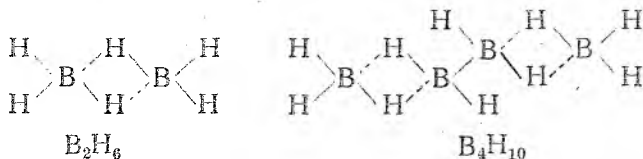
Магний боридга хлорид кислота таъсир этгани натижасида ҳосил бўладиган асосий маҳсулот **боробутан**  $B_4H_{10}$ — учув-

чан суюқлик бўлиб (қайнаш температураси 15,4°C га тенг), ниҳоятда қўланса ҳидлидир, унинг буғи ҳавода ўт олиб кетади. Боробутан сақлаб қўйилганда секин-аста ажралиб, олинган бороводородларнинг энг оддийси — борозтан  $B_2H_6$  ни ҳосил қилади. Борозтан—92,5°C да суюқликка айланадиган газ; борозтан ҳавода алангаланиб кетмайди, аммо, худди бошқа бороводородлар каби, сувда дарҳол ажралиб кетади, бунда водород ажралиб чиқади ва бор а т к и с л о т а  $H_3BO_3$  ҳосил бўлади:



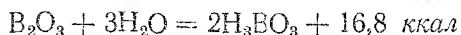
Бороводородларнинг юқорида келтирилган формулаларини текшириш бороводородларда бор тўрт валентли, деган фикр туғилишига олиб келади. Аммо борда фақат учта сиртқи электрон бор, бу эса бор тўрт валентлидир, деган тахминни пучга чиқаради.

Бороводородларнинг молекулалари валентлиги тўйинган структураларнинг водородли боғлар билан қўшилиш натижасидир, деб қаралса, пайдо бўлган зиддият ўз-ўзидан йўқолади.

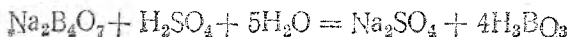


Амалий жиҳатдан олганда, борнинг энг муҳим бирикмалари унинг кислород билан ҳосил қилган бирикмаларидир.

*Борат ангидрид*  $B_2O_3$  бор билан кислородни бевосита бириктириш ёки борат кислотани қаттиқ қиздириш йўли билан ҳосил қилиниши мумкин. Борат ангидрид шишасимон, мўрт, 600°C га яқин температурада суюқланадиган рангсиз масса-дир. Борат ангидрид ўтга ниҳоятда чидамли бўлиб, ҳатто оппоқ чўғ бўлгунча қиздирилганда ҳам кўмир таъсиридан қайтарилмайди. Борат ангидрид сувда эриб, борат кислота ҳосил қилади, бунда кўп миқдорда иссиқ чиқади.



*Борат кислота*  $H_3BO_3$  оқ кристаллик модда бўлиб, унинг ялтироқ тангачалари иссиқ сувда анча яхши эрийди. Борат кислота буранинг қайноқ эритмасига сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан ҳосил қилиниши мумкин:





Борат кислота эритмаси совитилганда кислота кристаллар ҳолида ажралиб тушади, чунки бу кислота совуқ сувда оз эрийди.

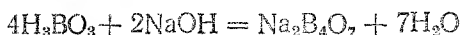
Агар борат кислота эритмаси қайнатилса, сув буғи билан бирга борат кислотанинг бир қисми ҳам учиб кетади. Вулканли жойлардаги ер ёриқларидан чиқадиган сув бугида борат кислота бўлишининг сабаби ҳам ана шу.

Борат кислота жуда кучсиз кислоталар қаторига киради ( $K = 5,3 \cdot 10^{-10}$ ).

Борат кислота қиздирилганда сувини йўқотиб, аввал *метаборат кислота*  $\text{HBO}_2$  га, ундан кейин *тетраборат кислота*  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$  га ва, ниҳоят, *борат ангидрид*  $\text{B}_2\text{O}_3$  га айланади. Метаборат кислота ҳам, тетраборат кислота ҳам сувда эритилса, худди борат ангидрид каби, яна борат кислотага айланади. Борат кислота медицинада антисептик восита сифатида, консервалар тайёрлашда, шунингдек, териларни ошлашда, баъзи бўёқ ва эмаллар тайёрлашда ишлатилади.

Борат кислота тузлари — боратлар — кўпинча, нормал (ортоборат) кислота  $\text{H}_3\text{BO}_3$  нинг тузлари эмас, балки тетраборат кислота  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$  нинг ва таркибда сув бирмунча кам бўлган бошқа борат кислоталарнинг ҳосилаларидир, бу кислоталарнинг кўпчилиги эркин ҳолда маълум эмас.

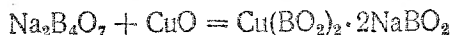
Бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  — тетраборат кислотанинг натрийли тузи — катта-катта, рангсиз, тиниқ кристаллар ҳосил қилади, бу кристаллар қуруқ ҳавода турганда сиртқи қавати осон нурай бошлайди. Бура борат кислотага ўювчи натрий таъсир этиши натижасида ҳосил бўлади:



Буранинг сувдаги эритмалари, гидролиз туфайли, кучли ишқорий реакцияга эга.

Бура қиздирилганда кристаллизация сувини йўқотади ва шундан кейин, суюқланиб, шишасимон тиниқ масса ҳосил қилади. Суюқлантирилган бура ҳар хил металлларнинг оксидларини эритиб, метаборат кислотанинг қўш тузларини ҳосил қилади, бу тузларнинг кўпгинаси ўзига хос рангда бўлади.

Масалан:



Буранинг ана шу хоссасидан аналитик химияда баъзи металлларнинг бор-йўқлигини аниқлашда фойдаланилади, бунинг учун, текшириляётган модда аралаштирилган бура платинадан ясалган сим илмоқ қулоғига қуйилиб суюқлантирилади ва ўзига хос тусларга бўялган соққачалар — бура «мунчоқлари» ҳосил қилинади.

Бура фаянс ва чинни буюмлар учун ишлатиладиган осон суюқланувчи сир ишлаб чиқаришда, айниқса темирдан ясалган идишлар учун керакли сир (эмаль) тайёрлашда, бундан ташқари, бура махсус шишалар тайёрлаш учун ҳам ишлатиладн.

Металлларни кавшарлашда буранинг ишлатилиши унинг металл оксидларини эрита олиш хусусиятига асосланган. Металлларнинг фақат тоза юзаларинигина кавшарлаш мумкин бўлганлиги учун, шу металлнинг кавшарланадиган жойидаги оксидларни йўқотиш мақсадида унга бура сепилади, бура устига кавшар қўйиб, қаттиқ қиздирилади. Бура оксидларни эритади, шунинг учун, кавшар металлнинг сиртига яхши ёпишади.

Бор ўсимликлар ҳаётида муҳим роль ўйнайди. Кўпгина қишлоқ хўжалик экинларининг, масалан, гўза, тамаки, қанд лаълаги ва бошқа экинларнинг расмана ўсиши учун, тупроқда оз миқдорда бор бирикмалари бўлиши керак. Шунинг учун, борли ўғитлар қишлоқ хўжалигида кўплаб ишлатила бошлади.

Ядро техникасида бор ва унинг қотишмаларидан, шунингдек, бор карбидидан реакторларнинг стерженлари тайёрланади. Бор ва унинг бирикмалари нейтронлар нуридан ҳимоя қилувчи материал сифатида ишлатилади.

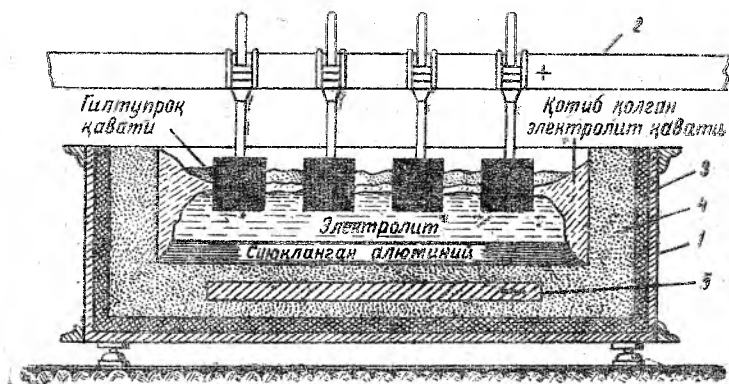
**220. Алюминий (Aluminium);** атом оғирлиги 26,9815. Алюминий табиатда энг кўп тарқалган металлдир. У, гиллар, дала шпатлари, слюдалар ва кўпгина бошқа минераллар таркибига киради. Ер пўстлоғида алюминийнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 7,45% ни ташкил этади. Алюминий ишлаб чиқариш учун асосий хом ашё бокситлардир. Бокситлар таркибида гилтупроқ  $Al_2O_3$  бўладиган мураккаб тоғ жинсдир.

Алюминийнинг энг муҳим рудалари жумласига алуунг  $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$  ва нефелин  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$  киради.

СССР да алюминий рудаларининг запаслари ғоят катта. Катта-катта конлари бизда — Уралда, Бошқирдистон АССР да, Қозоғистонда ва бошқа жойларда бўлган бокситлардан ташқари, Хибинда апатит билан бирга ётадиган нефелин минерали ҳам алюминий ажратиб олинадиган энг бой манба бўлиб чиқди. Ғарбий ва Шарқий Сибирда ҳам алюминий хом ашёсининг анча конлари бор.

Алюминий табиатда шу қадар кенг тарқалганлигига қарамай, ўтган асрнинг охирларигача нодир металллар қаторига кирар эди. Алюминийни даставвал 1827 йилда Велер алюминий хлоридга металл ҳолидаги калий таъсир эттириш йўли билан ажратиб олган эди. Шундан кейин, ўтган асрнинг 80-йиллари охиригача, суюқлантирилган қўш туз  $AlCl_3 \cdot NaCl$

га металл ҳолатдаги натрий таъсир эттириш йўли билан алюминий олинар эди. Бундай шароитда алюминий ажратиб олиш, албатта, жуда қиммат турар эди, масалан, ўтган асрнинг эллигинчи йилларида 1 кг алюминий 500 сўмга яқин турарди



141- расм. Алюминий ажратиб олиш ваннасининг схемаси:

- 1 — ванна корпуси; 2 — анод шинаси; 3 — иссиқлик изолятори; 4 — сўмир қоплама; 5 — катод шинаси.

Алюминий ажратиб олишнинг электролитик усули кашф этилиши билан (1886 йил) ва бу усулнинг завод миқёсида қўлланилиши билан алюминийнинг баҳоси тезда тушиб қолди: 1914—1918 йилларда бўлиб ўтган жаҳон уруши олдида 1 кг алюминий 1 сўмга яқин турар эди. Ҳозирги вақтда алюминий металл суюқлантирилган криолит ( $\text{AlF}_3 \cdot \text{NaF}$ )\* да эритилган алюминий оксидни электролиз қилиш йўли билан фойда кўп миқдорда олинади.

Тоza алюминий оксид табиий боксидни қайта ишлаш йўли билан олинади. Тоza алюминий оксиддан фойдаланиш зарурлигининг сабаби шуки, суюқлантириб олинган алюминийни тозалаш ниҳоятда қийин; шу сабабли, тоza алюминий олиш учун дастлабки материалларни тозалаш маъқул кўрилади.

\* Алюминий саноати учун ниҳоятда муҳим бўлган минерал — криолит конлари жуда сийрак учрайди. Криолит кўп миқдорда фақат Гренландиядагина учрайди. Шунинг учун, одатда, криолитни суғий йўл билан — алюминий гидроксид ҳамда плавик кислотани бир-бирга таъсир эттириб, ундан кейин, кислотани эритмани сода билан нейтраллаш орқали олинади

141-расмда алюминий ажратиб олиш учун ишлатиладиган установка схема тарзида кўрсатилган. Бу установка темир яшик (ваннадан иборат бўлиб, унинг ич томонига графит ёки прессланган кўмир плиталари терилган, электролиз вақтида ана шу графит ёки плиталар катод ролини ўйнайди. Анод ролини умумий бир металл гардишга бириктирилган бир неча кўмир пластинкалар ўйнайди. Ваннага табиий бокситни қаттиқ қиздириб тозалаш йўли билан олинган алюминий оксид ва криолитдан иборат ара-лашма тўлдирилади. Криолит алюминий оксиднинг суюқланиш температура-сини пасайтириш учун қўшилади, чунки тоза алюминий оксид жуда қийин суюқланади. Ток берилганда криолит суюқланиб, алюминий оксидни эритади, ана шу алюминий оксид электролиз қилинади. Процесс  $1000^{\circ}\text{C}$  ча температурада, 35000 ампер ток кучи ва ўртача кучланишли (4—5 в) ток билан олиб борилади. Катодда алюминий ажралиб чиқади, анодда эса газсимон кислород ҳосил бўлади. Ажралиб чиқадиган алюминий ванна тубига тўпланади, у ердан вақт-вақти билан чиқариб олинади. Алюми-ний ажралиб чиқиши билан суюқланмаган янгидан-янги алюминий оксид-нинг янги порциялари қўшиб борилади.

Алюминий саноатининг ўсиш суръати диққатга сазовор-дир. Бутун дунёда 1900 йилда олинган алюминий миқдори 10 минг т бўлса, 1938 йилда 567 минг т га етди, иккинчи жа-ҳон уруши даврида эса фақат капиталистик мамлакатларнинг ўзида 1 млн. т га яқин алюминий ишлаб чиқарилади. Яқин-лардагина жуда нодир металл ҳисобланган алюминий ишлаб чиқарилиш ва ишлатилиш миқёси жиҳатидан ҳозирги вақтда металлар орасида биринчи ўринлардан бирида туради. 1962 йилда капиталистик мамлакатларда 3,83 млн. т алю-миний суюқлантириб олинди.

Революцияга қадар Россияда алюминий ишлаб чиқарил-мас эди. СССРда биринчи алюминий заводи (Волхов за-води) 1932 йилда ишга туширилди. Шундан 2 йил ўтгач, иккинчи завод (Днепровск заводи) ишга туширилди, 1935 йил-га келиб мамлакатимиз алюминий ишлаб чиқариш салмоғи жиҳатидан дунёда учинчи ўринга ўтди.

Алюминий кумушдек оқ, енгил металл бўлиб, унинг зич-лиги  $2,702 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $660,1^{\circ}\text{C}$  га тенг. Алюминий ниҳоятда чўзилувчан ва узилишга жуда катта қаршилиқ кўрсатадиган металлдир, undan сим тайёрлаш ва юлқа листлар прокатка қилиш осон.

Алюминий одатдаги температурада ҳавода ўзгармайди, чунки у, юлқа ва тиғиз оксид парда билан қопланиб қолади, бу парда металлни яна оксидланишдан сақлайди. Алюминий сиртидаги бу қават, масалан, амальгамалаш йўли билан йўқо-тилса, металл тезда оксидланади ва оксидланиш вақтида алю-миний қаттиқ қизиб кетади.

Алюминийнинг нормал потенциали —1,66 вольтга тенг. Шунга қарамай, алюминий сувдан водородни сиқиб чиқара

олмайди, чунки алюминий сиртида тигиз, ниҳоятда қийин эрийдиган алюминий гидроксид қавати бўлади (215-параграфда баён этилган рух билан солиштириб кўрилсин). Амальгамаланган алюминий сув билан шиддатли суратда реакцияга киришиб, водородни ажратиб чиқаради.

Суюлтирилган хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислота алюминийни, айниқса, қиздирилганда осон эритади. Алюминий ишқорларда ҳам худди шундай осон эриб, алюминатлар — цинкатларга ўхшаш бирикмалар ҳосил қилади, алюминатларда  $[Al(OH)_4]^-$  анионлари бўлади. Аксинча, совуқ нитрат кислота алюминийни эритиш у ёқда турсин, ҳатто уни «пассив» қилиб қўяди, совуқ нитрат кислотага тушириб олинган алюминий суюлтирилган сульфат кислотада ҳам, суюлтирилган хлорид кислотада ҳам эримайди. Бу пассивланишнинг сабаби 135-параграфда изоҳлаб берилган эди.

Агар алюминий кукуни (ёки юпқа алюминий зари) қаттиқ қиздирилса, у алангаланиб кетади ва кўзни қамаштирарли даражада равшан аланга билан ёниб, алюминий оксид ҳосил қилади. Ёниш ниҳоятда тез бўлади; масалан, юпқа алюминий зари 0,01 секундда ёниб битади.

Алюминий енгил ва коррозияга бирмунча чидамли бўлганлиги учун, ниҳоятда кўп ерда ишлатилади. Алюминий ишлатадиган асосий соҳалар авиация саноати билан автомобиль саноатидир, бу саноатларда алюминий ҳар хил енгил қотишмалар ҳолида ишлатилади. Алюминийга баъзи металллардан оз миқдорда қўшилса, алюминийнинг оғирлиги деярли ўзгармагани ҳолда унинг мустаҳкамлиги жуда ортади.

Алюминий қотишмаларида энг муҳимлари — таркибида 95% алюминий, 4% мис, 0,5% магний ва 0,5% марганец бўлган дур алюминийдир. Магналий (таркибида 12 процентгача магний бўладиган қотишма) ва силумин (алюминий билан кремний қотишмаси) ҳам кўп ишлатиладиган бўлди. Электротехника саноатида алюминий симлар тайёрлаш учун керак бўладиган материал сифатида секин-аста мис ўрнини олиб бормоқда. Алюминийнинг электр ўтказувчанлиги миснинг электр ўтказувчанлигининг 60% га яқинини ташкил этса ҳам, алюминийнинг енгиллиги бу камчилигининг ўрнини босади, чунки алюминийнинг бу хоссаси анча йўғон симлар қилишга имкон беради: алюминий сими билан мис симининг электр ўтказувчанликлари бир хил бўлгани ҳолда, алюминий сими мис симидан икки баравар енгил келади.

Алюминийнинг а л и т и р л а ш деб аталадиган процессда ишлатилиши ниҳоятда муҳимдир, бу процесс пўлатдан ёки

чўядан ясалган буюмларнинг сиртқи қатламларини алюминийга тўйинтиришдан иборат, буюмнинг алюминийга тўйинтирилган сиртқи қавати металлнинг ички қаватини шу металл қаттиқ қиздирилганда оксидланишдан сақлайди.

Буюмни алитирлаш учун, бу буюм ё суyoқлантирилган алюминийга туширилади, ёки алюминий порошоги билан алюминий оксиддан иборат аралашма ичига солиб қиздирилади. Қиздирилганда алюминий буюмнинг сиртқи қаватига сингиб, темир билан қаттиқ эритма ҳосил қилади. Алитирланган пўлат буюмлар ҳавода 900°C гача қиздирилганда ҳам оксидланмайди.

Алюминийнинг ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш учун хизмат қиладиган энг содда тўғрилагичлар тайёрлашда ишлатилишини ҳам айтиб ўтамиз. Тўғрилагич алюминий ва темир (ёки қўргошин) электродлардан тузилади, бу электродлар сода эритмасига туширилган бўлади. Бундай асбоб токни фақат бир йўналишдагина ўтказиши, бунда алюминий катод ролини ўйнайди. Агар алюминийдан ясалган тўғрилагич ўзгарувчан ток тармоғига уланса, бир томонга йўналган пульсланувчи ток ҳосил бўлади.

Алюминий жуда майда кукун ҳолида темир буюмларга суртқиш учун кетадиган бўёқ сифатида ҳам ишлатилади, бундай бўёқ темирни коррозиядан яхши сақлайди, алюминий кукунни литография бўёғи сифатида, шунингдек, аммоналлар типидagi баъзи портловчи аралашмалар тайёрлашда ҳам ишлатилади. Алюминийнинг йирикроқ донали кукунни кўпгина металлларни қайтариш учун, ёритувчи ракеталар учун ва термит тайёрлаш учун ишлатилади. Юпқа алюминий зари (қоғози) шоколад, конфет ва бошқа кондитер маҳсулотларини ўраш учун кетади. Ниҳоят ҳар хил уй-рўзгор асбоблари: кастрюль, қошиқ ва шу кабилар тайёрлаш учун ҳам алюминийнинг кенг ишлатилишини ҳаммага маълум.

Алюминий фақат битта оксид  $Al_2O_3$  ҳосил қилади ва ўзининг барча бирикмаларида уч валентли бўлади.

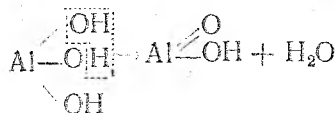
*Алюминий оксид*  $Al_2O_3$  бу оксид гилтупроқ деб ҳам аталади; алюминий оксид табиатда кристалл ҳолида учрайди ва корунд деб аталадиган минерални ҳосил қилади. Корунд қаттиқлиги жиҳатидан фақат олмосдан кейин туради. Корунднинг қизил ёки кўк тусга бўялган тиниқ кристаллари қимматбахо тошлардир; қизил тусдагиси рубин (ёқут) деб, кўк тусдагиси сапфир деб аталади.

Ҳозирги вақтда гилтупроқни электр печида суyoқлантириш йўли билан сунъий ёқутлар олинмоқда. Ёқутлар фақат зебзийнат сифатидагина эмас, балки техника мақсадлари учун ҳам, масалан, аниқ ўлчайдиган асбоб деталлари, соат тошлари ва шу кабилар тайёрлашда ишлатилади.

Рубин кристаллари электромагнит нурларининг квант кучайтиргичлари (генераторлари) сифатида ишлатилади. Радио тўлқинлари квант кучайтиргичлари мазерлар деб, ёруғлик тўлқинлари квант кучайтиргичлари эса лазерлар деб аталади.

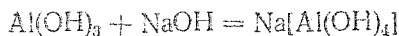
Корунднинг таркибида турли қўшимчалар кўп бўлган тиниқ бўлмаган кристалларидан жилвир тайёрланади, у техникада деталларни силлиқлаш, қайроқ тошлар тайёрлаш ва шу кабиларда ишлатилади.

Алюминий гидроксид  $Al(OH)_3$  алюминий тузлари эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилганда, ивиқ чўкма ҳолида тушади ва осонлик билан коллоид ҳолатга ўтади. Қиздирилганда алюминий гидроксид секин-аста сувини йўқотиб, суви анча кам бўлган гидратлар ҳосил қилади, масалан:

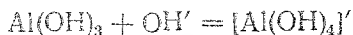


Алюминий гидроксид типик амфотер гидроксиддир. Алюминий гидроксид кислоталар билан реакцияга киришиб, таркибида алюминийнинг гидратланган иони  $[Al(H_2O)_6]^{3+}$  бўладиган тузлар, ишқорлар билан реакцияга киришиб эса таркибида  $[Al(OH)_4]^-$  ионлар бўладиган ва алюминатлар деб аталадиган тузлар (масалан,  $Na[Al(OH)_4]$  ҳосил қилади. Алюминатлар, баъзан метаалюминат кислота  $HAIO_2$  тузлари деб қаралади. Шунга кўра, натрий алюминат формуласи мана бундай тасвирланар эди:  $NaAlO_2$ .

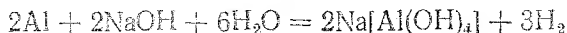
Алюминатнинг ҳосил бўлиш реакциясини қуйидагича ёзиш мумкин:



ёки

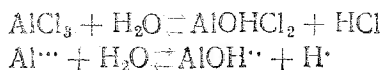


Металл ҳолидаги алюминийнинг ишқорларда эриши натижасида ҳам алюминатлар ҳосил бўлади:



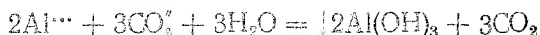
Рух ишқорларда эригандаги реакция қандай бўлса, бу реакция ҳам худди шундай бўлади.

Таркибида  $Al^{3+}$  ионлари бўлган тузлар сувдаги эритмаларида кучли даражада гидролизланиб, кислотали реакция намоён қилади:

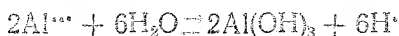


Агар алюминий тузи эритмаси диализ қилинса, кислотани секин-аста чиқариб, тузнинг ҳаммасини парчалаш мумкин. Бу вақтда ҳосил бўладиган алюминий гидроксид коллоид эритмага ўтади.

Алюминий гидроксид кучсиз кислоталар билан ё гидроксид тузлар ҳосил қилади, ёки бутунлай туз ҳосил қилмайди. Масалан, алюминий тузи эритмасига сода таъсир эттирилса, алюминий карбонат ўрнига алюминий гидроксид ҳосил бўлади:



Реакциянинг боришини қуйидагича тасаввур қилиш мумкин: алюминий тузларининг сувдаги эритмаларида гидролиз бўлиши натижасида қуйидаги мувозанат қарор топади:



Ўз навбатида, сода эритмасида ҳам, худди юқоридаги сабабга биноан, қуйидаги мувозанат бўлади:



Эритмалар бир-бирига қўшилганда водород ионлари гидроксид ионлари билан бўғланиб, сув молекулаларини ҳосил қилади;  $\text{HCO}_3^-$  ионлари водород ионлари билан боғланиб, карбонат кислота молекулаларини ҳосил қилади. Карбонат кислота молекулалари эса сувга ҳамда карбонат ангидридга ажралади. Шу туфайли, иккала мувозанат ҳам ўнг томонга тўхтовсиз суратда силжийди ва, оқибатда, алюминийнинг ҳаммаси алюминий гидроксид ҳолида чўкмага тушади.

Алюминий тузларидан қуйидагиларни кўрсатиб ўтиш лозим:

1. *Алюминий хлорид*  $\text{AlCl}_3$ . Сувсиз алюминий хлорид тўғридан-тўғри алюминийга хлор таъсир эттириш йўли билан ҳосил қилинади. Алюминий хлорид турли-туман органик синтезларда катализатор сифатида ишлатилади. Алюминий хлорид сувда эриганда кўп миқдорда иссиқлик чиқади. Эритма буғлатилганда гидролиз рўй бериб, водород хлорид ажралиб чиқади ва алюминий гидроксид ҳосил бўлади. Агар эритма мўл хлорид кислота иштирокида буғлатилса,  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  таркибли кристаллар ҳосил қилиш мумкин бўлади.

2. *Алюминий сульфат*  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  гилтупроққа ёки тоза гилга (каолинга) қайноқ сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан олинади. Алюминий сульфат сувни тозалаш учун шунингдек, баъзи хил қоғозларни тайёрлашда ишлатилади.



✓

✓

3. *Алюминийли аччиқтош*  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$  алюминийнинг техника жиҳатидан энг муҳим тузидир. Териларни ошлашда ва бўёқчилик ишида ип газламаларни бўяш учун хуруш сифатида кўп миқдорда ишлатилади. Алюминийли аччиқтошнинг хуруш сифатида ишлатилиши гидролиз натижасида ҳосил бўладиган алюминий гидроксид майда дисперс ҳолатда матоларнинг толларига ўтириб қолиб, бўёқни адсорбилаши ва уни толада маҳкам ушлаб қолишига асосланган.

4. *Ультрамарин* ҳаммага маълум кўк бўёқ бўлиб, кир чайишда кукуи ҳолида «синька» сифатида ишлатилади. Ультрамарин, химиявий таркиби жиҳатидан олганда  $\text{Na}_2\text{S}_8$  нинг алумосиликат  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_3$  га бирикишидан ҳосил бўлган маҳсулотдир. Ультрамарин каолин, олтингугурт ва содадан иборат аралашмага озгина шакар қўшиб қиздириш йўли билан ҳосил қилинади.

221. *Галлий группаси*. Бу группачага кирадиган элементлар — галлий, индий ва таллий атомларининг сиртқи қаватида учтадан ва сиртдан иккинчи қаватида 18 тадан электронлар борлиги билан характерланади. Бу элементларда, худди алюминийдагига ўхшаш, металллик хоссалар анча кучсиз ифодаланган, аммо тартиб номерининг ортиб бориши билан бу хоссалар бирмунча кучаяди. Бу элементларнинг ҳаммаси сийрак элементлар қаторига киради ва жуда оз учрайди. Ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан галлий миқдори 0,0001% ни, индий — 0,00001% ни, таллий ҳам 0,00001% ни ташкил этади.

Эркин ҳолатдаги галлий, индий ва таллий суюқланиш нуқталари паст бўлган юмшоқ, кумушдек оқ металллардир. (Галлий 29,7°C даёқ, индий 156,2°C да ва таллий 303,5°C да суюқланади.) Бу металллар ҳавода анча барқарор бўлиб, сувни таркибий қисмларга ажратмайди, аммо кислоталарда осон эрийди, галлий билан индий эса ишқорларда ҳам эрийди. Бу элементлар учга тенг бўлган максимал валентликларидан ташқари, анча паст даражадаги валентликларни ҳам намоён қила олади. Чунончи, таллий учун шундай бирикмалар ҳосил, бу бирикмаларда таллий бир валентли бўлади.

Уч валентли галлий ва индийнинг оксидлари ҳамда гидроксидлари амфотер бирикмалардир; таллийнинг гидроксиди  $\text{Tl}(\text{OH})_3$  эса фақат асослик хоссаларга эга.

Бир валентли таллийнинг, бир томондан, ишқорий металлларнинг бирикмаларига ўхшаш, иккинчи томондан, кумуш бирикмаларига ўхшаш бирикмалари ниҳоятда диққатга сазовордир. Масалан, таллий (I)-оксид  $\text{Tl}_2\text{O}$  сув билан шиддатли суратда бирикиб,  $\text{TlOH}$  таркибли гидрат ҳосил қилади, бу гидрат кучли асос бўлиб, сувда осон эрийди.

Бир валентли галлийнинг кўпчилик тузлари сувда осон эрийди, аммо галогенид кислоталарнинг тузлари, аксинча сувда деярли эрмайди ва улар, кумуш тузлари сингари ёруғ сезувчан бўлади.

Галлий группачасидаги элементлар рангли металлургия чқиндиларидан, асосан рухи суюқлантириб олинган рух концентратларидан олинади.

Металл ҳолидаги галлий сўнгги вақтларда кварцли термометрларни тўлдириш учун ишлатилмоқда, бу термометрлар билан юқори температуралар ўлчанади. Галлий 29,7°C да суюқланганлигидан ва фақат 2244°C да қайнаганлигидан бундай термометрлар 1000°C гача ва ундан юқори температураларни ўлчашга имкон беради, одатдаги термометрлар билан эса бундай температураларни ўлчаб бўлмайди. Алюминийга галлий қўшилса, қиздирилган ҳолда яхши ишланадиган қотишмалар ҳосил бўлади; галлийнинг олтин билан қотишмаси заргарликда ва тиш қўйишда ишлатилади.

Индий рефлекторлар сиртига юритиш учун кумуш ўрнида ишлатилади. Индий юритилган рефлекторлар вақт ўтиши билан хираланиб қолмайди ва, шунинг учун, уларнинг акс эттириш коэффиценти ўзгармайди. Индий моторларнинг подшипниклари вкладншларига қўйиш учун ҳам, суюқланиб кетувчи сақлагичлар тайёрлашда ишлатиладиган қотишмаларнинг таркибий қисмларидан бири сифатида ҳам ишлатилади.

Таллий бирикмалари фотографияда ва медицинада, шунингдек, сиңдириш коэффиценти катта бўлган оптик шишалар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Таллий сульфит жуда сезгир фотоэлементларга ишлатилади. Таллий сульфатдан кемирувчиларни қириш учун заҳар сифатида фойдаланилади. Таллий метали баъзи подшипник қотишмалари ва кислотага чдамли қотишмалар таркибига киради.

### СКАНДИЙ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши							
				2	8	9	2				
Скандий . . . . .	Sc	44,956	21	2	8	9	2				
Итрий . . . . .	Y	88,905	39	2	8	18	9	2			
Лантан . . . . .	La	138,9	57	2	8	18	18	9	2		
Актиний . . . . .	Ac	227	89	2	8	18	32	18	9	2	

222. Скандий группачасидаги элементлар. Скандий группачасига юқорида кўрсатилган элементлардан ташқари, лантанидлар ҳам киради. Скандий группачасидаги элементлар

нинг ҳаммаси атомларининг сиртки қаватида иккитадан электрон бор. Скандий, иттрий, лантан ва актиний, шунингдек, лантанидлардан — гадолиний ва лютеций атомларининг сиртдан иккинчи қаватида тўққизтадан электрон бор, лантанидларнинг қолганлари атомларининг сиртдан иккинчи қаватида саккизтадан электрон бўлади.

Скандий гуруппасидаги элементларнинг максимал валентлиги, одатда, учта тенг. Аммо церийнинг бундан ташқари, бир қатор шундай ҳосилалари борки, бу ҳосилаларда церий тўрт валентли бўлади. Тўрт валентли празеодим ва тербийнинг оксидлари ҳам маълум, аммо улар анча беқарор бирикмалардир.

Юқорида баён этилган элементлар табиатда, одатда, бир-бири билан жуда аралашган ҳолда, шунингдек, тўртинчи гуруппа элементлари — цирконий, гафний ва торий билан аралашган ҳолда учрайди. Бу элементлар ажратиб олинмаган асосий манбалардан бири монацит минерали бўлиб, бу минерал церий, лантан ва бошқа элементлар фосфатларининг аралашмасидан иборат. Монацитдан айрим элементларни ажратиб олиш масаласи жуда мураккаб масаладир, чунки бу элементларнинг хоссалари бир-бирига жуда ўхшайди. Лантанидларни ажратиб олиш айниқса қийин.

Скандий гуруппасидаги элементлар, эркин ҳолатда, суюқланиш нуқталари юқори бўлган металллардир (тербий бундан мустасно, унинг суюқланиш температураси  $310^{\circ}$  га тенг). Бу элементларда металл хоссалар галлий гуруппасидаги элементларникига қараганда анча кескин ифодаланган. Улар сувни одатдаги температурада ёки қиздирилганда ажратади ва суюлтирилган кислоталарда осон эрийди. Скандий гуруппасидаги элементлардан баъзилари водород билан бирикиб гидридлар ҳосил қилади (масалан,  $\text{LaH}_3$ ).

Бу гуруппача элементларнинг оксидлари ва гидроксидлари нуқул асослик хоссаларни намоён қилади. Уларнинг тузлари гидролизланмайди деса бўлади.

Скандий гуруппасидаги элементларнинг ҳаммаси ўзига хос чизиқ-чизиқ спектрлар ҳосил қилади, бу спектрлар скандий гуруппасидаги элементларнинг ҳар қайсисини аниқ билишнинг бирдан-бир воситасидир.

Лантанидлар ва уларнинг тузлари техникада йилдан-йилга тобора кўп ишлатилмоқда. Лантан, неодим ва церий оксидлари махсус шиша навлари суюқлантириб олишда қўшимча сифатида ишлатилади. Фотообъектив тайёрлаш учун кетадиган оптик шиша ва сақлагич кўзойнак шишалари таркибида лантан ёки неодим бўлади. Таркибида церий бўлган шишалар радиоактив нурлар таъсирида қораймайди,

Металл ҳолатдаги церий алюминийли ва магнийли қотишмаларга қўшилади. Бундай қотишмалар жуда пластиклик ва юқори температурага турғун бўлади. Улар авиация моторларининг баъзи деталларини тайёрлаш учун ишлатилади.

Церий нитрат лампаларининг тўрларини тайёрлаш учун ишлатилади. 30% темир ва 70% церийдан (лантанидларнинг баъзилари билан бирга) иборат қотишма зажигалкаларнинг тошларини тайёрлаш учун ишлатилади, чунки бу қотишма гадир-будур пўлат сиртига ишқаланганда учқун чиқиб, бензин билан ҳўлланган пиликни ўт олдириб юборади.

## XXIII БОБ

### ДАВРИЙ СИСТЕМАНИНГ ТЎРТИНЧИ ВА БЕШИНЧИ ГРУППАЛАРИДАГИ МЕТАЛЛАР

Тўртинчи группа металлрига германий группачаси элементлари билан титан группачаси элементлари, бешинчи группа металлрига эса ванадий группачаси элементлари киради.

#### ГЕРМАНИЙ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғир-лиги	Тартиб но-мери	Электронларнинг қа-ватларда тақсимланиши			
				2	8	18	4
Германий . . . .	Ge	72,59	32	2	8	18	4
Қалай . . . . .	Sn	118,69	50	2	8	18	18
Қўрғошин . . . .	Pb	207,19	82	2	8	18	18
							4
							18
							4

**223. Германий группачаси элементларининг умумий харак-теристикаси.** Германий, қалай ва қўрғошин элементлари тўртинчи группадаги биз юқорида танишиб ўтган типик элементларнинг — углерод ва кремнийнинг энг яқин аналогларидир; германий группачасидаги элементлар углерод ва кремний билан бирга, тўртинчи группанинг асосий группачасини ёки, бошқача айтганда, углерод группасини ташкил этади. Углерод группасидаги бешта элементнинг ҳаммаси атомларининг сиртқи қаватида тўрттадан электрон бор, бу элементлар шу электронларини берибгина қолмай, балки саккизгача нечта электрон етмаса, ўшанча электронни бириктириб олиб, ковалент боғланишлар ҳосил қила олади, бу эса, умуман айтганда, металлоидлар учун ҳос-дир. Аммо германий группачасидаги элементлар атомларида, сиртдан иккинчи қаватда 18 тадан электрон борлиги ва атом радиусларининг бирмунча катта бўлганлигидан, улар электронлар бириктириб олишга унча мойил эмас. Бу элементлар, худди углерод ва кремний каби, водород билан бирикиб, газсимон бирикмалар ҳосил қилади; аммо бу бирикмалар

ниҳоятда беқарор бўлади. Аксинча, бу элементларнинг атомлари электронларни анча осон беради, шу билан бирга элементнинг тартиб номери қанчалик катта бўлса, электронларини ҳам шунчалик осон беради. Шунинг учун, германийда металлоидлик ва металллик хоссалар қарийб бир хилда ифодаланган, қалай билан қўرғошинда эса металллик хоссалар металлоидлик хоссаларга қараганда анча устун туради. Қалай билан қўрғошин ўз физик хоссалари жиҳатидан типик металллардир, уларнинг химиявий бирикмаларидагина металлоидлик характер намоён бўлиб туради, холос.

XVII бобда айтиб ўтилганидек, углерод группасидаги барча элементлар максимал мусбат валентлик +4 билан бирга, +2 га тенг валентликка ҳам эга бўлади. Аммо таркибида углерод ва кремний икки валентли бўлган бирикмалар ( $\text{CO}$  ва  $\text{SiO}$ ) углерод ва кремний учун хос эмас, улар беқарорроқ бирикмалардир, германий группасидаги элементларнинг икки валентли бўлиш тенденцияси кучайиб боради: қалайда икки валентли ва тўрт валентли ҳолатларнинг барқарорлиги тахминан бир хилда, қўрғошин эса ўзининг кўпчилик бирикмаларида икки валентли бўлади.

**224. Германий (Germanium); атом оғирлиги 72,59.** Германий энг тарқоқ элементлардан бири. Таркибида арзийдиган миқдорда германий бўлган минераллар жуда сийрак учрайди. Бу минералларнинг энг муҳимлари аргиродит  $4\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$  ва германит  $6\text{CuS} \cdot \text{GeS}_2$  дир. Шу билан бирга, германий бирикмалари жуда оз миқдорда кўпгина рудаларда бўлади. Ер پوستлоғида германийнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 0,0004% ни ташкил этади. Германий, тошкўмирнинг ва қўйғир кўмирнинг кулларида ҳамда рух заводларининг чиқиндиларидан ажратиб олинади.

Яқиндагина германий амалий жиҳатдан ҳеч қандай аҳамиятга эга эмас эди, аммо сўнгги йилларда германий электро-техника ва радиотехникада чала ўтказгич сифатида ғоят катта аҳамият касб этди.

Чала ўтказгичлар. Электр ўтказувчанлик даражаси жиҳатидан ўтказгичлар билан изоляторлар орасида турадиган моддалар чала ўтказгичлар деб аталади. Чала ўтказгичларнинг ўзига хос хусусияти шуки, улар одатдаги шаронгта электрни ўтказмайди, аммо ташқи шаронг (иссиқлик, ёруғлик ва бошқалар) таъсири остида электр токни ўтказадиган бўлиб қолади. Муайян тиндаги чала ўтказгичлар орасидаги контакт токни фақат бир томонга ўтказиш хоссасига эга.

Чала ўтказгичлар электротехника ва радиотехниканинг чала ўтказгичлардан фойдаланиб, амалий жиҳатдан ғоят катта аҳамиятга эга бўлган бир қатор техник проблемаларни ҳал қилишига имкон берди.

Масалан, радиотехникада ишлатиладиган мўрт ва нисбатан катта вакуум радиолампаalar ўрнига, ихчам ва узоққа чидайдиган кристаллик германий диодлари ва тродлари ишлатиш мумкин; улардан баъзиларининг

ҳажми  $0,01 \text{ см}^3$  дан ортмайди. Бу ҳол радиоприёмникларнинг, телевизор, ҳисоблаш машиналари, радиолокаторлар ва бошқа асбобларнинг ўлчамларини анча кичрайтиришга, уларнинг ишини кўп даража яхшилашга, улар ишлатиладиган электр энергиясини бирмунча тежашга имкон беради. Германийли кучайтиргичлар жуда пухта бўлади, вакуумсиз ишлайди ва, худди электрон лампалари каби, чўғланиш учун энергия ва қизиб олиш учун вақт сарф қилишни талаб этмайди. Улар жуда узоқ хизмат қилади.

Чала ўтказгичлар ишлаб чиқариш процессларини автоматик суратда бошқарадиган турли асбобларга ишлатилади. Электр саноатида германийли тўғрилагичлар катта қувватли ўзгарувчи токни ўзгармас токка айлантириш учун ишлатилади. Чала ўтказгичлар иссиқлик ва ёруғлик энергияларини тўғридан-тўғри электр энергиясига айлантириш имконини беради, бу процессда уларнинг фойдали иш коэффициенти ҳозирги вақтда  $8-10\%$  га етади. Чала ўтказгичлар ёрдами билан радиоактив нур энергияси электр токига айлантирилиши мумкин.

Чала ўтказгичлар жумласига, германидан ташқари, кремний, кул ранг қалай, баъзи химиявий бирикмалар ва қотишмалар ҳам кирadi.

Чала ўтказгичли асбобларга ишлатиладиган германийнинг тозалик даражаси юқори бўлиши керак, чунки германийнинг 10 миллион атомига 1 атом бошқа модда тўғри келадиган даражадаги қўшимча ҳам германийнинг электр ўтказувчанлигини ошириб юборади. Бундай тоза германий «зонали» суюқлантириш йўли билан олинади.

Германий — кумушдек оқ, жуда мўрт металл, унинг зичлиги  $5,35 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $958,5^\circ\text{C}$ га тенг. Компакт ҳолатдаги германий қуруқ ҳавода ҳам, нам ҳавода ҳам, ҳатто қиздирилганда ҳам ўзгармайди. Кукун ҳолидаги германий мўътадил суратда қиздирилгандаёқ германий (IV)-оксид  $\text{GeO}_2$  га айланади.

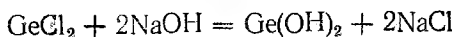
Хлорид кислота ва суюлтирилган сульфат кислота германийга таъсир қилмайди, нитрат кислота ва концентрланган сульфат кислота германийни оксидлаб, германий (IV)-оксидга айлантиради. Германий ишқорларда секин эрийди.  $200-250^\circ\text{C}$  температурада германий галогенлар ва олтингугурт билан шиддатли равишда реакцияга киришади.

Германий ўз бирикмаларида икки ва тўрт валентли бўлади.

Икки валентли германий бирикмалари беқарорроқдир; улар осон оксидланиб, тўрт валентли германий бирикмаларига айланади, шунинг учун улар яхши қайтарувчилардир.

Германий (II)-оксид  $\text{GeO}$  — кристалл ҳолидаги қора кукун. Жуда беқарор. У германий (IV)-оксидни магний ёки германий метали билан эҳтиёт бўлиб қайтариш орқали олинади. Германий (II)-оксид галогенид кислоталар билан реакцияга киришиб, дигалогенидлар ҳосил қилади.

*Германий гидроксид*  $\text{Ge}(\text{OH})_2$  германий хлорид эритмасидан ишқор ёки аммиак таъсирида чўкади:



Германий гидроксид амфотер хоссаларга эга. Сувда дуруст эрийди; сувдаги эритмаси кислотали реакцияга эга.

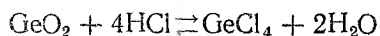
Тўрт валентли германий бирикмалари бу элемент учун энг хосдир. Улар анча барқарор, жуда кўп ва икки валентли германий ҳосилаларига қараганда яхши текширилган.

*Германий (IV)-оксид*  $\text{GeO}_2$  — кристалл ҳолидаги оқ модда, зичлиги  $4,703 \text{ г/см}^3$  га тенг; сувда дуруст эрийди, эритмаси электр токини ўтказида. Бир неча усул билан ҳосил қилинади.

Германий (IV)- оксид амфотер оксиддир, унинг кислоталик хоссалари анча устун туради, шунинг учун у, ишқорларда осон эриб, германат кислота тузларини ҳосил қилади, бу тузлар, одатда, рангсиз бўлади. Германат кислотанинг калийли ва натрийли тузлари яхши эрийди.

Германий (IV)- оксид техникада синдириш коэффициенти анча катта оптик шишалар олиш учун ишлатилади.

*Германий (IV)- хлорид*  $\text{GeCl}_4$  германий хлор оқимида қиздирилганда, шунингдек, германий (IV)- оксиднинг хлорид кислотандаги қайноқ эмульсиясига водород юборилганда ҳосил бўлади.



Бу қайтар реакциядир, сув ортиқчароқ бўлса, у ўнгдан чапга томон боради.

Германий (IV)- хлорид зичлиги  $1,874 \text{ г/см}^3$  бўлган ва  $83,1^\circ\text{C}$  да қайнайди, осон ҳаракатчан рангсиз суюқликдир. Ўз хоссалари жиҳатидан кремний (IV)- хлоридга ўхшайди.

*Германий (IV)- сульфид*  $\text{GeS}_2$  унинг икки шакл ўзгариши — аморф ва кристаллик шакл ўзгаришлари маълум. Ҳаводаги нам  $\text{GeS}_2$  ни парчалаб, водород сульфид ажратиб чиқаради:



Германий (IV)-сульфид барқарор тиотузларни осон ҳосил қилади.

*Германоводородлар.* Германий хлоридга водород оқимида натрий амальгамаси таъсир эттириш ёки германий билан магний қотишмасига кислоталар таъсир эттириб парчалаш йўли билан германий тетрагидрид  $\text{GeH}_4$  ҳосил қилиш мумкин. Бу модда рангсиз газ бўлиб, арсинга ўхшаш, қиздирилганда ажралиб, металл кўзгу ҳосил қилади. Германий тетрагидрид  $-165^\circ\text{C}$  да суюқланиб,  $-88,5^\circ\text{C}$  да қайнайди.



Энг оддий германоводородни олишда оз миқдорда унинг гомологлари  $Ge_2H_6$  ва  $Ge_3H_8$  ҳосил бўлади.

225. Қалай (Stannum); атом оғирлиги 118,69. Қалай кенг тарқалган металлар қаторига кирмайди (ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,008% қалай бор), аммо рудалардан қалай суюқлантириб олиш осон бўлганлиги учун, у, кишиларга жуда қадим замонданоқ маълум; одам қалайдан (қалай билан мис қотишмаси — бронза ҳолида) ўз маданий ҳаётининг дастлабки даврларидаёқ (бронза асри) фойдаланган эди. Қалай камдан-кам ҳолларда табиатда туғма (соф) ҳолда учрайди, одатда эса, кислородли бирикма  $SnO_2$  — қалай тош ҳолида бўлади, қалай тошни кўмир билан қайтариш орқали қалай олинади.

Қалай рудаларининг энг катта конлари Малайя, Вьетнам, Боливия ва Индонезида учрайди. СССРда sanoat аҳамиятига эга бўлган қалай рудалари Шарқий Сибирда ва Якутия АССР дадир.

Фақат капиталистик мамлакатларда 1962 йилда суюқлан-тириб олинган қалай миқдори 143 минг тонна эди.

Эркин ҳолатдаги қалай зичлиги  $7,28 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси  $231,9^\circ\text{C}$  бўлган ва равшан кўришиб турадиган кристаллик тузилишдаги юмшоқ, кумушдек оқ металлдир. Қалайдан ясалган таёқча эгилса, ундан ўзига хос ғирчиллаган товуш чиқади, бу товуш айрим кристалларнинг бир-бирига ишқаланишидан чиқса керак. Қалай юмшоқ ва чўзилувчан бўлганлигидан, уни прокатка қилиб юпқа листлар тайёрлаш мумкин, бу листлар қалай зари ёки станноль деб аталади.

Тетрагонал системада кристалланидиган одатдаги оқ қалайдан ташқари, қалайнинг бошқа шакл ўзгариши ҳам бор, қалайнинг бу шакл ўзгариши кул ранг кристалик кукун бўлиб, унинг зичлиги  $5,75 \text{ г/см}^3$  га тенг. Қаттиқ совуқда кўп вақт турган қалай буюмлар сиртида кул ранг доғ пайдо бўлиб қолиши қадимданоқ маълум эди. Бу ҳодиса қалай ва боси деган номни олди. Одатдаги қалайнинг  $13,2^\circ\text{C}$  дан юқори температурадагина барқарор бўлиши кейин бориб ишботланди; қалай бундан паст температурада кул ранг қалайга айланади. Температура қанча паст бўлса, кул ранг қалайга айланиш ҳам шунча тезлашади. Кул ранг қалай қиздирилганда яна оқ қалайга айланади. Қалай баъзи моддалар, масалан, кул ранг қалай билан «заҳарланганда» қалай вобосининг ҳосил бўлиши дарҳол тезлашади.

Агар қалай  $161^\circ\text{C}$  дан юқори температурагача қиздирилса, ўзининг учинчи (ромбик) модификациясига айланади. Бундай қалай ниҳоятда мўрт бўлиб, уни туйиб кукунга айлантириш қийин эмас, бундай қалай унча баланд бўлмаган жой-

дан тушгандаёқ майда-майда бўлақларга парчаланиб кетади.

Қалай ҳавода одатдаги температурада оксидланмайди, ammo суюқлантирилган ҳолда секин-аста қалай (IV)-оксид  $\text{SnO}_2$  га айланади.

Сув қалайга таъсир этмайди. Суюлтирилган кислоталар қалайга жуда суст таъсир этади, бунинг сабаби шуки, қалайнинг нормал потенциали билан водороднинг нормал потенциали орасидаги фарқ жуда кичикдир (27-жадвалга қаралсин). Қалай концентрланган хлорид кислотада ҳаммадан осон эрийди.

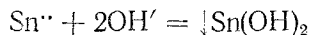
Қалай концентрланган нитрат кислота билан ҳам жуда шиддатли реакцияга киришиб, сувда эримайдиган ва  $\beta$ -станнат кислота деб аталадиган оқ кукунга айланади.

Қалай ҳавода анча барқарор бўлганлигидан, бошқа металлларни, чунончи, мис, темирни қоплашда ундан фойдаланилади (бу процесс «оқлаш» деб аталади). Олинадиган қалайнинг ярмига яқини оқ ту нука, яъни сиртига қалай юритилган темир ту нука тайёрлаш учун ишлатилади. Қалайнинг кўпгина қотишмалари ҳам кагга амалий аҳамиятга эга, масалан, бронза, баббит ва бошқалар. Ниҳоят, тоза ҳолдаги қалай ҳам, қўрғошин билан қотиштирилган ҳолдаги қалай ҳам металлларни кавшарлашда кенг ишлатилади.

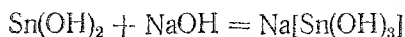
Қалай икки хил оксид — қалай (II)-оксид  $\text{SnO}$  ва қалай (IV)-оксид  $\text{SnO}_2$  ҳосил қилади. Ана шу иккала оксидга мувофиқ равишда қалайнинг икки қатор бирикмалари маълум. Бу бирикмалардан бирида қалай икки валентли бўлиб, ўзини асосан, металл сифатида намоён қилади, иккинчи қатор бирикмаларда эса тўрт валентли бўлиб, хоссалари жиҳатидан, металлоидларга ўхшаб кетади.

Икки валентли қалай бирикмалари. Қалай (II)-оксид  $\text{SnO}$  тўқ қўнғир тусли кукун бўлиб, қалайнинг кам миқдордаги ҳаво бор жойда қиздирилишидан ёки қалай (II)-гидроксид  $\text{Sn(OH)}_2$  нинг карбонат ангидрид атмосферасида ажралишидан ҳосил бўлади.

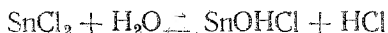
Қалай (II)-гидроксид  $\text{Sn(OH)}_2$  икки валентли қалай тузларига ишқорлар таъсир эттирилишидан оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади:



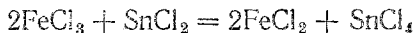
Қалай (II)-гидроксид амфотер бирикма бўлиб, бу бирикма кислоталарда ҳам, ишқорларда ҳам яхши эрийди; қалай (II)-гидроксид ишқорларда эриганда, гидроксид тузлар ҳосил қилиб, цинклатларга ўхшаб станнитлар деб аталади (680-бетга қаралсин):



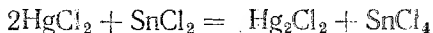
Қалай (II)-хлорид  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  қалайнинг хлорид кислотатада эришидан ҳосил бўлади, қалай (II)-хлорид икки молекула кристаллизация суви бор рангсиз кристаллар ҳосил қилади.  $\text{SnCl}_2$  эритмаси қиздирилганда ёки унга сув қўшиб жуда суюлтирилганда, қисман гидролизланиб, гидроксид туз чўкмаси ҳосил бўлади:



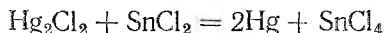
Қалай (II)-хлорид актив қайтарувчидир. Масалан, темир (III)-хлорид  $\text{FeCl}_3$  қалай (II)-хлоридда қайтарилиб, темир (II)-хлорид  $\text{FeCl}_2$  га айланади:



Сулема эритмасига қалай (II)-хлорид таъсир эттирилса, каломелнинг оқ чўкмаси ҳосил бўлади:



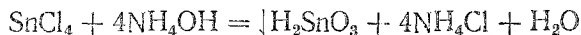
Агар қалай (II)-хлорид ортиқчароқ бўлса, сулеманинг қайтарилиши давом этиб, симоб метали ҳосил бўлади:



Тўрт валентли қалай бирикмалари. Қалай (IV)-оксид  $\text{SnO}_2$  табиатда қалай тош — қалайнинг энг муҳим рудаси ҳолида учрайди. Қалайни ҳавода ёндириш ёки уни нитрат кислотатада оксидлаб, ҳосил бўлган маҳсулотни қаттиқ қиздириш йўли билан сунбий равишда қалай (IV)-оксид ҳосил қилиш мумкин. Қалай (IV)-оксид оқ тусли ҳар хил сир ва эмаллар тайёрлаш учун ишлатилади.

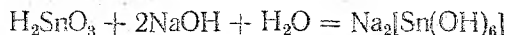
Қалай (IV)-оксид гидратлари станнат кислоталар деб аталади ва икки хил модификацияда:  $\alpha$  = станат кислота ва  $\beta$  = станнат кислота ҳолида бўлади.

$\alpha$ -станнат кислота  $\text{H}_2\text{SnO}_3$  қалай (IV)-хлорид  $\text{SnCl}_4$  эритмасига аммиакнинг сувдаги эритмаси таъсир эттирилганда ҳосил бўлади:



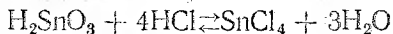
Чўкма қуририлганда секин-аста сувини йўқотади, бора-бора тоза қалай (IV)-оксид қолади. Шундай қилиб, муайян таркибли бирорта ҳам кислота ҳосил қилиб бўлмайди. Шунинг учун,  $\alpha$ -станнат кислотанинг юқорида кўрсатилган формуласи — бўлиши мумкин бўлган формулаларининг фақат энг оддийсидир. Бу кислотанинг таркибини  $m\text{SnO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  формула билан кўрсатиш тўғрроқ бўлади:

$\alpha$ -станнат кислота ишқорларда осон эриб, таркибида комплекс анион  $[\text{Sn}(\text{OH})_6]^-$  бўлган ва станнатлар деб аталадиган тузларни ҳосил қилади:



Натрий станнат эритмадан кристаллар ҳолида ажралиб чиқадди, бу кристалларнинг таркибини  $\text{Na}_2\text{SnO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  формуласи билан ҳам ифодалаш мумкин. Бу туз бўёқчилик ишида хуруш сифатида ва ипакни салмоқли қилишда ишлатилади. Бўяшдан олдин қалай бирикмалари эритмаси билан ишланган ипакда баъзан, ўша ипак оғирлигининг 50 проценти миқдорига қалай бўлади.

Кислоталар ҳам  $\alpha$ -станнат кислотани эритиб, тўрт валентли қалай тузларини ҳосил қилади. Масалан:



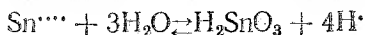
Хлорид кислота мўл бўлганда, калий (IV)-хлорид икки молекула водород хлорид бириктириб олиб, комплекс хлоростаннат кислота  $\text{H}_2[\text{SnCl}_6]$  ҳосил қилади. Бу кислотанинг аммонийли тузи  $(\text{NH}_4)_2[\text{SnCl}_6]$  натрий станнат қандай мақсадларда ишлатилса худди шундай мақсадларда ишлатилади.

$\beta$ -станнат кислота қалайга концентранган нитрат кислота таъсир эттирилганда оқ порошок ҳолида ҳосил бўлади. Унинг таркиби ҳам, худди  $\alpha$ -станнат кислота таркиби сингари, аниқ эмас.  $\beta$ -станнат кислота  $\alpha$ -станнат кислотанинг аксича, кислоталарда ҳам, ишқор эритмаларида ҳам эримайди. Аммо уни ишқорларга қўшиб суюқлантириш йўли билан станнат (туз) ҳолидаги эритмага айланттириш мумкин.  $\alpha$ -станнат кислота ўзи ажралиб чиққан эритма ичида сақланса, у ҳам секин-аста  $\beta$ -станнат кислотага айланиб кетади.

Қалай (IV)-хлорид  $\text{SnCl}_4$  113,7°C да қайнайди, ҳавода қаттиқ тугайдиган суюқликдир. Қалай (IV)-хлорид металл ҳолидаги қалайга ёки қалай (II)-хлоридга хлор таъсир эттирилганда ҳосил бўлади. Техникада, асосан, оқ тунука чиқиндиларини (эски консерва банкаларини) хлор билан ишлаш орқали олинади.

Қалай (IV)-хлорид баъзи хоссалари жиҳатидан металлоидларнинг хлорли бирикмаларига ўхшаса ҳам, аммо қалай (IV)-хлорид сувда эриганда сезиларли даражада ажралмайди ва эритмадан ҳар хил кристаллгидратлар, масалан,  $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ҳолида ажратиб олиниши мумкин.

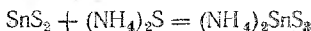
Қалай (IV)-хлориднинг сувдаги суюлтирилган эритмаларида  $\text{SnCl}_4$  кучли даражада гидролитик парчаланаяди, буни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



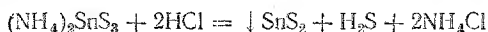
Бу реакция натижасида ҳосил бўладиган станнат кислотани коллоид эритма беради.

Қалай сульфидларини  $\text{SnCl}_2$  эритмасига водород сульфид таъсир эттирилса, қалай (II)- сульфид  $\text{SnS}$  нинг қўнғир чўкмаси ҳосил бўлади.  $\text{SnCl}_4$  эритмасидан худди ўша шароитда қалай дисульфид  $\text{SnS}_2$  нинг сариқ чўкмаси тушади. Қалай дисульфид қуруқ йўл билан ҳам, масалан, қалай қипиқларини олтингугурт ва наивадил билан қўшиб қиздириш орқали ҳам ҳосил қилиниши мумкин. Бу усул билан тайёрланган дисульфид олтиндек сариқ тагачалар шаклида бўлади ва «усул олтин» деб аталиб, ёсонга ҳал бериш учун ишлатилади.

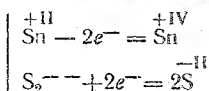
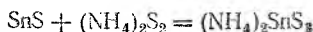
Қалай дисульфид ишқорий металлларнинг сульфидлари ва аммо ий сульфид эритмасида эрийди, натижада, тиостаннат кислота  $\text{H}_2\text{SnS}_3$  нинг осон эрийдиган тузлари ҳосил бўлади:



Тиостаннат кислота (мишьякнинг ҳамда сурьманинг тиокислоталари сингари) эркин ҳолда маълум эмас. Тиостаннат кислота тузларига кислоталар таъсир эттирилганда водород сульфид ажралиб чиқади ва яна қалай дисульфид ҳосил бўлади:



Қалай (II)- сульфид ишқорий металлларнинг сульфидларида эримайди, чунки икки валентли қалай тиогузлар ҳосил қилмайди. Аммо ишқорий металлларнинг полисульфидлари қалай (II)- сульфидни эритиб, тиостаннат кислотанинг тузларини ҳосил қилади:



Қалай гидрид  $\text{SnH}_4$  даставвал 1919 йилда магний билан қалай қотишмасига хлорид кислота таъсир эттирилганда водородга аралашган қўшимча ҳолида ҳосил қилинган эди. Қалай гидрид рангсиз, ниҳоятда заҳарли газ бўлиб,  $-52,6^\circ\text{C}$  да суюқликка айланади ва одатдаги температурада секин-аста ўз-ўзидан қалай ва водородга ажралиб кетади.

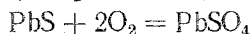
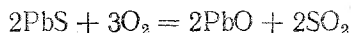
**226. Қўрғошин (Plumbum);** атом оғирлиги 207,19. Қўрғошин табиатда ҳар хил бирикмалар ҳолида учрайди. Қўрғошин ажратиш олинадиган энг муҳим руда қўрғошин ялтироғи  $\text{PbS}$  дир.

Ер пўстлоғида қалайнинг миқдори қанча бўлса, қўрғошиннинг миқдори ҳам шунча, яъни оғирлик жиҳатидан 0,0016% ни ташкил этади.

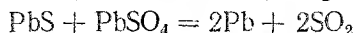
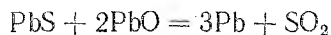
Австралияда, АКШда, Канадада, Мексикада қўрғошин рудаларининг катта-катта конлари бор. СССРда қўрғошин конлари Қозоғистонда ва Шарқий Сибирда, Шимолий Осетияда, Олтойда ва бошқа жойлардадир.

Қўрғошин ялтироғидан қўрғошин одатдаги усул билан ажратиб олиниши мумкин, бунинг учун, руда куйдирилиб, қўрғошин (II)-оксидга айлантирилади, шундан кейин эса ҳосил қилинган қўрғошин (II)-оксид кўмир билан қайтарилади.

Рудадан қўрғошинни қайтаришнинг бошқа усули ҳам бор, бу усул билан ишланганда кўмрдан муғлақо фойдаланилмайди. Бунинг учун, руда аввал махсус печларда PbSнинг фақат бир қисми оксидланишига етадиган ҳаво иштирокида ўртача даражада қиздирилиб, чала куйдирилади. Бунда қуйидаги реакциялар бўлади:

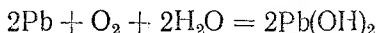


Шундан кейин, қиздиришни давом эттириб туриб, ҳаво кириштириш тўхтатилади. Ўзгармай қолган қўрғошин (II)-сульфид ҳосил бўлган қўрғошин (II)-оксид билан ва қўрғошин (II)-сульфат билан реакцияга киришиб, металл ҳолидаги қўрғошинга айланади:



Қўрғошин зичлиги  $11,344 \text{ г/см}^3$  бўлган оғир оқиш ҳаво ранг металлдр. Қўрғошин жуда юмшоқ, уни ничоқ билан кесиш мумкин. Қўрғошиннинг суюқланиш температураси  $327,3^\circ\text{C}$  га тенг. Қўрғошин ҳавода турса, тез орада юққа оксид қавати билан қопланиб қолади, бу қават қўрғошинни яна оксидланишдан сақлайди. Қўрғошин металлларнинг кучланишлар қаторида водороднинг худди олдида туради. Унинг нормал потенциалли —  $0,126$  вольтга тенг.

Сувнинг қуруқ ўзи қўрғошин билан реакцияга киришмайди, аммо ҳаво иштирокида қўрғошин сувда секин-аста емирилиб, қўрғошин (II)-гидроксид ҳосил қилади:



Аммо қўрғошин қаттиқ сув билан тўқнаш келса, эримайдиган тузлардан, асосан, қўрғошин (II)-сульфат ва қўрғошин (II)-гидроксикарбонатдан иборат сақловчи парда билан қопланиб қолади, бу парда сувнинг яна таъсир этишидан ва қўрғошин (II)-гидроксид ҳосил бўлишидан сақлайди.

Суялтирилган хлорид кислота ва суялтирилган сульфат кислота қўрғошинга таъсир этмайди деса бўлади, чунки қўрғошин (II)-хлорид ва қўрғошин (II)-сульфид сувда жуда оз эрийди. Нитрат кислотада қўрғошин осонлик билан эрийди. Органик кислоталар ҳам, айниқса сирка кислота қўрғошинни ҳаво кислороди иштирокида эритади. Бу процесс миснинг эриш процессига ўхшаш бўлади.

Қўрғошин ишқорларда ҳам эриб, плумбитлар ҳосил қилади (714-бетга қаралсин).

Қўрғошиннинг эрийдиган барча бирикмалари заҳарли бўлади.

Қўрғошин техникада кўп ишлатилади. Қўрғошин ишлатадиган асосий соҳалар кабель ва аккумулятор sanoатлари бўлиб, уларда қўрғошин кабелларнинг қобиқларини ва аккумуляторларнинг пластинкаларини тайёрлаш учун кетади. Сульфат кислота заводларида минораларнинг кожухлари, совиғичларнинг змеевиклари ва аппаратларнинг бошқа муҳим қисмлари қўрғошиндан тайёрланади. Қўрғошин ўқ-дорилар, масалан, милтиқ ва шрапнель ўқлари, шунингдек, питра тайёрлаш учун ишлатилади. Қўрғошин кўпгина қотишмалар, масалан, подшипниклар учун кетадиган қотишмалар (баббитлар), босмахона қотишмаси (гарт номли қотишма), кавшарлаш метали ва бошқалар таркибига киради. Қўрғошин ү-нурларни яхши ютади, шу сабабли, радиоактив моддалар билан ишлашда ү-нурлардан ҳимоя қилиш учун кенг ишлатилади.

1962 йилда капиталистик мамлакатларда 1920 минг т қўрғошин суюқлантириб олинди.

Қўрғошин ўз бирикмаларида, асосан, мусбат икки валентли бўлади. Аммо, германий группчасидаги бошқа элементларга ўхшаш, қўрғошин мусбат тўрт валентли бўлиши ҳам мумкин. Тўрт валентли қўрғошин бирикмалари икки валентли қўрғошин бирикмаларига қараганда анча беқарор бўлади.

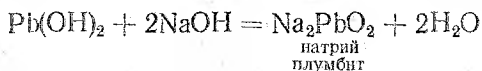
Қўрғошиннинг водород билан реакцияга киришиб, учувчан бирикма  $PbH_4$  ҳосил қила олиши исботланган, бу бирикма  $SnH_4$ дан ҳам беқарор бўлади.

Қўрғошин икки хил оддий оксид  $PbO_4$  ва  $PbO_2$  ни ҳосил қилади, бу оксидларнинг биринчиси икки валентли қўрғошин оксиди бўлса, иккинчиси тўрт валентли қўрғошин оксидидир; бундан ташқари, қўрғошин иккита аралаш оксид —  $Pb_2O_3$  ва  $Pb_3O_4$  ни ҳам ҳосил қилади, бу оксидларда қўрғошиннинг иккала валентлик даражаси ҳам бир вақтда намоён бўлади. Қўрғошиннинг юқоридаги оксидларидан ташқари, кислород билан ҳосил қилган жуда беқарор яна бир бирикмаси  $Pb_2O$  қўрғошин (I)-оксид ҳам маълум.

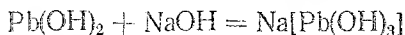
Икки валентли қўрғошин бирикмалари. *Қўрғошин (II)-оксид*  $PbO$  сариқ кукун бўлиб, суюқлантирилган қўрғошиннинг ҳавода қиздирилишидан ҳосил бўлади. Қўрғошин (II)-оксид тахминан  $500^\circ C$  гача қиздирилгандан кейин, қизғиш-сариқ тусли бўлиб қолади ва худди ана шу ҳолда глёт деб аталади. Қўрғошин (II)-оксид хилма-хил мақсадларда ишлатилади: қўрғошин (II)-оксиддан қўрғошиннинг бошқа бирикмалари ҳосил қилинади, қўрғошин (II)-оксид

аккумулятор пластиналаридаги катакларни тўлдириш учун, баъзи хил шишалар тайёрлаш ва бошқа мақсадлар учун ишлатилади.

Қўрғошин (II)-гидроксид  $Pb(OH)_2$  икки валентли қўрғошиннинг сувда эрийдиган тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда ҳосил бўлади. Қўрғошин (II)-гидроксид амфотер бирикма бўлиб, кислоталарда эриб, икки валентли қўрғошин тузларини ҳосил қилади; ишқорларда эриб плумбитлар деб аталадиган тузларни ҳосил қилади:



Аммо ишқорларда эриганда гидроксид тузлар ҳосил бўлиши эҳтимолга яқинроқдир; реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Икки валентли қўрғошин тузларидан қуйидагиларни кўрсатиб ўтамыз:

1. *Қўрғошин (II)-хлорид*  $PbCl_2$  қўрғошин тузлари эритмаларига хлорид кислота ёки сувда эрийдиган хлоридлар таъсир эттирилганда оқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади. Қўрғошин (II)-хлорид совуқ сувда оз эрийди, аммо қайпоқ сувда бирмунча яхши эрийди.

2. *Қўрғошин (II)-йодид*  $PbJ_2$  қўрғошин тузлари эритмасига йод ионлари киритилганда сариқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади. Қўрғошин (II)-йодид совуқ сувда амалда эримайди, аммо иссиқ сувда анча яхши эриб, рангсиз эритма ҳосил қилади. Бу эритма совитилса, қўрғошин (II)-йодид ялтироқ, олтиндек сариқ кристаллар ҳолида ажралиб тушади.

3. *Қўрғошин (II)-ацетат*  $Pb(CH_3COO)_2$  — қўрғошиннинг сувда осон эрийдиган озчилик тузларидан бири бўлиб, лаборатория практикасида кенг ишлатилади. Қўрғошин (II)-ацетат жуда ширин бўлганлигидан, қўрғошин шакар деб ҳам аталади. Қўрғошин (II)-ацетат матоларни бўяшда ва қўрғошиннинг бошқа бирикмаларини ҳосил қилиш учун дастлабки материал сифатида ишлатилади.

4. *Қўрғошин (II)-сульфат*  $PbSO_4$  қўрғошин тузлари эритмасига сульфат кислота қўшилганда кукунсимон оқ чўкма ҳолида ажралиб тушади. Қўрғошин (II)-сульфат сувда ва суюлтирилган кислоталарда эримайди, деса бўлади, аммо ишқорларнинг концентранган эритмаларида анча осон эриб, плумбитлар ҳосил қилади. Концентранган сульфат кислота ҳам қўрғошин (II)-сульфатни эритиб, уни нордон туз  $Pb(HSO_4)_2$  га айлантиради.



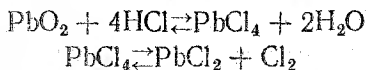
5. *Қўرғошин (II)-сульфид*  $PbS$  қўрғошин тузларига водород сульфид таъсир этганда қора чўкма ҳолида ҳосил бўлади. Шунинг учун, қўрғошин тузи эритмаси билан ҳўлланган қоғоз, агар ҳавода оз миқдорда водород сульфид бўлса ҳам, дарҳол қораяди, водород сульфид бор-йўқлигини билиш учун, кўпинча, ана шундан фойдаланилади. Табиатда  $PbS$  қўрғошиннинг ялтироғи ҳолида кўп миқдорда учрайди.

6. *Қўрғошин (II)-гидроксикарбонат*  $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$  қўрғошин тузлари эритмасига сода таъсир эттирилганда чўқади. Қўрғошин (II)-гидроксикарбонат бўяш хусусияти юқори ва қўрғошинли белила номи билан машҳур бўлган оқ тусли мой бўёқлар тайёрлашда кенг ишлатилар эди. Бу бўёқ водород сульфид таъсиридан хираланиб қолади, чунки қора қўрғошин (II)-сульфид  $PbS$  ҳосил бўлади (қадим вақтларда мой бўёқлар билан солинган суратларнинг хираланиб қолиши ана шундан).

Қўрғошинни икки валентли ҳолатдан тўрт валентли ҳолатга ўтказиш жуда қийин бўлганлигидан, икки валентли қўрғошин тузлари, икки валентли қалай тузларининг аксича, амалда қайтарувчилик хоссаларга эга эмас.

Тўрт валентли қўрғошин бирикмалари. *Қўрғошин (IV)-оксид*  $PbO_2$ — тўқ қўнғир порошок бўлиб, қўрғошин (II)-оксидга ва икки валентли қўрғошин тузларига кучли оксидловчилар таъсиридан ҳосил бўлади. Қўрғошин (IV)-оксид химиявий жиҳатдан, қалай (IV)-оксид каби, амфотер оксид бўлиб, унда кислоталик хоссалар устун туради. Қўрғошин (IV)-оксидга ортоплумбат кислота  $H_4PbO_4$  билан метаплумбат кислота  $H_2PbO_3$  мувофиқ келади, бу кислоталар эркин ҳолда мавжуд бўлмайди, аммо анча барқарор тузлар ҳосил қилади. Масалан, қўрғошин (IV)-оксид ўловчи калийга қўшиб суюқлантирилса, метаплумбат кислотанинг калийли тузи  $K_2PbO_3$  ҳосил бўлади.

Қўрғошин (IV)-оксиднинг асосий хоссалари тўрт валентли қўрғошиннинг ниҳоятда беқарор тузлари ҳосил бўлишида кўринади. Масалан, қўрғошин (IV)-оксидга хлорид кислота таъсир эттирилса, дастлабки пайтда *қўрғошин (IV)-хлорид*  $PbCl_4$  ҳосил бўлади, аммо бу бирикма хлорни осон ажратиб чиқариб,  $PbCl_2$  га айланади:



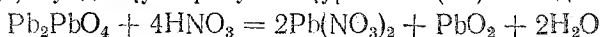
Бу реакцияларнинг инкаласи ҳам қайтар реакциялардир. Агар  $PbCl_2$  нинг хлорид кислотадаги суспензиясига хлор таъсир эттирилса, қўрғошин тетрахлорид ҳосил қилиш мумкин,

қўрғошин тетрахлорид мойсिमон суюқликдир. — 15° да қотиб, кристалл ҳолатдаги масса ҳосил қилади.

Тўрт валентли қўрғошиннинг сульфати  $Pb(SO_4)_2$  ҳам маълум.

Сурик  $Pb_3O_4$  одатдаги қизил мой бўёқни тайёрлаш учун ишлатиладиган тўқ қизил тусли моддадир. Қўрғошин (II)-оксид ҳавода узоқ вақт қиздирилишидан сурик ҳосил бўлади. Сурикни ортоплумбат кислотанинг қўрғошинли тузи  $Pb_2PbO_4$  деб қараш мумкин.

Сурик суюлтирилган нитрат кислота қўшиб қиздирилганда ажралади, бунда қўнғир тусли қўрғошин (IV)- оксид чиқади:



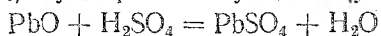
Қўрғошиннинг яна бир аралаш оксиди  $Pb_2O_3$  ни метаплум-бат кислотанинг қўрғошинли тузи  $PbPbO_3$  деб қараш мумкин.

Қўрғошин (IV)-оксид ҳам, тўрт валентли қўрғошиннинг барча тузлари ҳам беқарор моддалар бўлганлигидан, улар актив оксидловчилардир.

**227. Қўрғошинли аккумулятор.** Амалда кенг ишлатиладиган қўрғошинли аккумуляторларнинг тузилиши тўрт валентли қўрғошиннинг оксидлаш хоссасига ва унинг анча барқарор бўлган икки валентли ҳолатга ўтишига асосланган.

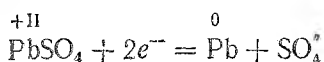
Электр энергиясини йиғишга ва керак бўлганда бу энергиядан фойдаланишга имкон берадиган асбоблар электр аккумуляторлар деб аталади. Энергияни бундай тўплаш аккумулятор орқали электр токи ўтказиш йўли билан амалга оширилади, аккумуляторда энергия тўпланиши натижасида, электр энергиясининг химиявий энергияга айланиши билан бўладиган химиявий процесс вужудга келади; бунда аккумулятор зарядланади, дейдилар. Зарядланган аккумулятордан гальваник элементдан фойдаланилгани каби фойдаланиш мумкин, бу вақтда, аккумулятор зарядланишида вужудга келадиган реакциянинг ўзи тескари томонга қараб боради ва аккумуляторда тўпланган химиявий энергия электр энергиясига айланади; бу электр энергиясининг сарф бўлиши билан аккумулятор зарядлана боради.

Қўрғошинли энг оддий аккумулятор катак-катак иккита қўрғошин пластинкасидан ясаиб, пластинканинг катаклари қўрғошин (II)-оксиднинг сувга қориштирилишидан ҳосил бўладиган бўтқа билан тўлдирилади. Пластинкалар тўғри тўрт бурчакли шиша банкага солинади, шиша банка ичида эса зичлиги 1,15—1,20 г/см<sup>3</sup> бўлган суюлтирилган сульфат кислота (22—28%  $H_2SO_4$ ) тўлдирилган бўлади. Қуйидаги:

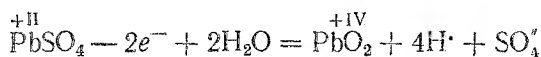


реакция натижасида қўرғошин (II)-оксид, маълум вақт ўтгандан кейин, қўрғошин (II)-сульфатга айланади. Агар энди бу асбоб орқали ўзгармас ток ўтказиб, бир пластинкани ток манбаининг манфий қутбига, иккинчисини мусбат қутбга уласак аккумулятор зарядланади, лекин электродларда қуйидаги процесслар рўй беради.

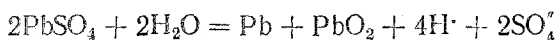
Катодда



Анодда



Бу тенгламаларни бир-бирига қўшиб, аккумуляторнинг зарядланишида бўладиган қуйидаги реакцияларнинг умумий тенгламасини ҳосил қиламиз:



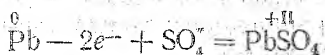
Шундай қилиб, ток ўтиши давомида қўрғошин (II)-сульфат катодда металл ҳолидаги қўрғошиннинг пўрсилдоқ массасига, анодда эса тўқ қўнғир тусли қўрғошин (IV)-оксидга айланади.

Бу процесс тамом бўлгандан кейин, аккумулятор зарядланиб қолади. Сувнинг шиддатли суратда ажрала бошлаши: катодда водород, анодда эса кислород ажралиб чиқиши (аккумуляторнинг «қайнаши») зарядланиш тамом бўлганлигини кўрсатади.

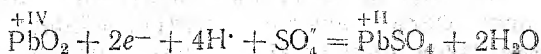
Зарядланган аккумуляторнинг пластиналари ўтказган ёрдами билан бир-бирига уланса, ўтказгичда ток ҳосил бўлади; бунда электронлар қўрғошин билан қопланган пластинадан қўрғошин (IV)-оксид билан қопланган пластинага томон боради. Ток ҳосил бўлишини қуйидагича изоҳлаш мумкин. Қўрғошин билан қопланган пластинадан  $\text{Pb}^{++}$  ионларнинг бир қисми эритмага ўтади, бунинг натижасида пластина манфий зарядланади. Қўрғошин пластинасида бўшаб қоладиган электронлар  $\text{PbO}_2$  га ўтади ва тўрт валентли қўрғошинни қайтариб, икки валентли қўрғошинга айлантиради. Натижада, иккала пластинада ҳам  $\text{Pb}^{++}$  ионлар ҳосил бўлади, бу ионлар эритмадаги  $\text{SO}_4^{2-}$  ионлари билан бирикиб, сувда эрмайдиган қўрғошин (II)-сульфат ҳосил қилади ва аккумулятор зарядсизланади.

Аккумуляторнинг зарядсизланишида бўладиган процесслар қуйидаги схема билан кўрсатилиши мумкин:

## Манфий электрод

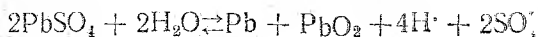


## Мусбат электрод



Юқорида ёзилган тенгламаларни бир-бирига қўшиб аккумуляторнинг зарядсизланишида бўладиган реакция аккумуляторнинг зарядланишида бўлган реакциянинг акси эканлигига ишонч ҳосил қилиш қийин эмас. Шунинг учун, иккала процесс қуйидаги битта тенглама билан ифодаланиши мумкин:

зарядланиш



зарядсизланиш

Аккумуляторнинг зарядсизланишида сульфат кислота концентрацияси камаяди, чунки  $\text{H}^+$  ионлар билан  $\text{SO}_4^{2-}$  ионлар сарфланади ва сув ҳосил бўлади. Шунинг учун кислотанинг солиштирма оғирлигига қараб, аккумуляторнинг қай даражада зарядсизланганлигини билиш мумкин, кислотанинг солиштирма оғирлиги ареометр ёрдами билан вақт-бавақт ўлчаб турилади.

Қўрғошинли аккумуляторнинг ток кучланиши 2 вольтга тенг бўлиб, нагрузка нормал бўлганда аккумулятор ишлаш давомида бу кучланиш ўзгармайди деса бўлади. Агар ток кучланиши пасая бошласа, аккумуляторни янада зарядлаш зарур.

## ТИТАН ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғир- лиги	Тартиб но- мери	Электронларнинг қа- ватларда тақсимлани- ши					
				2	8	10	2		
Титан . . . . .	Ti	47,90	22	2	8	10	2		
Цирконий . . . . .	Zr	91,22	40	2	8	18	10	2	
Гафний . . . . .	Hf	178,49	72	2	8	18	32	10	2

228. Титан группачаси элементларининг умумий характе-  
ристикаси. Титан группачасига даврий системанинг тўртинчи  
группасидаги элементлар — титан, цирконий ва гаф-  
ний киради. Илгари торий элементи ҳам шу группачага ки-  
ритилар эди; энди бу элемент актинидларга киритилади. То-  
рийнинг химиявий хоссалари титан группачасидаги бошқа

элементларнинг химиявий хоссаларига ўхшаш бўлганлигидан, биз торийни шу гуруҳчадаги бошқа элементлар билан бирга қўшиб тавсифлаб ўтамиз.

Титан гуруҳчасидаги элементлар атомларининг сиртқи қаватида, тоқ гуруҳчалардаги элементлар атомларидан фарқли ўлароқ, фақат иккита электрон бўлади, улар электронлар бириктириб олишга қобил эмас. Шунинг учун, таркибидаги бу элементлар манфий валентли бўла оладиган бирикмалар номаълум. Шу билан бир вақтда, бу элементларнинг максимал мусбат валентлиги тўртга тенг, чунки бу элементларнинг атомлари сиртқи иккита электрондан ташқари, сиртдан иккинчи қаватдаги электронларидан иккитасини ҳам бериши мумкин.

Титан гуруҳчасидаги элементлар атомларининг сиртқи қаватида фақат иккита электрон бўлганлиги учун, бу элементларнинг металллик хоссалари германий гуруҳчасидаги элементларнинг металллик хоссаларига қараганда анча кучли бўлиб, элементлар тартиб номерининг ортиб бориши билан бу хоссалар ҳам кучайиб боради. Масалан, титан гидроксид  $Ti(OH)_4$  амфотер модда бўлиб, цирконий гидроксид билан гафний гидроксидда эса асослик хоссалари устун туради, торий гидроксид эса фақат асослик хоссаларгагина эга.

Титан гуруҳчасидаги тўртала элементнинг ҳаммаси эркин ҳолатда типик металллар бўлиб, улар пўлатга ўхшаб кетади. Бу тўртала элементнинг суюқланиш температуралари анча юқори. Титан гуруҳчасидаги элементлар одатдаги температурада сув ҳамда ҳаво таъсирига чидамлидир, уларга кислоталарнинг ҳам таъсир этиши қийин.

Титан гуруҳчасидаги элементларнинг титандан бошқа ҳаммаси ўз бирикмаларида ҳамма вақт деярли тўрт валентли бўлади, титан эса осон қайтарилиб, энг паст даража валентликка эга бўлган ҳолатга айланади.

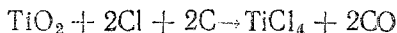
**229. Титан (Titanium); атом оғирлиги 4,90.** Титан табиатда жуда кўп тарқалган; ер пўстлогининг оғирлик жиҳатидан 0,61 процентини титан ташкил этади, у техникада кенг фойдаланиладиган мис, қўроғшин ва рух каби металллардан олдинда туради.

Таркибида титан бўладиган минераллар табиатда ҳамма ерда бор: титаномангнетитлар  $FeTiO_3 \cdot nFe_3O_4$ , ильменит  $FeTiO_3$ , сфен  $CaTiSiO_5$  ва рутил  $TiO_2$ . СССРда титан рудаларининг энг катта конлари Уралдадир.

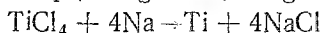
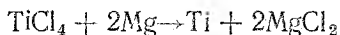
Титан табиатда кўп тарқалган бўлса ҳам, охириги вақтларгача нодир элементлар жумласига киритиб келинди ва жуда кам ишлатилди. Аммо кейинги йиллар ичида бу элемент кўпгина мамлакатларда кенг ва чуқур текшириладиган бўлди.

Титанга бундай эътибор берилишининг сабаби шуки, дастлаб 1925 йилда ажратиб олинган тоза титаннинг хоссаларини текшириш тоза ҳолдаги бу металлнинг пластик ва кесиб ишланиши осон эканлигини кўрсатди. Титан яхши болғаланади ва уни ёйиб (прокатлаб) тунука ва ҳатто зар қоғоз қилиш мумкин. Бундан ташқари, титаннинг коррозияга бардошлиги ҳам юқоридир, бу ҳол янги техниканинг кўпгина соҳалари, жумладан, авиация ва ракетасозлик учун титанни жуда қимматли конструкцион материал қилиб қўйди.

Утказилган кўпдан-кўп тадқиқотлар натижасида тоза титан ажратиб олишнинг бир неча усули топилди. Бу усуллардан энг катта аҳамиятга эга бўлгани титан рудасини тоза титан (IV)-оксидга айлантириб, сўнгра уни кўмир ёки янчилган графит иштирокида хлорлаш усулидир:



Ҳосил бўлган титан (IV)-хлорид магний ёки натрий метали билан қайтарилади:



Металл ҳолидаги титаннинг зичлиги  $4,54 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси эса  $1725^\circ\text{C}$  га тенг. Титан химиявий актив элемент, кучланишлар қаторида бериллий билан магний орасида туради. Аммо металл сиртида тизиз оксид парда ҳосил бўлганлигидан, титаннинг коррозия бардошлиги ниҳоятда юқоридир, бу жиҳатдан олганда зангламас пўлатдан устун туради. У ҳавода оксидланмайди, денгиз сувида зангламайди, бир қатор агрессив химиявий муҳитда, жумладан, суюлтирилган ва концентрланган нитрат кислотада ва ҳатто зар сувида ҳам ўзгармайди.

Титаннинг коррозия бардошлиги ниҳоятда юқори бўлганлиги учун у хилма-хил химиявий аппаратлар тайёрлаш ва кemasозлик учун ажойиб материалдир. Аммо титаннинг асосий хоссаси, яъни ҳозирги техникада титандан тобора кўп фойдаланишга имкон берадиган хоссаси титаннинг ҳам, титан билан алюминий ва бошқа металл қотишмаларининг ҳам юқори даражада иссиқбардошлик хоссасидир. Титан қотишмаларининг механик пухталиги юқори бўлиб, бу пухталик температуранинг кўтарилиши билан пасаймайди, шунинг учун ҳам титан қотишмалари самолётсозлик ва ракетасозликда тенги йўқ материалдир.

Титан алюминийдан бир оз оғир, аммо ундан уч барабар пухта. Бу ҳол титандан машинасозликнинг хилма-хил соҳаларида кенг фойдаланишга имкон беради. Шунини таъкидлаб ўтиш

кифояки, ички ёнув двигателларига титандан ва титан қотишмаларидан ясалган деталлар ишлатилса, бу двигателларнинг оғирлиги тахминан 30% камаяди.

Титанни техникада кенг кўламда ишлатиш мумкинлиги титан ишлаб чиқаришни тез суръат билан ривожлантиришга сабаб бўлди. 1948 йилда саноатда биринчи марта 2,5 т титан олинди, 1954 йилда бутун дунёда 7000 т, 1957 йилда эса 30000 т титан ишлаб чиқарилди. Бошқа бирор металл ишлаб чиқариш бунчалик тез суръат билан ўсган эмас.

Титан юқори температураларда галогенлар билан, кислород, олтингугурт, азот ва бошқа элементлар билан осон бирикади. Титан билан темир қотишмаларининг (ферротитаннинг) пўлатга қўшимча сифатида ишлатилиши ана шунга асосланган. Титан сувоқлантирилган пўлатдаги азот ва кислород билан бирикиб, пўлат қотаётганда бу элементларнинг ажралиб чиқилишининг олдини олади — қуйма бир жинсли бўлиб қолади ва унда ғоваклар бўлмайди.

Титан углерод билан бирикиб карбид ҳосил қилади. Вольфрам ва титан карбидларига кобальт қўшилиб, қаттиқлиги олмосникига яқинлашиб борадиган қотишмалар ҳосил қилинади.

Титан (IV)-оксид  $TiO_2$  титаннинг ҳавода ёки кислородда қаттиқ қиздирилишидан қийин сувоқланувчи оқ модда ҳолида ҳосил бўлади, бу модда сувда ва сувоқтирилган кислоталарда эримайди. Титан (IV)-оксид амфотер характерга эга, аммо унинг асослик хоссалари ҳам, кислоталик хоссалари ҳам ниҳоятда заиф ифодаланган.

Титан (IV)-оксид ниҳоятда барқарор оқ мой бўёқ тайёрлаш учун ишлатилади, бу бўёқ буюмларга жуда яхши ёпишиш хусусиятига эга (титанли белила), титан қийин сувоқланувчан шишалар, сирлар, эмаллар, лабораторияда ишлатиладиган иссиққа чидамли идишлар тайёрлаш учун ҳам ишлатилади.

**230. Цирконий (Zirkonium); атом оғирлиги 91,22. Торий (Thorium); атом оғирлиги 232,038.** Цирконий анча кўп тарқалган элементдир; ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,025% цирконий бор. Аммо у ниҳоятда тарқоқ ҳолда бўлиб, табиатда унинг кўзга кўринарли даражадаги уюмлари жуда кам.

Эркин ҳолдаги цирконий зичлиги  $6,52 \text{ г/см}^3$  га ва сувоқланиш температураси  $1852^\circ\text{C}$  га тенг бўлган қаттиқ, ялтироқ металлдир. Цирконий узоқ вақт металлургияда чўянга қўшилладиган ва чўян қуйманинг сифатини оширадиган қўшимча ўрнида ва ўз бирикмалари ҳолида ишлатилиб келди. 1925 йилда тоза цирконий метали ажратиб олиш усули топилган ва соф цирконийда уни ниҳоятда муҳим конструкцион мате-

риал қилувчи қимматли бир қатор хоссалар борлиги аниқланган эди. 1948 йилда саноатда цирконий ажратиб олиш усулининг топилиши муносабати билан у лабораторияда олинадиган нодир металл бўлмай қолди. 1948 йилда атиги 1 т цирконий метали ажратиб олинган бўлса, 1960 йилга келиб, ишлаб чиқарилган цирконий миқдори 1500 т га етди.

Цирконий ва унинг қотишмалари суюқланиш температураси юқори, анча мустаҳкам, коррозияга яхши чидайдиган ва, шу билан бирга, иссиқлик нейтронларини деярли қамраб олмайдиган бўлганлигидан улар атом реакторлари тайёрлаш учун керак бўладиган жуда яхши материалдир.

Мисга цирконий қўшилса, унинг пухталиги ошади, электр ўтказувчанлиги эса қарийб пасаймайди. Магнийнинг 4—5% рух ва 0,6—0,7% цирконий қўшилган қотишмаси тоза магнийдан икки баравар пухтадир, у 200°C да ҳам ўз пухталигини йўқотмайди. Цирконий қўшилганда алюминий қотишмаларининг ҳам сифати анча ошади. Таркибида цирконий бўлган пўлатлар зирҳ плиталар, зирҳ тешар снарядлар ва шу кабилар тайёрлаш учун яроқлидир.

*Цирконий ((IV)-оксид  $ZrO_2$  суюқланиш температураси юқори (2700°C га яқин), кенгайиш коэффициентини анча кичик ва химиявий таъсирларга чидамли бўлганлиги туфайли, ўтга чидамли ниҳоятда яхши материалдир. Цирконий (IV)-оксид ўтга чидамли ҳар хил буюмлар, масалан, тигеллар тайёрлаш учун ишлатилади. Шиша саноатида қийин суюқланувчан шишалар ҳосил қилишда, керамика саноатида эса эмаль ва сирлар тайёрлашда цирконий (IV)-оксиддан фойдаланилади.*

*Цирконий карбид  $ZrC$  ниҳоятда қаттиқ модда бўлганлиги учун, силлиқлаш материали сифатида, шунингдек, ойна қирқишда олмос ўрнида ишлатилади.*

*Торий — радиоактив элемент бўлиб, ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,001% торий бор. Таркибида торий кўп бўлган минераллар (масалан, торит  $ThSiO_4$ ) ниҳоятда сийрак учрайди, шунинг учун торий нодир элементлар қаторига киритилади. Торий ажратиб олинадиган энг асосий манба монацит минерал бўлиб, бу минерал таркибида, торий билан бир қаторда, ҳар хил сийрак-ер элементлар ҳам бўлади. Торий рудаларининг энг йирик уюмлари Ҳиндистонда учрайди.*

*Эркин ҳолдаги торий солиштирма оғирлиги 11,5 г/см<sup>3</sup> га, суюқланиш температураси 1830°C га тенг ва сиртқи кўриниши платинага ўхшаш металлдир.*

*Торийнинг амалий аҳамияти атом энергияси олиш билан боғлиқ.*



ВАНАДИЙ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларга тақсимланиши				
Ванадий . . . . .	V	50,942	23	2	8	11	2	
Ниобий . . . . .	Nb	92,906	41	2	8	18	12	1
Тантал . . . . .	Ta	180,943	73	2	8	18	32	11 2

**231. Ванадий гуруҳчаси элементларининг умумий хараكتеристикаси.** Ванадий гуруҳчасига учта элемент — ванадий, ниобий ва тантал киради, бу элементлар даврий системанинг бешинчи гуруҳасида ва катта даврларнинг жуфт қаторларида туради. Илгари бу гуруҳчага протактиний ҳам киритилар эди, ҳозирги вақтда протактиний актинидлар оиласига киритилади. Ванадий гуруҳчасидаги элементлар атомларининг сиртки қаватида иккита ёки битта электрон бўлади, улар металллик хоссаларининг устуи бўлганлиги ҳамда водородли бирикмалари йўқлиги билан асосий гуруҳчасидаги элементлардан (азот, фосфор ва бошқалардан) фарқ қилади. Аммо иккала гуруҳчадаги элементлар юқори валентликка эга бўлгандаги ҳосилалари бир-бирига анча ўхшайди.

Ванадий ва унинг аналоглари учун, таркибдаги шу элементлар беш валентли бўладиган бирикмалар хосдир. Уларнинг юқори оксидлари ангидридлар хараكتерига эга бўлиб, бу ангидридлар ванадат кислота, ниобад кислота ва танталат кислоталар ҳосил қилади, бу кислоталарга бир қатор тузлар мувофиқ келади. Ванадий гуруҳчасидаги элементларнинг тубан оксидлари асослик хоссаларга эга.

Эркин ҳолатдан ванадий, ниобий ва тантал ҳар хил химиявий таъсирларга жуда чидамли, суюқланиш температуралари юқори бўлган металллардир. Бу элементлар хром, молибден, вольфрам, рений (XXIV бобга қаранг) ва платина гуруҳчасидаги металллар — рутений, родий, осмий ва иридий (XXV бобга қаранг) билан бирга, қийин суюқланувчи металллар жумласига киради. Қийин суюқланувчи металллар деганда, шартли равишда, суюқланиш температураси хромнинг суюқланиш температураси (1890°C)дан юқори бўлган металллар тушунилади.

Қийин суюқланувчи металллар тоза ҳолда ҳам, қотишмалар ҳолида ҳам сўнгги вақтларда янги техниканинг бир қанча соҳаларида фоят катта аҳамият касб этди. Қийин суюқланувчи металлларнинг амалий жиҳатдан диққатга энг сазовор бўлганлари вольфрам, молибден, ниобий ва танталдир. Улар тоза ҳолда ҳам, қотишмалар тарзида ҳам конструкторон материаллар сифатида ишлатилади.

232. **Ванадий (Vanadium); атом оғирлиги 50,942.** Ванадий бирикмалари табиатда кенг тарқалган, ammo улар ниҳоятда тарқоқ бўлиб, кўзга кўринарли уймалар ҳосил қилмайди. Шунинг учун, ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,02%, яъни мисга қараганда бирмунча ортиқ ванадий бўлса ҳам, у нодир элемент ҳисобланади. Жанубий Америкада, Перуда ванадий рудаларининг энг бой конлари бор.

СССР да ванадий ажратиб олинadиган энг асосий манба— таркибида оз миқдорда ванадий бўладиган темир рудалари ва полиметалик рудалардир. Одатда, рудалардан ёки ванадий билан темирнинг феррованадий деб аталadиган қотишмаси, ё бўлмаса, ванадат кислотанинг тузлари ажратиб олинади.

Тоza ванадий зичлиги  $6,11 \text{ г/см}^3$  га ва суюқланиш температураси  $1900^\circ\text{C}$  га яқин бўлган ниҳоятда қаттиқ ҳамда енгил металлдир. Ванадий ҳавода оксидланмайди. Ванадий плавик кислотада ва кучли оксидлаш хоссасига эга бўлган кислоталарда (нитрат кислота ва зар сувида) эрийди. Кукун ҳолатдаги ванадий хлор, бром буғи, азот ва олтингугурт билан бевосита бирикади.

Тоza ванадий (V)-оксид  $\text{V}_2\text{O}_5$  ни кальций ёрдамида қайтариш, шунингдек, ванадий йодид  $\text{VI}_2$  ни вольфрам сими устида термик диссоцилаш йўли билан олинади.

Металл ҳолидаги ванадий, асосан, пўлат тайёрлашда ишлатилади. Таркибида атиги 0,1—0,3% ванадий бўлган пўлат ўзининг ниҳоятда пухталиги, эластиклиги, узилишга кўрсатadиган қаршилиги ва туртки ҳамда зарб таъсиридан ўзгармаслик хоссалари билан ажралиб туради, пўлатнинг бу хоссалари автомобиль ўқлари ёки мотор валлари учун жуда муҳимдир, чунки улар ҳамма вақт туртки еб туради.

Ванадий тўртта оксид —  $\text{VO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$ ,  $\text{VO}_2$  ва  $\text{V}_2\text{O}_5$  ҳосил қилади. Ванадийнинг юқори оксиди — ванадат ангидрид  $\text{V}_2\text{O}_5$  равшан ифодаланган кислоталик хоссаларга эга; ванадий (IV)-оксид  $\text{VO}_2$  амфотер модда; ванадийнинг иккала тубан оксиди фақат асослик хоссаларнигина намoён қилади. Ванадат ангидрид  $\text{V}_2\text{O}_5$  ва унинг ҳосилалари энг кўп аҳамиятга эгадир.

*Ванадат ангидрид* — тўқ сариқ тусли модда бўлиб, ишқорларда осон эриб, *метаванадат кислота*  $\text{HVO}_3$  нинг тузларини ҳосил қилади. *Метаванадат кислота* тузлари ванадатлар деб аталади.

Ванадат ангидрид ва ванадатлар химия саноатида контакт усули билан сульфат кислота ишлаб чиқаришда анча қиммат турадиган платина ўрнига катализатор сифатида ишлатилади. Ванадий бирикмаларидан шиша саноатида, медицинада ва фотографияда ҳам фойдаланилади.

**233. Ниобий (Niobium); атом оғирлиги 92,906. Тантал (Tantalium); атом оғирлиги 180,948.**

Ниобий ва тантал табиатда ванадийга қараганда анча кам тарқалган; ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,000032% ниобий ва 0,000024% тантал бор. Бу иккала элемент кўп жиҳатдан ванадийга ўхшайди. Эркин ҳолатдаги ниобий билан тантал қийин суюқланувчан, қаттиқ, аммо мўрт эмас, механик суратда осон ишланадиган металллардир. Ниобийнинг зичлиги  $8,55 \text{ г/см}^3$  га, танталнинг зичлиги эса  $16,6 \text{ г/см}^3$  га тенг; ниобий  $2500^\circ\text{C}$  да, тантал  $2850^\circ\text{C}$  да суюқланади.

Ниобий ва тантал коррозияга чидаши жиҳатидан асл металлларга ўхшайди, баъзи ҳолларда эса улар платинадан устун туради. Ниобий ва тантал химиявий реагентлар таъсирига ниҳоятда чидамли бўлганлигидан бу металллар химиявий идишлар ҳамда завод химиявий аппаратларининг ҳар хил муҳим қисмларини тайёрлаш учун айниқса яроқлидир.

Ниобий пўлатга қўшимча сифатида ишлатилади, пўлатга ниобий қўшилса, унинг механик хоссалари ва коррозияга чидамлилиги анча ортади. Таркибида 1 дан 4% гача ниобий бўлган пўлат иссиқликка чидамли ва юқори босимли қозонлар тайёрлаш учун ишлатилади. Ниобий қўшилган пўлат конструкцияларни электр токидан фойдаланиб пайвандлаш учун ниҳоятда яхши материалдир. Бундай пўлат билан пайвандланган чоклар жуда ҳам пухта бўлади.

Тантал хирургияда синган суякларни битириш учун ишлатилади. Танталнинг бу мақсадда илгари ишлатилган материаллардан афзаллиги шуки, у тирик тўқимага текканда бу тўқиманинг нервига мутлақо таъсир этмайди ва, шундай қилиб, организмнинг ҳаёт фаолиятига зарар етказмайди.

Ниобий ва тантал, шунингдек, уларнинг қотишмалари сўнгги йилларда ракета техникасида ва товушдан тез учар самолётларда алоҳида аҳамият касб этди. Бу материаллар  $1100^\circ\text{C}$  дан юқори температурада ўз пухталигини узоқ вақт сақлаб туради, ҳолбуки, иссиқбардош пўлатлардан ва никель ҳамда кобальт асосидаги қотишмалардан  $650-870^\circ\text{C}$  температуралардагина фойдаланиш мумкин.

Ниобий атом реакторларида иссиқлик ажратиб чиқарадиган элементларга материал сифатида ҳам ишлатилади.

Ниобий ва танталга бўлган эҳтиёжнинг узлуксиз равишда ўсиб бораётганлигидан, яқиндагина нодир металллар жумласига кирган бу металллар ҳозирги вақтда кўп миқдорлаб ишлаб чиқарилмоқда.

Ниобий ва танталнинг карбидлари ниҳоят даражада қаттиқ бўлиб, металл ишлаш саноатида металл қирқувчи ҳар хил асбоблар тайёрлаш учун ишлатилади.

XXIV БОБ

ДАВРИЙ СИСТЕМАНИНГ ОЛТИНЧИ ВА ЕТТИНЧИ  
ГРУППАЛАРИДАГИ МЕТАЛЛАР

Олтинчи группа металлариға хром группачасидаги элементлар, еттинчи группа металлариға эса марганец группачасидаги элементлар киради.

ХРОМ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
				2	8	13	1		
Хром . . . . .	Cr	51,996	24	2	8	13	1		
Молибден . . . . .	Mo	95,94	42	2	8	18	13	1	
Вольфрам . . . . .	W	183,85	74	2	8	18	32	12	2

234. Хром группачаси элементларининг умумий характеристикаси.

Даврий системаниннг олтинчи группасидаги элементлардан металллар қаториға хром, молибден ва вольфрам киради, бу элементлар катта даврларниинг жуфт қаторларида жойлашган бўлиб, олтинчи группаниннг қўшимча группачасини, яъни хром группачасини ҳосил қилади. Уран элементи ҳам илгари ана шу группачаға киритилар эди, ҳозир эса актинидларға киритилади. Уранныннг химиявий хоссалари хром группачасидаги бошқа элементларниинг химиявий хоссалариға ўхшаш бўлганлигидан, хромни ҳам шу элементлар билан бирға кўриб чиқамиз.

Хром группачасидаги элементлар атомларининг сиртки қаватида битта ёки иккита электрон бўлади, шунинг учун, бу элементлар, асосий группачадаги элементлардан фарқли ўлароқ, металллик хоссаларға эга. Шу билан бирға, уларниинг энг юқори мусбат валентлиги олтиға тенг, чунки боғланишлар ҳосил бўлишида уларниинг сиртки электронларидан ташқари, сиртдан иккинчи, тугалланмаган қаватдаги электронлардан ҳам бир нечаси иштирок эта олади.

Хром ва унинг аналоглари водородли бирикмалар ҳосил қилмайди. Улар учун юқори валентликдаги ҳосилалар айниқса хос бўлиб, у моддалар кўп жиҳатдан олти валентли олтин-гугуртнинг бирикмаларига ўхшаб кетади.

Хром гуруппачасидаги барча элементлар техникада катта аҳамиятга эга. Илгари улар пўлатни зарур даражада қаттиқ, қовушоқ ва коррозияга чидамли қилиш мақсадида унга кўшиладиган элементлар сифатида ишлатилар эди. Ҳозир бу металллар ва уларнинг қотишмалари конструкцион материаллар сифатида ҳам ишлатилади.

235. **Хром (Chromium);** атом оғирлиги 51,996. Ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,03% хром бор. Хром табиатда асосан хромли темиртош  $FeO \cdot Cr_2O_3$  ҳолида бўлади; Қозоғистонда ва Уралда хромли темиртошнинг катта-катта конлари бор. СССР дан ташқарида, олий сифатли хром рудаларининг йирик конлари Жанубий Африка Республикасида, Туркияда, Жанубий Родезияда, Филиппинда ва Югославиядадир. Капиталистик мамлакатларнинг фақат ўзида ҳозир 3 млн. *t* га яқин, яъни хром металига айлантириб ҳисоблаганда, 1,4 млн. *t* хром рудаси қазиб олинади.

Хромли темиртош электр печларида ёки регенератив печларда кўмир ёрдами билан қайтарилганда хромнинг темир билан қотишмаси — феррохром ҳосил бўлади, феррохром металлургия саноатида хромли пўлат ишлаб чиқаришда бевосита қўлланилади. Тоза хром ажратиб олиш учун, даставвал хром (III)-оксид тайёрланади, шундан кейин хром (III)-оксид алюминотермик усулда қайтарилади.

Хром зичлиги  $7,16 \text{ g/cm}^3$  га ва суyoқланиш температураси  $1875^\circ\text{C}$  га тенг бўлган қаттиқ, ялтироқ оқ металлдир. Хром одатдаги температурада ҳаво ҳамда сув таъсирига бемалол чндайди. Суyoлтирилган сульфат кислота ва суyoлтирилган хлорид кислота хромни эритиб, водород ажратиб чиқаради. Аммо совуқ нитрат кислотада, худди алюминий сингари, хром ҳам эринмайди ва нитрат кислота билан ишлангандан кейин пассив бўлиб қолади.

Металл ҳолидаги хром, асосан, пўлат тайёрлаш саноатида ишлатилади. Таркибида 1—2% хром бўлган пўлатлар ниҳоятда қаттиқ ва пухта бўлиб, металл қирқинш асбоблари, милтиқ ва тўп стволлари, зирҳ плиталар ва машиналарнинг ҳар хил қисмларини тайёрлаш учун ишлатилади. Пўлат таркибида 12% га яқин хром бўлса, «зангламас пўлат» деб аталадиган қотишма ҳосил бўлади.

Кейинги вақтларда, айниқса, асбобсозлик ва автомобиль саноатида деталларни хромилаш, яъни бошқа металлارни коррозиядан сақлаш учун уларнинг сиртини хром билан қоп-

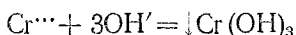
лаш кенг тарқалмоқда. Хром жуда қаттиқ бўлгани учун, хромланган буюмлар ейилишга яхши чидайди. Металл буюмлар, электролитик йўл билан хромланади, бунда ниҳоятда қаттиқ, яхши ёпишадиган ялтироқ металл қавати ҳосил бўлади.

Хром учта оксид: *хром (II)- оксид*  $\text{CrO}$  (бу оксид асосли оксиддир); *хром (III)- оксид*  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (бу оксид амфотерлик хоссаларга эга); *хромат ангидрид*  $\text{CrO}_3$  (бу ҳақиқий кислотали оксиддир) ҳосил қилади. Бу учта оксидга мувофиқ суратда хромнинг уч қатор бирикмалари ҳам маълум.

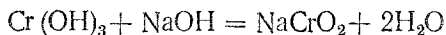
Икки валентли хром бирикмалари. Хром хлорид кислотада эритилса, кўк тусли эритма ҳосил бўлади, бу эритмада икки валентли хром тузи — *хром (II)- хлорид*  $\text{CrCl}_2$  бўлади. Агар эритмага озроқ ишқор қўшилса, сариқ чўкма — *хром (II)- гидроксид*  $\text{Cr}(\text{OH})_2$  чўкмаси тушади. Бу чўкmani сульфат кислотада эритиб, *хром (II)- сульфат*  $\text{CrSO}_4$  ҳосил қилиш мумкин. Икки валентли хром бирикмалари ниҳоятда беқарор бўлиб, ҳаво кислородида оксидланиб, уч валентли хром бирикмаларига айланади.

Уч валентли хром бирикмалари. *Хром (III)- оксид*  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  қийин суюқланувчан, яшил тусли модда бўлиб, елимли бўёқлар ва мой бўёқлар тайёрлашда кенг ишлатилади ва яшил крон деб аталади. Хром (III)- оксид силикатларга қўшиб суюқлантирилса, хром (III)- оксид силикатни яшил тусга бўяйди ва шунинг учун, шиша ҳамда чиннини бўяш учун ишлатилади.

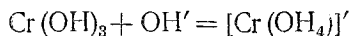
*Хром (III)- гидроксид*  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  уч валентли хром тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда кўкиш-кул ранг чўкма ҳолида тушади:



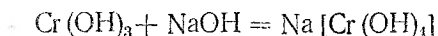
Хром (III)- гидроксид, худди алюминий, рух ва бошқа элементлар гидроксидлари сингари, амфотер характерга эга бўлиб, кислоталарда эриб, уч валентли хром тузларини, ишқорларда эриб эса зумраддай яшил хромитлар — *хромит кислота*  $\text{HCrO}_2$  нинг тузларини эритмаларини ҳосил қилади:



Аmmo бундай эритмалардаги хром  $\text{CrO}_2'$  ионлар ҳолида эмас, балки  $[\text{Cr}(\text{OH})_4]'$  таркибли комплекс анионлар ҳолида бўлади. Комплекс анионлар қуйидаги реакция натижасида ҳосил бўлади:



ёки



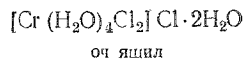
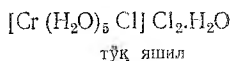
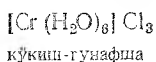
Шундай тузилишдаги комплекс тузлар кристалл ҳолда ҳосил қилинган. Қуруқ усул билан (масалан,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  га бошқа металлларнинг оксидларини қўшиб суюқлантириш йўли билан) ҳосил

қилинган ва, асосан, икки валентли металллар учунгина маълум бўлган хромитлар эса  $Me(CrO_2)_2$  формулага мувофиқ келадиган таркибга эгадир. Табiiй хромли темиртош  $Fe(CrO_2)_2$  ҳам ана шундай хромитлар қаторига киради.

Уч валентли хром тузларидан энг кўп тарқалган хром ва калийнинг қўш тузи — *хромли аччиқтош*  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  дир, бу туз кўкиш-гунафша тусли кристаллар ҳосил қилади, бу кристаллар алюминийли аччиқтош кристаллари билан изоморфдир. Одатда, бу туз калий бихромат  $K_2Cr_2O_7$  ни сульфат ангидрид билан қайтариш орқали ҳосил қилинади (732-бетга қаралсин). Хромли аччиқтош кўн саноатида териларни ошлаб, хром тайёрлашда, тўқимачилик саноатида маталарни бўяшда хуруш сифатида ишлатилади.

Уч валентли хром тузлари алюминий тузларига жуда ўхшайди. Уч валентли хром тузлари сувда эритилганда кучли даражада гидролизланиб, ҳар хил гидроксид тузларга айланади. Уч валентли хром кучсиз кислоталар билан, худди алюминийга ўхшаш, мутлақо туз ҳосил қилмайди.

Уч валентли хром тузларининг эритмалари ниҳоятда ажойиб бир хусусиятга эга: улар, одатда, кўкиш-гунафша тусли бўлади, аммо қиздирилганда яшил тусга киради, совитилгандан кейин маълум вақт ўтгач яна илгариги рангига қайтади. Рангнинг бундай ўзгаришига сабаб шуки, тузларнинг изомер гидратлари ҳосил бўлади. Бу гидратлар, Вернер назариясига биноан, комплекс бирикмалар бўлиб, бу бирикмаларда сувнинг ҳамма молекулалари ёки уларнинг бир қисми комплекснинг ички сферасида координацион боғланган бўлади. Баъзи ҳолларда бундай гидратларни қаттиқ ҳолатда ажратиб олишга муваффақ бўлинган. Масалан, *хром (III)-хлориднинг* кристаллгидрати  $CrCl_3 \cdot 6H_2O$  учта изомер формада: кўкиш-гунафша, тўқ яшил ва оч яшил кристаллар ҳолида маълум, бу учала кристаллнинг таркиби тамомилан бир хилдир. Хром (III)-хлорид гидратлари қандай изомерияга эга эканлиги тўғрисидаги масала уларнинг янги тайёрланган эритмаларининг кумуш нитратга ҳар хил муносабатда бўлишига асосланиб туриб ҳал қилинади. Кўкиш-гунафша тусли гидрат эритмасига кумуш нитрат таъсир эттирилганда бу гидратдаги хлорнинг ҳаммаси, тўқ яшил гидрат эритмасига кумуш нитрат таъсир эттирилганда хлорнинг учдан икки қисми ва оч яшил гидрат эритмасига кумуш нитрат таъсир эттирилганда эса хлорнинг фақат учдан бир қисмигина чўкмага тушади. Бу маълумотларни, шунингдек, хромнинг 6 га тенг бўлган координацион сонини эътиборга олиб, юқорида баён этилган кристаллгидратларнинг тузилиши қуйидагича эканлиги аниқланган:

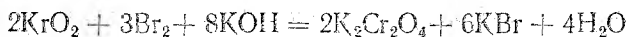


Шундай қилиб, юқорида айtilган гидратларнинг изомерияси муайян гуруппаларнинг ( $H_2O$  ва  $Cl^-$  нинг) ички ва сиртқи сфераларда ҳар хил тақсимланганлигидан келиб чиқади.

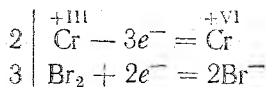
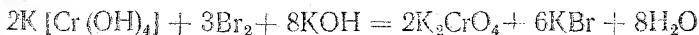
Олти валентли хром бирикмалари. Олти валентли хромнинг асосий бирикмалари *хромат ангидрид*  $CrO_3$  ва бу ангидридга мувофиқ кислоталарнинг тузлари — *хромат кислота*

$\text{H}_2\text{CrO}_4$  тузи билан *бихромат кислота*  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  тузларидир. Бу, иккала кислота фақат сувдаги эритмалардагина мавжуд бўла олади, агар бу кислоталар эритмалардан ажратиб олинмоқчи бўлса, улар хромат ангидрид ва сувга дарҳол ажралиб кетади; аммо бу кислоталарнинг тузлари анча барқарор бўлади. Хромат кислота тузлари хроматлар деб, бихромат кислота тузлари эса бихроматлар деб аталади.

Ишқорий металлларнинг сувда эрийдиган хроматлари уч валентли хром бирикмаларини ишқорлар иштирокида оксидаш йўли билан олинади. Масалан, калий хромит эритмасига бром таъсир эттирилса, калий хромат ҳосил бўлади, реакцияни қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



ёки

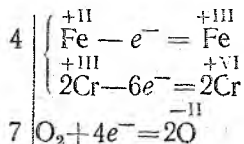
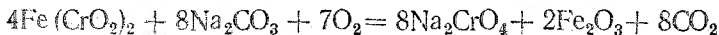


Хромит эритмасининг зумраддек яшил туси оч сариқ тусга киришига қараб (бу тус  $\text{CrO}_4^{2-}$  ионларига хосдир), оксидаш процесси бўлаётганлигини билиш мумкин.

Хроматлар қуруқ йўл билан, яъни  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  ни ишқорга қўшиб бирор оксидловчи, масалан, бертоле тузи иштирокида суюқлантириш йўли билан ҳам олиниши мумкин:



Хроматлар ҳосил қилиш учун, одатда табиий хромли темиртош  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$  дан фойдаланилади; хромли темиртош содага қўшилиб, ҳаво кислороди иштирокида қаттиқ қиздирилса, таркибида натрий хромат бор қотишма ҳосил бўлади:



Қотишмадан натрий хромат сув ёрдами билан ажратиб олинади.

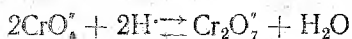
Худди шу йўл билан, аммо сода ўрнига поташ ишлатиб, калий хромат  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  олиш мумкин.

Хроматларнинг қарийб ҳаммаси сариқ тусли бўлади. Уларнинг баъзилари бўёқ сифатида ишлатилади. Масалан, сувда



эримайдиган кўрғошин (II)-хромат  $PbCrO_4$  сариқ крон деб аталади ва сариқ мой бўёқ тайёрлаш учун ишлатилади.

Бирор хроматнинг, масалан,  $K_2CrO_4$  нинг эритмасига озроқ кислота қўшилса, эритманинг сап-сариқ туси тўқ сариққа айланади, чунки  $CrO_4^{2-}$  ионлари  $Cr_2O_7^{2-}$  ионларига айланади. Ҳосил қилинган эритмадан бихромат кислота тузи — калий бихромат  $K_2Cr_2O_7$  тўқ сариқ-қизил тусли кристаллар ҳолида ажратиб олиниши мумкин. Хроматнинг бихроматга айланиш реакциясининг тенгламаси қуйидагича йфодаланади:

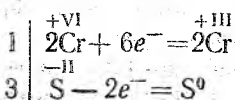
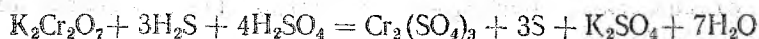


Бу реакция қайтар реакциядир. Демак, бихромат сувда эритилса маълум миқдорда, гарчи жуда оз бўлса ҳам,  $H^+$  ионлари билан  $CrO_4^{2-}$  ионлари ҳосил бўлади; шунинг учун бихромат эритмаси кислотали реакцияга эга бўлади. Агар бундай эритмага ишқор қўшилса, гидроксил ионлари эритмадаги водород ионларини боғлайди-да, мувозанат чап томонга силжий бошлайди, натижада бихромат яна хроматга айланади. Шундай қилиб, эритмада гидроксил ионлари мўл бўлганда бу эритмада амалда  $CrO_4^{2-}$  ионлари, яъни хроматгина, водород ионлари ортиқча бўлганда эса эритмада бихромат бўлади.

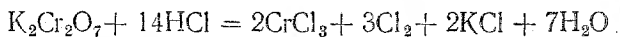
Хроматлар ва бихроматлар кучли оксидлаш хоссаларига эга. Шунинг учун, химия практикасида ҳар хил моддаларни оксидлаш учун хромат ва бихроматлардан доимо фойдаланилади. Оксидлаш процесси кислотали эритмада олиб борилади. Оксидловчилар бўлган олти валентли хром ионлари  $Cr_2O_7^{2-}$  электронлар бириктириб олиб, уч валентли хром ионларига айланади. Оксидланиш процессида, одатда, эритма туси кескин суратда ўзгаради (бихроматларнинг эритмалари тўқ сариқ, уч валентли хром тузлари эса яшил ёки яшилроқ-гунафша тусда бўлади).

Бихроматлар иштирокида бўладиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига бир нечта мисол келтирамыз.

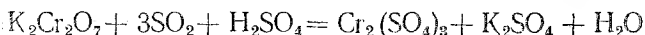
1. Агар бихроматнинг сульфат кислота қўшилган эритмасидан водород сульфид ўтказилса, эритма тўқ сариқдан яшил тусга айланади ва, шу билан бир вақтда, олтингугурт ажралиб чиққанлигидан суюқлик лойқа бўлиб қолади:



2. Калий бихроматга концентрланган хлорид кислота таъсир эттирилса, хлор ажралиб чиқади ва таркибида уч валентли хром тузи бор яшил эритма ҳосил бўлади:



3. Агар калий бихроматнинг анча миқдорда сульфат кислотага эга бўлган концентрланган эритмасидан сульфит ангидрид ўтказилса, калий билан уч валентли хромнинг эквиволекуляр миқдорлардаги сульфатлари ҳосил бўлади:

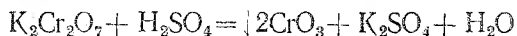


Эритма буғлатилса, бу эритмадан хромли аччиқтош  $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$  ажралиб қолади. Саноатда хромли аччиқтош ҳосил қилишда ана шу реакциядан фойдаланилади.

Бихроматлардан энг муҳимлари калий бихромат  $K_2Cr_2O_7$  (бу модда тўқ сариқ-қизил рангли йирик кристаллар ҳосил қилади) ва натрий бихромат  $Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$  дир (бу модда икки молекула сув билан бирга кристалланади). Бу иккала туз хром-пик деб ҳам аталади, улар кўпгина органик бирикмалар ишлаб чиқаришда оксидловчилар сифатида, кўнчилик саноатида териларни ошлашда, гугурт ҳамда тўқимачилик саноатларида ва бошқа саноат тармоқларида ишлатилади. Концентрланган сульфат кислота билан калий бихромат ёки натрий бихроматнинг сувдаги эритмасидан иборат аралашма «хромли аралашма» деб аталади ва, кўпинча, шиддатли суратда оксидлаш учун ишлатилади.

Хромат кислоталарнинг ҳамма тузлари заҳарли моддалардир.

Хромат ангидрид  $CrO_3$  калий бихромат ёки натрий бихроматнинг тўйинган эритмасига концентрланган сульфат кислота таъсир эттирилганда, игнасимон тўқ қизил кристаллар ҳолида чўқади:



Хромат ангидрид энг кучли оксидловчилар қаторига киради. Баъзи органик моддалар, масалан, спирт хромат ангидридга текканда ҳатто алангаланиб кетади. Хромат ангидриднинг ўзи органик моддани оксидлаб,  $Cr_2O_3$  га айланади.

Хромат ангидрид сувда осон эриб, хромат кислота ва бихромат кислота ҳосил қилади.

236. Молибден (*Molibdenium*); атом оғирлиги 95,94. Молибденнинг асосий табиий бирикмаси молибденит ёки молибден ялтироғи  $MoS_2$  — сиртқи кўрниниши жиҳатидан графитга жуда ўхшайдиган ва узоқ вақтгача графит деб ҳисоблаб келинган минералдир. 1778 йилда Шееле молибден ялтироғи

нитрат кислота билан ишланганда, кислоталик хоссаларга эга бўлган оқ тусли қолдиқ ҳосил бўлишини кўрсатди. Шееле бу моддани молибден кислота деб атади ва шу минералнинг ўзи янги элементнинг сульфиди, деб тўғри хулоса чиқарди. Беш йил ўтгач, бу элемент молибдат кислотани писта кўмирга қўшиб қаттиқ қиздириш йўли билан эркин ҳолда ажратиб олинди.

Ер пўстлоғининг оғирлик жиҳатидан 0,001 проценти молибдендир. Бу металлнинг энг катта конлари АҚШнинг Колорадо штатидадир. СССРда, Чилида, Мексикада, Норвегияда ва Мароккода ҳам молибден рудаларининг конлари бор. Молибденнинг катта-катта запаслари миснинг сульфидли рудаларида бўлади. Фақат капиталистик мамлакатларда йилга суюқлантириб олинадиган молибден миқдори 2 минг т га яқиндир.

Молибден ялтироғидан металл ҳолидаги молибден ажратиб олиш учун, молибден ялтироғи куйдирилиб, молибдат ангидридга айлантирилади, молибдат ангидрид водород ёрдами билан ёки алюминотермик усул билан қайтарилиб, ундан металл ҳолидаги молибден ажратиб олинади. Молибдат ангидрид водород билан қайтарилганда кукун ҳолдаги молибден ҳосил бўлади, чунки молибденнинг суюқланиш температураси жуда юқоридир. Ҳосил қилинган кукун прессланиб, таёқчалар ҳолига келтирилади, шундан кейин эса, то суюқланай деб қолгунча, кучли электр токи билан қиздирилади ва қовушиб қолган масса юқори температурада болғаланади ёки прокатка қилинади.

Металл кукунини пресслаб, ҳосил қилинган буюмни металлнинг батамом суюқланиши учун етарли температурагача қиздириш йўли билан компакт металл ҳосил қилиш методи кукун металлургияси, бошқача айтганда металл керамика деб аталади. Кукун металлургияси металллардан, айниқса, қийин суюқланувчи металллардан (вольфрам, молибден ва бошқалардан) ҳар хил буюмлар тайёрлашнинг прогрессив методидир.

Агар металл кукун билан бирор металлмас компонент (қийин суюқланувчи ҳар хил оксидлар, карбидлар, боридлар ва бошқалар) аралашмаси прессланиб, сўнгра қиздирилса, кермитлар деб аталадиган материаллар (керамико-металл материаллари) ҳосил бўлади, кермитларда керамикага хос қийин суюқланувчанлик, қаттиқлик ва иссиқбардошлик хоссалари ҳам, металлларга хос ўтказувчанлик, пластиклик, температуранинг кескин ўзгаришига чидамлик ва бошқа хоссалар ҳам бўлади.

Кермитларнинг металл компонентлари сифатида, асосан, хром гуруҳидаги металллар (хром, молибден ва вольфрам) ҳамда темир гуруҳидаги металллар (темир, никель ва кобальт) ишлатилади.

Кукун металлургияси методи билан вольфрам ва молибдендан сим тайёрланади, вольфрам ва титан карбидлари аралаш қаттиқ қотишмалар ва шу кабилар ишлаб чиқарилади.

Молибден — зичлиги  $10,23 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $2625^\circ\text{C}$  га тенг бўлган кумушдек оқ металлдир. Молибден

одатдаги температурада ҳавода турса ўзгармайди, аммо қаттиқ қиздирилганда ёниб, оқ тусли молибдат ангидрид  $\text{MoO}_3$  га айланади. Хлорид кислота ва сульфат кислота таъсир этмайди. Молибден фақат нитрат кислотада ёки концентранган қайноқ сульфат кислотада ёриydi.

Олинадиган ҳамма молибденнинг 90 процентга яқини пўлатнинг махсус ҳар хил навларини ишлаб чиқариш учун сарф бўлади. Пўлатга молибден қўшилса, пўлатнинг эластиклиги ошади, пўлат анча пухта ва ўтга чидамли бўлиб қолади, унда коррозияга қаршилиқ кўрсатиш хоссалари пайдо бўлади. Молибденли пўлатлар самолётсозликда ва автомобилсозликда бебаҳо материалдир. Бу пўлатлар милтиқ ва тўп стволлари, зирх плиталар ва шу каби буюмлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Молибден билан тантал қотишмасидан лаборатория идишлари (тигель, косалар), яъни химия лабораторияларида платина идишлари ўрнига ишлатиладиган идишлар тайёрланади. Тоза молибдендан электротехника саноатида кўп фойдаланилади.

Молибден ўз бирикмаларида олти валентли, беш валентли, тўрт валентли, уч валентли ва икки валентли бўлади. Олти валентли молибден бирикмалари молибденнинг энг барқарор бирикмаларидир. Улардан энг муҳимлари молибдат кислота  $\text{H}_2\text{MoO}_4$  нинг тузлари—молибдатлардир, бу тузларнинг таркиби, кўпинча, жуда мураккаб бўлади.

Аммоний молибдат  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  фосфат кислотани топиш ва унинг миқдорини аниқлаш учун қилинадиган анализда ишлатилади, аммоний молибдат фосфат кислота билан бирикиб, таркиби  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  бўлган ўзига хос сариқ чўкма ҳосил қилади. Бу бирикма гетерополикислотанинг—комплекс бирикманинг, яъни кислородли кислота молекуласига кислота ҳосил қилувчи бир неча бошқа оксидларнинг бириктирилиш маҳсулотининг аммонийли тузидир.

Молибдат кислотанинг кислотали эритмаси рух билан қайтарилганда тўқ кўк суюқлик—молибдензангори деб аталадиган коллоид эритма ҳосил бўлади, бу модданинг таркиби  $\text{Mo}_5\text{O}_{14}$  формула билан ифодаланади (молибден зангори молибденнинг турли оксидлари аралашмасидан иборат). Молибден зангори ўсимлик ва ҳайвонот маҳсулотларидан қилинган толаларга осон шимилади ва, шунинг учун, патларни, қил, мўйна, ипак ва шу кабиларни бўйаш учун ишлатилади.

237. Вольфрам (Wolfram); атом оғирлиги 183,85. Вольфрамнинг табиий бирикмалари, кўпчилик ҳолларда, вольфрамат кис-

лота  $\text{H}_2\text{WO}_4$  ning тузларидир. Вольфрамнинг энг муҳим рудаси — вольфрамит — вольфрамат кислотанинг темирли ва марганецли тузларидан иборат; вольфрамитлар изоморф аралашмалар  $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$  ҳосил қилади. Шунингдек, шеелит минерали  $\text{CaWO}_4$  кўп учрайди, бу минерал 1781 йилда биринчи марта вольфрамат кислота ҳосил қилган Шееле номига қўйилган.

Вольфрам ер пўстлоғида тарқалганлиги жиҳатидан (ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,007% вольфрам бор) хромдан анча кейинда туради, аммо молибденга қараганда бирмунча кўп. Хитой, Бирма, АҚШ, Боливия, Малайя Федерацияси ва Португалияда вольфрамнинг катта-катта конлари бор. Капиталистик мамлакатларда йилига 2—3 минг т вольфрам ишлаб чиқарилади.

Вольфрамдан вольфрам ажратиб олиш учун, вольфрамитга сода қўшиб, ҳаво иштирокида суюқлантирилади. Вольфрам вольфрамат кислотанинг натрий тузи  $\text{Na}_2\text{WO}_4$  га ўтади, ҳосил қилинган қотишмадан бу туз сув ёрдами билан ажратиб олинади, темир билан марганец эса сувда эримайдиган бирикмаларга —  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ва  $\text{Mn}_2\text{O}_4$  га айлантирилади (хромли темиртошдан хроматлар ажратиб олиш усули билан солиштириб кўриلسин).

Вольфрамат кислота натрий тузининг сувдаги эритмасига хлорид кислота таъсир эттириб, бу эритмада сариқ аморф чўкма ҳолидаги эркин вольфрамат кислота ажратиб олинади:



Вольфрамат кислота қаттиқ қиздирилса, вольфрамат ангидрид  $\text{WO}_3$  га айланади. Вольфрамат ангидрид кўмир билан ёки водород билан қайтарилиб, металл ҳолидаги вольфрам кукуни ҳосил қилинади, бу кукуни яхлит металл массасига айлантириш учун, молибден кукуни қандай ишланган бўлса, у ҳам худди шундай ишланади.

Металл ҳолидаги вольфрам зичлиги  $19,3 \text{ г/см}^3$  бўлган оғир оқ металлдир. Унинг суюқланиш температураси ( $3380^\circ\text{C}$ ) бошқа ҳамма металлларнинг суюқланиш температурасидан юқори. Вольфрамни бир-бирига пайвандлаш ва диаметри 0,2 мм га етадиган ингичка толалар қилиб чўзиш мумкин.

Вольфрам ҳавода фақат қизил чўғланиш температурасидагина оксидланади. Вольфрам кислоталар таъсирига, ҳатто зар суви таъсирига ҳам ниҳоятда чидамлидир, аммо нитрат кислота билан фторид кислота аралашмасида эрийди.

Ҳосил қилинадиган вольфрамнинг каттагина қисми металлургияда махсус пўлатлар ва қотишмалар тайёрлаш учун сарф бўлади. Тез кесар инструментал пўлат таркибида 18—22% гача вольфрам бўлади, бундай пўлат ўз-ўзидан тобланиш хусусиятига эга. Бундай пўлат қизаргунча қиздирилганда ҳам ўз қаттиқлигини йўқотмайди. Шунинг учун, вольфрамли пўлатдан ясалган кескичлар ишлатиш, металлни қирқиш тезлигини ва станокларнинг унумини анча оширишга имкон беради.

Саноатнинг вольфрамдан кенг фойдаланиладиган яна бир соҳаси электр лампалари ишлаб чиқариш соҳасидир, вольфрамнинг суюқланиш температураси юқори бўлганлиги учун, электр лампалар тайёрлашда вольфрам ниҳоятда бебаҳо металлдир. Маълумки, чўғланган жисм тарқатадиган ёруғлик миқдори, чўғланиш температурасига боғлиқ бўлади. Температура қанча юқори бўлса, иссиқлик ёки электр энергиясининг шунча кўп проенти ёруғлик энергиясига айланади. Дастлабки электр лампаларида ишлатилган кўмир толаларини сариқ нур тарқатиш температурасидан юқори температурагача қиздириб бўлмас эди, чунки акс ҳолда, кўмир буглана бошларди; вольфрам эса ҳатто оқ чўғланиш температурасида ҳам амалда бугланмайди. Чўғланма лампаларда вольфрам толалари ишлатиш сарф қилинадиган электр энергиясининг кўмир толалари ишлатилганда сарф қилинган электр энергиясига қараганда кўпроқ процентини ёруғлик энергиясига айлантириш учун имкон беради; шу сабабдан, ҳозирги вақтда электр лампаларининг толалари нуқул деярли вольфрамдан ясалади.

Вольфрамнинг бирикмалари молибден бирикмаларига жуда ўхшайди. Вольфрамат кислота  $H_2WO_4$  ва унинг вольфраматлар деб аталадиган тузлари энг муҳим бирикмалардир. Вольфраматларнинг баъзилари бадий бўёқлар сифатида ишлатилади.

Вольфрам карбидлари—WC ва  $W_2C$  қаттиқлик жиҳатидан олмосдан қолишмайдиган моддалардир. Вольфрам карбидлари билан 10--15% ли кукун ҳолидаги кобальт металидан ҳосил қилинган аралашмадан металлокерамика методи билан (733-бетга қаранг) ниҳоятда қаттиқ қотишмалар олинади, бу қотишмалар бургилаш техникасида, кесувчи асбоблар тайёрлашда ва бошқа мақсадларда кўп ишлатилади. Вольфрам карбидларига асосланган металлокерамика қотишмаларидан, масалан, победит қотишмасидан фойдаланиш металл ишлаш саноатида станокларнинг иш унумини анча оширишга имкон берди.

**238. Уран (Uranium);** атом оғирлиги 238,03. Уран табиатда хром группачасидаги металлларга қараганда камроқ тарқалган; ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,0004% уран бор. Ураннын энг муҳим рудаси—смола ялтироғи—жуда мураккаб таркибли минерал бўлиб, унинг 80 процентга яқини  $U_3O_8$  таркибли оксиддан иборатдир. Бу рудага энг бой конлар Марказий Африкададир. Канадада, АҚШда, Норвегияда, Австралияда ва бошқа мамлакатларда ҳам уран рудаларининг запаслари бор.

Иккинчи жаҳон урушигача уран жуда оз миқдорда олинар эди. XX асрнинг 40-йили ичида олинган ураннын умумий миқдори 7500 т га яқин эди. Ҳозирги вақтда, уран атом

энергияси олишнинг асосий манбаи бўлиши муносабати билан, уран ишлаб чиқариш кескин суратда оширилди. Масалан, 1957 йилнинг ўзидаёқ АҚШ, Жанубий Африка Республикаси ва Конгода ураннинг тоза оксидига айлантириб ҳисоблаганда, 20 минг т дан ортиқроқ уран рудаси қазиб олинди.

Уран — зичлиги  $18,3 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $1133^\circ\text{C}$  га тенг бўлган оқ металлдир. Уран молибден билан вольфрамга қарама-қарши ўлароқ, жуда активдир: уран ҳавода сал қиздирилиши биланоқ ўт олиб ёниб кетади, гадогенлар ва олтингурут билан осон бириқади, суюқлантирилган кислоталардан водородни ажратиб чиқариб, тузлар ҳосил қилади, уран бу тузларда тўрт валентли металл ролини ўйнайди, жуда майдаланган ҳолдаги уран ҳатто илиқ сувдан ҳам водородни сиқиб чиқара олади.

Уран кўпдан-кўп бирикмалар ҳосил қилади. Улардан энг характерлилари олти валентли уран бирикмаларидир.

Уран (VI)-оксид ёки, бошқача айтганда, *уранат ангидрид*  $\text{UO}_2$  ураннинг анча мураккаб баъзи бирикмалари ажраганда тўқ сариқ кукун ҳолида ҳосил бўлади. Уран (VI)-оксид амфотер характерга эга бўлади ва кислоталар билан ҳам, асослар билан ҳам реакцияга киришиб, тузлар ҳосил қилади. Уран (VI)-оксид, кислоталарда эритилса, шундай тузлар ҳосил бўладики, бу тузларда металл ролини иккита мусбат зарядли ион  $\text{UO}_2^{++}$  ўйнайди, бу ион уран ил деб аталади (масалан,  $\text{UO}_2\text{Cl}_2$  ва бошқалар).

Уранил тузлари, одатда, сарғиш-яшил рангда бўлиб, сувда осон эрийди. *Уранил нитрат*  $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$  фотографияда ишлатилади.

Уранил тузлари эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилса, *уранат кислота*  $\text{H}_2\text{UO}_4$  нинг тузлари — уранатлар ва диуранатлар ҳосил бўлади, масалан: натрий уранат  $\text{Na}_2\text{UO}_4$  ва натрий диуранат  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$ . Кўпгина бошқа уранатлар  $\text{UO}_3$  га асосли ҳар хил оксидлар қўшиб қиздириш йўли билан ҳосил қилинади. Натрий диуранат  $\text{Na}_2\text{U}_2\text{O}_7$  чинини бўйаш учун, шунингдек, уранили шиша, яъни сарғиш-яшил ёруғлик тарқатиш билан флуоресценцияланадиган шиша ҳосил қилиш учун ишлатилади.

Ураннинг ўзи ҳам, унинг бирикмалари ҳам ҳавода қаттиқ қиздирилса, ҳамма вақт аралаш оксид  $\text{U}_3\text{O}_8$  (ёки  $\text{UO}_2 \cdot 2\text{UO}_3$ )

### МАРГАНЕЦ ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
Марганец . . . . .	Mn	54,938	25	2	8	13	2		
Техний . . . . .	Tc	[99]	43	2	8	18	13	2	
Рений . . . . .	Re	186,2	75	2	8	18	32	13	2

ҳосил бўлади, бу оксид уранинг бошқа ҳамма оксидларига қараганда барқарордир.

**239. Марганец группачаси элементларининг умумий харақтеристикаси.** Еттинчи группанинг бу қўшимча группачасига катта даврларнинг жуфт қаторларидаги элементлар—**марганец, технеций ва рений** киради. Бу элементлар билан еттинчи группанинг асосий группачасидаги элементлар, яъни галогенлар орасидаги муносабат олтинчи группанинг қўшимча группачасидаги элементлар билан унинг асосий группачасидаги элементлар орасидаги муносабат кабидир. Марганец ва унинг аналоглари атомларининг қаватида иккитадан электрон бўлганлиги учун, улар электронлар бириктириб олишга қобил эмас ва галогенлардан фарқли ўлароқ водородли бирикмалар ҳосил қилмайди. Аммо бу элементларнинг кислородли юқори бирикмалари галогенларнинг тегишли бирикмаларига маълум даражада ўхшаб кетади, чунки уларда, худди галогенлардаги каби, кислород билан боғланишда еттита электрон иштирок эта олади. Шунинг учун, уларнинг юқори мусбат валентлиги еттига тенг.

Марганец группачасидаги элементлардан амалий аҳамиятга энг кўп эга бўлгани марганецнинг ўзидир. 1925 йилда кашф этилган рений жуда нодир элементдир, аммо унда бир қатор қимматли хоссалар бўлганлиги учун, у баъзи соҳаларда ишлатиладиган бўлди. Технеций табиатда учрамайди. Технеций 1937 йилда сунъий йўл билан, молибден ядроларини циклотронда тезлатилган оғир водород ядролари—дейтронлар билан бомбардимон қилиш орқали ҳосил қилинди. Технеций сунъий усул билан, яъни «техник» усул билан олинган элементларнинг энг биринчиси бўлди; шунинг учун ҳам унга «технеций» номи берилди. Технеций олиш учун асосий манба ядро реактори ишлаганда ҳосил бўладиган маҳсулотлардир.

**240. Марганец (Manganum); атом оғирлиги 54,938.** Марганец ерда анча кўп тарқалган элементлар қаторига киради, марганец миқдори ер пўстлоғи оғирлигининг 0,1 процентини ташкил этади. Марганец, кўпинча, пиролюзит минералини ҳосил қилувчи марганец (IV)-оксид  $MnO_2$  ҳолида учрайди. Гаусманит  $Mn_3O_4$  ва браунит  $Mn_2O_3$  минераллари ҳам катта аҳамиятга эга. Таркибида марганец кўп бўладиган марганец рудаларининг конлари Жанубий Африка Республикаси, Ҳиндистон ва Бразилиядадир.

Фақат капиталистик мамлакатларда қазиб чиқариладиган марганец рудасининг миқдори (марганец металига айлантйриб ҳисоблаганда) 2,5 млн. т ни ташкил этади. СССРда марганец запаслари айниқса кўп. Бизда Закавказьеда (Чиатура кони) ва Украинада Никополь районида пиролюзитнинг ни-



ҳоятда катта қатламлари бор; Уралда, Фарбий Сибирда ва Иттифоқимизнинг бошқа жойларида ҳам марганец рудаларининг катта-катта запаслари борлиги аниқланган. Таркибида марганец кўп бўладиган рудалар запаси жиҳатидан СССР дунёда биринчи ўринда туради.

Марганец оксидларининг алюминий билан қайтарилишидан металл ҳолидаги марганец олинади. Металл ҳолидаги марганец солиштирма оғирлиги  $7,2 \text{ г/см}^3$  га тенг бўлган, сиртқи кўриниши жиҳатидан темирга ўхшаш,  $1244^\circ\text{C}$  да суюқланадиган ялтироқ, қаттиқ металлдир. Марганец ҳавода турса, юпқа оксид пардаси билан қопланиб қолади. Марганец кучланишлар қаторида алюминий билан рух ўртасида жойлашганлиги учун, суюлтирилган кислоталарда осон эриб, водород ажратиб чиқаради ва икки валентли марганец ионларини ҳосил қилади.

Марганец, асосан, металлургия саноатида ишлатилади. Чўяни пўлатга айлантиришда унга марганец қўшилса, чўяндаги олтингугурт чиқиб кетиб, шлакка ўтади; агар марганец қўшилмаса, олтингугурт пўлатда қолади ва пўлатнинг механик хоссаларини кучли даражада пасайтириб юборади. Пўлат суюқлантириб олишда тоза марганецдан эмас, балки унинг темир билан ҳосил қилган қотишмалари—кўзгу чўян ва ферромарганецдан фойдаланилади. Темир рудалари билан марганец рудаларидан иборат аралашма домна печида кўмир ёрдами билан қайтарилганда кўзгу чўян ҳосил бўлади, кўзгу чўянда 10—25% марганец бор; таркибида 80% гача марганец бўладиган ферромарганец эса электр печларида пиролюзит ва темир рудаларидан тайёрланади. Таркибида 12—15% марганец бўладиган пўлат ниҳоятда қаттиқ бўлиши билан бирга, зарбга ва ишқаланишга яхши чидайди; бу пўлат майдалаш машиналари, темир йўл рельслари ва шу кабилар тайёрлаш учун ишлатилади. Техникада легирилган (яъни бошқа металллар қўшиб суюлтирилган) пўлатлар ҳам кенг ишлатилади, бундай пўлатларга, марганецдан ташқари, қўшимча сифатида хром билан ванадий ҳам аралаштирилади<sup>1</sup>. Электротехникада манганин деб аталадиган қотишма катта аҳамиятга эга (бу қотишмада 83% мис, 13% марганец ва 4% никель бўлади); манганин симидан қаршилик ғалтаклари тайёрланади, чунки бундай симнинг

<sup>1</sup> Механик хоссаларини (қаттиқлиги, чўзилувчанлиги, иссиқликка чидамлилигини) яхшилаш учун маълум миқдор бошқа металл ёки металллар қўшилган пўлат легирилган пўлат деб аталади. Агар қўшилган металллар миқдори 3% дан ортмаса, бундай пўлат кам легирилган пўлат дейилади.

электр ўтказувчанлиги температуранинг ўзгариши билан ўзгармайди деса бўлади.

Марганец бешта оддий оксид:  $MnO$ ,  $Mn_2O_3$ ,  $MnO_2$ ,  $MnO_3$ ,  $Mn_2O_7$  ва аралаш оксид  $Mn_3O_4$  (яъни  $MnO \cdot Mn_2O_3$ ) ҳосил қилади. Бу оксидлардан биринчи ва иккинчиси асосли оксидлар бўлиб, марганец (IV)-оксид  $MnO_2$  амфотер хоссага эга; марганецнинг юқори оксидлари  $MnO_3$  ва  $Mn_2O_7$  лар эса мувофиқ кислоталарнинг ангидридларидир. Шундай қилиб, бу ерда ҳам оксидларнинг характери валентликнинг ортиб бориши билан, худди хром группчасидаги каби ўзгаради.

Амалий жиҳатдан олганда, икки валентли марганецнинг ҳосилалари, марганец (IV)-оксид ва етти валентли марганец бирикмалари—перманганат кислотанинг тузлари—перманганатлар энг муҳим аҳамиятга эга.

Икки валентли марганец бирикмалари. Икки валентли марганец тузлари марганецнинг суюлтирилган кислоталарда эришидан ёки марганецнинг ҳар хил табиий бирикмаларига кислоталар таъсир этишидан ҳосил бўлади. Масалан, марганец (IV)-оксидга хлорид кислота таъсир эттириб, хлорид ажратиб олингандан кейин, қолган эритмадан *марганец (II)-хлорид*  $MnCl_2$  оч пушти кристаллар ҳолида кристалланади. Икки валентли марганецнинг тузлари қаттиқ ҳолатда, одатда, пушти рангли бўлади; уларнинг эритмалари эса деярли рангсиздир.

Икки валентли марганец тузлари эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилса, оқ чўкма — *марганец (II)-гидроксид*  $Mn(OH)_2$  ҳосил бўлади. Бу чўкма кислоталарда осон эрийди, аммо ишқорларда эримайди, чунки марганец (II)-гидроксид фақат асослик хоссаларга эга. Бу чўкма ҳавода турса, тезда қорайиб қолади ва оксидланиб, қўнғир тусли марганец (IV)-гидроксид  $Mn(OH)_4$  га айланади.

*Марганец (II)-оксид*  $MnO$  марганец оксидлари водород ёрдами билан қайтарилганда яшил порошок ҳолида ҳосил бўлади.

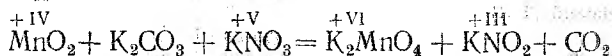
Тўрт валентли марганец бирикмалари. Марганецнинг энг барқарор бирикмаси *марганец (IV)-оксид*  $MnO_2$  дир; марганецнинг тубан бирикмалари оксидланганда ҳам, марганецнинг юқори бирикмалари қайтарилганда ҳам марганец (IV)-оксид осон ҳосил бўлади. Марганец (IV)-оксид ўз характери жиҳатидан амфотер оксиддир. Аммо унинг кислоталик хоссалари ҳам, асослик хоссалари ҳам ниҳоятда заифдир, унинг тегишли тузлари жуда беқарор бўлади.

Марганец (IV)-оксид бирмунча актив оксидловчидир. Хлорид кислотадан хлор ажратиб олишда, қуруқ гальваник элементлар тайёрлашда ва ҳоказоларда оксидловчи сифатида марганец (IV)-

оксид ишлатилади. Тўрт валентли марганец тузлари, масалан,  $MnCl_4$ ,  $Mn(SO_4)_2$  жуда беқарордир.

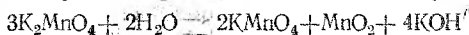
Олти валентли ва етти валентли марганец бирикмалари. Агар марганец (IV)-оксидга поташ ва селитра (оксидловчи) қўшиб суюклантирилса, яшил тусли қотишма ҳосил бўлади, бу қотишма сувда эриб, яшил тусли гўзал эритма ҳосил қилади. Бу эритмадан калий манганат  $K_2MnO_4$  нинг тўқ яшил кристалларини ажратиб олиш мумкин; калий манганат ҳатто эритмада ҳам ниҳоятда беқарор бўлган манганат кислота  $H_2MnO_4$  нинг тузидир.

Калий манганатнинг ҳосил бўлиши қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



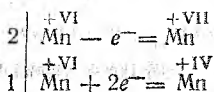
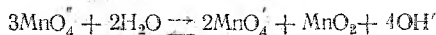
Агар манганатнинг яшил эритмаси очик (ҳавода) қолдирилса, унинг ранги секин-аста ўзгаради: эритма яшил тусдан кўк тусга ва, ниҳоят, гунафша тусга киради. Эритма рангининг ўзгаришига сабаб шуки, манганатлар сувда эритилганида ўз-ўзидан перманганатларга, яъни перманганат кислота  $HMnO_4$  тузларига айланади, шу билан бир вақтда, марганец (IV)-оксид ҳам ҳосил бўлади.

Содир бўладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



манганат                      перманганат

ёки, ионли шаклида ёзилса, қуйидагича бўлади:



Бу реакцияда битта  $MnO_4^{2-}$  ион иккита худди шундай ионни оксидлаб,  $MnO_4^{-}$  ионларига айлантиради, ўзи эса қайтарилиб марганец кўш оксид  $MnO_2$  ҳосил қилади.

Манганатнинг перманганатга айланиш процесси қайтар процессдир. Шунинг учун, гидроксил ионлари кўп бўлган шароитда манганатнинг яшил эритмаси узоқ вақт ўзгармай туриши мумкин. Агар эритмага гидроксил ионларини боғловчи кислота қўшилса, эритманинг яшил ранги бир ондаёқ тўқ қизил тусга киради.

Манганат эритмасига кучли оксидловчилар, масалан, хлор таъсир эттирилса, марганецнинг ҳаммаси олти валентли ҳолатдан етти валентли ҳолатга ўтади ва, шундай қилиб, манганат батамом перманганатга—перманганат кислота тузига айланади:

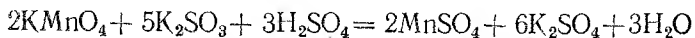


Калий перманганат  $KMnO_4$ , амалий жиҳатдан олганда, перманганат кислотанинг энг муҳим тузидир. Калий перманга-

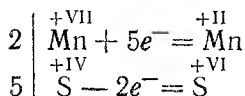
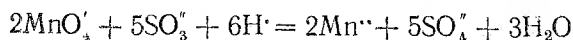
нат гўзал, тўқ гунафша (қора тусга яқин) призмалар ҳолида кристалланади, бу кристаллар сувда ўртача даражада эрийди. Калий перманганат эритмалари тўқ қизил тусда, жуда концентрланган эритмалари эса гунафша тусда бўлади, гунафша тус  $MnO_4$  ионларига хосдир. Калий перманганат, етти валентли марганецнинг бошқа ҳамма бирикмалари каби, кучли оксидлаш хоссаларига эга. Калий перманганат кўнгина органик моддаларни оксидлайди, икки валентли темир тузларини уч валентли темир тузларига, сульфит кислотани оксидлаб, сульфат кислотага айлантиради, хлорид кислотадан хлорни ажратиб чиқаради ва ҳоказо.

Етти валентли марганец калий перманганат билан оксидланганда қайтарилиб, ё тўрт валентли марганецга айланади (бунда қайтарилиш маҳсулоти марганец қўш оксид бўлади) ёки икки валентли марганецга айланади (бу вақтда икки валентли марганец тузлари ҳосил бўлади). Оксидлаш характери бу процесснинг қандай муҳитда олиб борилаётганига боғлиқ бўлади. Кислотали муҳитда етти валентли марганец икки валентли марганецгача, нейтрал ёки ишқорий муҳитда тўрт валентли марганецгача қайтарилади. Бу иккала ҳолни калий перманганат билан сульфит кислота тузлари орасида бўладиган реакцияларни кислотали эритмада ҳам, нейтрал эритмада ҳам амалга ошириш йўли билан яққол кўрсатиш мумкин.

Агар калий перманганатнинг сульфат кислота қўшилган эритмасига калий сульфит  $K_2SO_3$  аралаштирилса, суюқлик деярли рангсиз бўлиб қолади, чунки икки валентли марганецнинг бу вақтда ҳосил бўладиган тузи оч пушти ранглидир. Содир бўладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



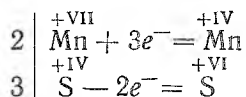
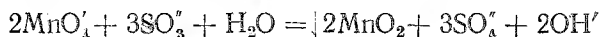
ёки, ионли шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



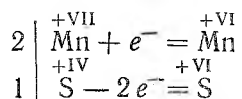
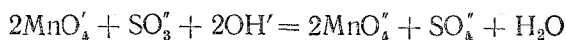
Калий перманганатнинг нейтрал эритмасига  $K_2SO_3$  таъсир эттирилса, бунда ҳам эритма рангсизланади, аммо, бундан ташқари, қўнғир тусли марганец (IV)- оксид чўмага тушади ва суюқлик ишқорли бўлиб қолади:



ёки, ионли шаклда ёзилса, қуйидагича бўлади:



Ишқорий эритмада, реакция, одатда худди, нейтрал эритмадаги каби бўлади. Фақат камдан-кам ҳоллардагина, чунончи, ишқор концентрацияси жуда катта бўлиб, қайтарувчи миқдори кам бўлганда,  $\text{MnO}_2$  ўрнига манганат ионлари ҳосил бўла олади; манганат ионларининг ҳосил бўлиш реакциясини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин:



Калий перманганат актив оксидловчи бўлганлиги учун, химия практикасида кўп ишлатилади, калий перманганат жуда яхши дезинфекцияловчи восита ҳамдир.

Калий перманганат қуруқ ҳолда қиздирилса,  $200^\circ\text{C}$  га яқин температурадаёқ ажралиб кетади, ажралиш реакцияси қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Лабораторияда кислород ҳосил қилишда, баъзан, ана шу реакциядан фойдаланилади.

Перманганатларга мувофиқ келадиган эркин ҳолдаги *перманганат кислота*  $\text{HMnO}_4$  сувсиз ҳолатда олинган эмас, у фақат эритмадагина маълум. Бу эритманинг концентрациясини 20% га етказиш мумкин. Бу кислота жуда кучли кислота бўлиб, сувда эритилганда ионларга батамом диссоциланади. Бу кислотанинг шартли диссоциация даражаси 0,1 н. эритмада 93% га тенг.

*Перманганат ангидрид*  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ , калий перманганатга концентранган сульфат кислота таъсир эттириш йўли билан ҳосил қилиниши мумкин:



Перманганат ангидрид яшилроқ-кўнғир тусли мойсимон суюқлик бўлиб, ниҳоятда беқарордир, қиздирилганда, шунингдек, ёнувчи моддаларга текканда портлаб марганец қўш оксид ва кислородга ажралади.

**241. Рений (Rhenium);** атом оғирлиги 186,2. Рений энг тарқоқ элементлар қаторига киради ва мустақил минераллар ҳосил қилмайди. Молибденнинг баъзи рудаларида ва бошқа нодир минералларда оз миқдорда рений бўлади. Ер пўстлоғидаги ренийнинг умумий миқдори оғирлик жиҳатидан 0,0000001% ни ташкил этади.

Рений 1925 йилдагина топилган эди, аммо унинг табиатда борлигини Д. И. Менделеев 1871 йилда олдиндан айтган ва унга экамарганец деб ном берган эди.

Эркин ҳолатдаги рений сиртки кўриниши жиҳатидан платинага ўхшаш, зичлиги  $20,5 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $3170^\circ\text{C}$  га тенг бўлган оқ металлдир. Суюлтирилган хлорид кислота ва суюқлантиришдан сульфат кислота ренийга таъсир этмайди; нитрат кислота ренийни эритади ва уни оксидлаб, перренат кислота  $\text{HReO}_4$  га айлантиради.

Металл ҳолидаги рений қийин суюқланидиган элемент бўлганлигидан, электротехника саноати учун катта аҳамиятга эга: электр лампаларининг вольфрам толаларига рений қўланса, уларнинг мустаҳкамлиги ошади ва улар кўпга чидайдиган бўлиб қолади. Рений платина билан қотиштирилган ҳолда термозлементлар тайёрлаш учун ишлатилади, термозлементлар ниҳоятда аниқ асбоблар бўлиб,  $1900^\circ\text{C}$  гача бўлган температураларни ўлчаш учун ярайди. Рений қотишмаларидан авторучкалар пўлат пероларининг учлари, компас стрелкаларининг таянч учлари ва бошқа деталлар тайёрланади, чунки улар ниҳоятда қаттиқ, кам ейиладиган ва коррозияга яхши чидайдиган бўлиши керак. Рений турли-туман химиявий процессларда катализатор сифатида ҳам ишлатилади.

Фақат капиталистик мамлакатларнинг ўзида йилига 450—900 кг рений ишлаб чиқарилади.

Рений бир неча оксид ҳосил қилади, рений оксидлари ичида энг барқарори ва рений учун энг характерлиси *перренат ангидрид*  $\text{Re}_2\text{O}_7$  бўлиб, у сарик тусли қаттиқ моддадир. Перренат ангидриднинг сув билан ўзаро таъсири натижасида *перренат кислота*  $\text{HReO}_4$  нинг рангсиз эритмаси ҳосил бўлади, перренат кислота бир қатор тузлар—*п е р р е н а т л а р* ҳосил қилади. Перренат кислота ва перренатлар оксидлаш хоссаларига эга эмас, улар шу билан перманганат кислота ва унинг тузларидан фарқ қилади.

## ДАВРИЙ СИСТЕМАНИНГ САКҚИЗИНЧИ ГРУППАСИ

Даврий системанинг сакқизинчи группаси Д. И. Менделеев жадвалида катта даврларнинг ўрта қисмига жойлашган элементларнинг учта триадасини ўз ичига олади. Темир, никель ва кобальт элементлари (26—28 номерли элементлар) биринчи триадани, рутений, родий ва палладий элементлари (44—46 номерли элементлар) иккинчи триадани ва осмий, иридий ҳамда платина элементлари (76—78 номерли элементлар) учинчи триадани ҳосил қилади.

Сакқизинчи группадаги элементларнинг кўпчилиги атомларининг сиртқи қаватида иккитадан электрон бўлади, бунинг натижасида уларда металлик хоссалар устун туради. Бу элементлар сиртқи электронлардан ташқари, сиртдан иккинчи тўлиқ бўлмаган қаватдаги электронлардан ҳам баъзиларини бериши мумкин, у ҳолда, улар +3, +4 ва ҳоказо валентликларга эга бўлади. Аммо тўртдан юқори валентлик камдан-кам намоён бўлади.

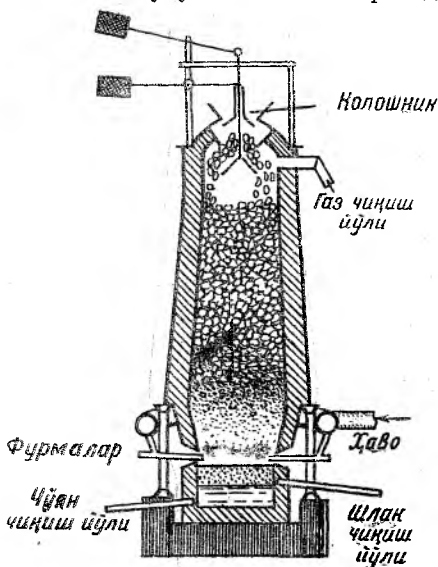
Сакқизинчи группа элементларининг физик хоссалари билан химиявий хоссаларини бир-бирига таққослаб кўриш биринчи катта даврда турган темир, кобальт ва никель элементларининг бир-бирига жуда ўхшаш эканлигини, шу билан бирга, бошқа икки триададаги элементлардан катта фарқ қилишини кўрсатади. Шунинг учун улар, одатда, айрим группачага, темир группачасига киритилади. Сакқизинчи группанинг қолган олтита элементи платина металлари деган умумий ном билан аталади.

## ТЕМИР ГРУППАЧАСИ

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши			
Темир . . . . .	Fe	55,847	26	2	8	14	2
Кобальт . . . . .	Co	58,9332	27	2	8	15	2
Никель . . . . .	Ni	58,71	28	2	8	16	2

**242. Табиатда темир.** Темир (Ferrum); атом оғирлиги 55,847— ер шарда алюминийдан кейин энг кўп тарқалган металл бўлиб, ер пўстлоғи оғирлигининг 4,2 процентини ташкил этади. Темир нуқул ҳар хил бирикмалар; оксидлар, олтингургуртли бирикмалар (сульфидлар), силикатлар ҳолида учрайди. Эркин ҳолатдаги темир ерга тушадиган метеоритлардагина бўлади.

Темирнинг энг муҳим рудалари магнитли темиртош  $Fe_3O_4$ , қизил темиртош  $Fe_2O_3$ , қўнғир темиртош  $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$  ва шпатли темиртош  $FeCO_3$  дир. Кўп миқдорда учрайдиган пирит, яъни темир колчедани  $FeS_2$  металлургияда камдан-кам ишлатилади, чунки бундан ажратиб олинadиган чўян таркибида олтингургурт кўп бўлганлигидан, унинг сифати жуда паст. Аммо темир колчедани сульфат кислота олиш учун хом ашё сифатида ишлатилади.



142- расм. Домна печининг схемаси.

СССР территориясида темир рудаси конлари Уралдадир, бу ерда олий сифатли магнит темиртош бутун бошли тоғлар ҳосил қилади (масалан, Магнитная, Качканар, Висская тоғлари ва бошқалар). Кривой-Рогдаги ва Керчь ярим оролидаги конлар ҳам темирга бойлиги жиҳатидан Уралдаги конлардан қолишмайди. Украина металлургия саноати таъминланадиган Кривой-Рог рудаси қизил темиртошдан, Керчь рудаси эса, қўнғир темиртошдан иборат. Курск яқинида, Курск магнит аномалияси деб аталадиган областда ҳам темир рудаларининг катта-катта қатламлари бор. Кола ярим ороли-

да, Фарбий ва Шимолий Сибирда, Узоқ Шарқда ҳам темир рудасининг ғоят катта запаслари топилди. СССРдаги темир рудаларининг умумий миқдори, бутун дунёдаги темир запасларининг ярмидан ортиғини ташкил этади.

**243. Чўян суюқлантириб олиш.** Рудалардан темир ажратиб олиш усули, принцип жиҳатидан, жуда оддий усул бўлиб, темир оксидларини кўмир ёрдами билан қайтаришга асосланган. Аммо суюқлантирилган темир ўзида кўмирни эритиш хусусиятига эга бўлганлиги учун, рудадан темир суюқлантириб

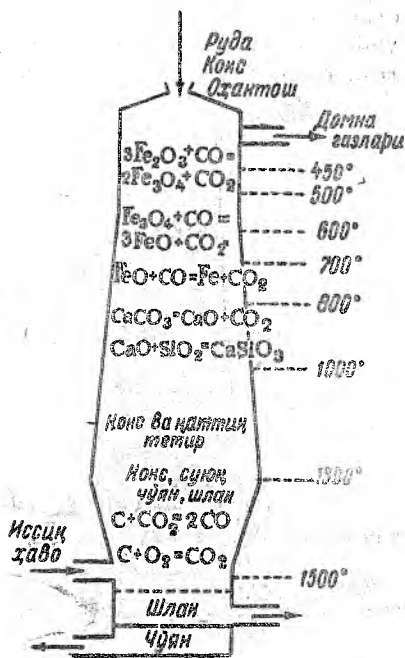


олишда тоза темир чиқмай, балки таркибида 5% гача углерод ва баъзи бошқа қўшимчалар бўлган, чўян деб аталадиган қотишма ҳосил бўлади.

Рудалардан чўян домна печларида, бошқача айтганда, домналарда суюқлантириб олинади, домна печлари гоаят катта бўлиб, баландлиги 25 м га етади, ички диаметри эса 6 м га яқин бўлади.

142-расмда домна печининг кесими схема тарзида кўрсатилган. Домнанинг юқориги ярми шахта деб аталади ва энг юқори қисми колошник деб аталадиган тешик билан тамомланади, колошник сурилувчан воронка — колошник затвори (қопқоғи) билан бекитилади. Домнанинг энг кенг қисми распар деб аталади. Домнанинг пастки қисми горн (ўтхона) дейилади. Горндаги махсус тешиклардан (фурмалардан) печга иссиқ ҳаво киради.

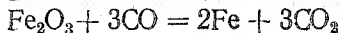
Домна печига даставвал кўмир (одатда кокс) солинади, ундан кейин эса бир қават руданинг флюс ва кўмир билан аралашмаси солиниб, унинг устига бир қават тоза кўмир солинади. Ёниш ва металл суюқланиши учун зарур бўлаган температурани ўзгартирмай сақлаб туриш учун горнга иссиқ ҳаво юборилади. Иссиқ ҳаво печнинг пастки қисмини қуршаб олган ҳалқасимон трубага киради, ундан эса эгик трубалардан фурмалар орқали горнга ўтади. Горнда кўмир ёниб, карбонат ангидрид ҳосил



143-расм. Домна процессининг бориши.

бўлади, карбонат ангидрид юқорига кўтарила бориб, қаттиқ қизиган кўмир қатлавлари орасидан ўтиб, углерод (II)-оксидга айланади, углероднинг бу оксиди руданинг кўп қисмини қайтаради ва яна карбонат ангидридга айланади.

Руданинг қайтарилиш процесси, асосан шахтанинг юқориги қисмида бўлади, бу процесс якунланган тенглама ҳолида қуйидагича ифодаланиши мумкин:



Бу процесснинг айрим босқичлари тенгламалар тарзида 143-расмда кўрсатилган.

Рудадаги бекорчи жинс шу рудага қўшилган флюс билан реакцияга киришиб, шлак ҳосил қилади.

Ажралиб чиқадиган темир қаттиқ ҳолатда печнинг анча қизиган қисмига — распарга тушади ва бу ерда 1200°C температурада кўмирга тегиб турган ҳолда суюқланади, темирнинг бир қисми кўмирни эритиб, чўянга айланади\*. Суюқланган чўян горнинг пастки қисмига оқиб тушади, суюқ шлак эса чўянинг бетига йиғилиб, чўяни яна оксидланишдан сақлайди. Йиғилган чўян ва шлак махсус тешиклар орқали чиқариб турилади (бу тешиклар бошқа вақтларда лой билан уриб қўйилади).

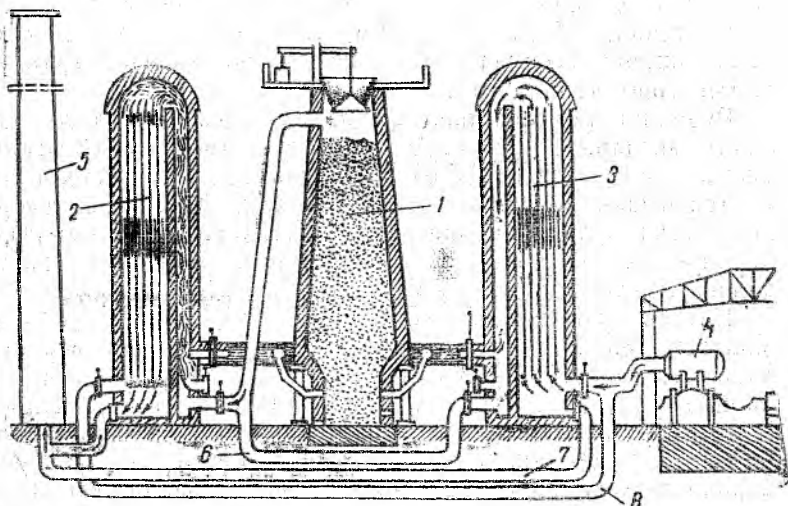
Руданинг қайтарилиши натижасида ҳосил бўладиган карбонат ангидрид шахтанинг юқориги томонига кўтарилиб, қисман, яна углерод (II)-оксидга айланади. Шу сабабли домна тешигидан чиқиб кетадиган газларда 25% гача углерод (II)-оксид бўлади; шунинг учун бу газлар махсус аппаратларда — к а у п е р л а р д а ёндирилади ва печга бериладиган ҳавони иситиб олиш учун бу иссиқдан фойдаланилади.

Кауперлар цилиндр шаклидаги баланд миноралар бўлиб, ёштдан терилади, кауперларнинг ички қисмида вертикал каналлар бўлади (144-расм). Кауперга кирадиган домна газлари шу кауперда ёниб, каналларнинг деворини қиздиради. Шу билан бир вақтда, бошқа кауперга, яъни худди шу йўл билан олдиндан қиздириб олинган кауперга, домна печига борадиган ҳаво юборилади. Маълум вақт ўтгандан кейин кауперларнинг роли ўзгаради, яъни ҳаво биринчи кауперга юборилади, иккинчи каупер эса домна газлари билан қиздирилади ва ҳоказо.

Домна печи узлуксиз ишлайди. Руда билан кўмирнинг юқориги қатламлари пастга силжий бориши билан печга руда, флюс ҳамда кўмирнинг янгидан-янги аралашмаси қўшилиб туради. Ш и х т а деб аталадиган бу аралашма кўтариш машиналарида печнинг юқориги майдончасига олиб чиқилиб, чўян воронкага ағдарилади, чўян воронканинг ости колошник затвори билан беркитилган бўлади. Затвор тушириб қўйилганда аралашма воронканинг қия юзаси бўйлаб сурилади ва печга тушади. Печь кеча ва кундуз бир неча йил давомида, яъни капитал ремонт талаб қилингунча ишлайверади.

\* Темирга углерод қўшилиши билан темирнинг суюқланиш температураси кучли даражада пасаяди. Тоза темир 1539°C да суюқлангани ҳолда, темир билан углероднинг 4,3% углеродга эга бўлган эвтектик қотишмаси 1150°C да суюқланади.

Домна печларида чуян суюқлантириб олиш процессини тезлатиш учун кислороддан фойдаланишнинг катта истиқболлари бор. Домна печига кислород билан бойитилган ҳаво ҳайдалса, бу ҳавони олдиндан иситиб олишнинг ҳожати қолмайди, бунинг натижасида, мураккаб ва катта кауперлар қуришга ҳам зарурият бўлмайди, бутун металлургия процесси анча соддалашади. Шу билан бирга, домнанинг унуми кескин суратда кўтарилади ва ёнилғи сарфи камаяди. Кислород билан ишлайдиган домна печи 1,5 марта кўп миқдорда металл



144-расм. Домна печи билан кауперларнинг биргаликда ишлаши.

1 — домна; 2 — аланга билан қизибётган каупер; 3 — ҳавони қиздираётган каупер; 4 — ҳаво ҳайдаш аппарати; 5 — тутун трубаси; 6 — газ канали; 7 — тутун канали; 8 — ҳаво трубаси.

бериши мумкин, бунда сарф бўладиган кокс одатдаги ҳаво ҳайдалишида сарф бўладиган кокс миқдоридан  $\frac{1}{4}$  қадар камаяди.

Металлургияда табиий газдан фойдаланиш ҳам амалий жиҳатдан диққатга сазовордир.

Домна печларида ҳосил қилинадиган чуян таркибида ўрта ҳисоб билан 93% га яқин темир, 5% га яқин углерод ва оз миқдорда кремний, марганец, фосфор ҳамда олтингурут бўлади.

Чуян таркибидаги углерод чуян қотганда эркин ҳолатда, яъни графит ҳолида ажралиб чиқиши мумкин ёки темир билан бирикиб, темир карбид  $Fe_3C$  ҳосил қилиши мумкин, темир карбид цементит деб аталади. Чуянинг энг юмшоқ

таркибий қисми бўлган графитга қарама-қарши ўлароқ, цементит қотишманинг энг қаттиқ таркибий қисми ҳисобланади. Цементит узоқ вақт  $900^{\circ}\text{C}$  гача ёки ундан ҳам юқори температурагача қиздирилса, темир ва графитга ажралади, бу процесс кремний иштирокида айниқса тез боради. Шунинг учун, таркибида анча миқдорда (2 дан 3,5% гача) кремний бўлган чўян, ажралиб қолган графит туфайли кул ранг тусда бўлади. Бундай чўян кул ранг чўян деб аталади; кул ранг чўян унча қаттиқ бўлмай, қолипларга яхши қўйилади, аммо у мўрт бўлиб, зарб таъсиридан осон парчаланиб кетади. Кул ранг чўян машина станиналари, маховиклар, канализация трубалари, плиталар ва шу кабилар қўйиш учун ишлатилади.

Таркибидаги углероднинг қарийб ҳаммаси цементит ҳолида бўлган чўян кул ранг чўянга қараганда қаттиқроқ ва оқишроқ бўлади, шунинг учун, бу чўянга оқ чўян деган ном берилган; оқ чўянда кремний унча кўп бўлмайди (1% дан кам бўлади), марганец миқдори эса анча кўп (1—1,5%) бўлади. Оқ чўян бевосита ишлатилмайди, ундан пўлат ҳамда темир тайёрланади; пўлат билан темирнинг чўяндан фарқи шуки, темир ва пўлат таркибида углерод кам бўлади ва бошқа қўшимчалар (кремний, фосфор, марганец) бўлмайди. Таркибида 0,3 дан 2% гача углерод бўлган маҳсулот қаттиқ пўлат деб, 0,3% дан кам углерод бўлган маҳсулот эса юмш оқ пўлат деб аталади.

**244. Чўяни пўлатга айлантириш.** Ҳозирги вақтда чўяни пўлатга айлантиришнинг иккита асосий усули қўлланилади. Бу усулнинг иккаласи ҳам чўян таркибидаги қўшимчаларни оксидлашга асосланган.

Бессемер усули суюқ чўян орасидан кучли ҳаво оқими ўтказишдан иборат.

Бессемерлаш процесси нок шаклидаги ниҳоятда катта темир идишларда олиб борилади, бу идишлар конверторлар деб аталади (145-расм), конверторларнинг ички қисми қумтупроқдан қилинган гиштдан терилган бўлиб, унга 40—50 т чўян кетади. Конвертор горизонтал цапфаларда тишли гилдираклар ёрдами билан айлантирилиши мумкин. Конверторнинг жуда кўп майда тешиклари бор тубида ҳаво ҳайдаш учун хизмат қиладиган камера бўлади. Конвертор суюқ чўян билан тўлдирилади, ҳаво камерасига эса ҳаво ҳайдалади. Ҳаво конвертор тубидаги тешиклар орқали кириб, чўянинг бутун массаси орасидан ўтади ва қўшимчаларни оксидлайди. Даставвал, кремний билан марганец ёниб, шлакка айланади, ундан кейин эса углерод ёнади. Бессемерлаш процесси 19—20 минут давом этади, шундан кейин, конверторнинг оғзини

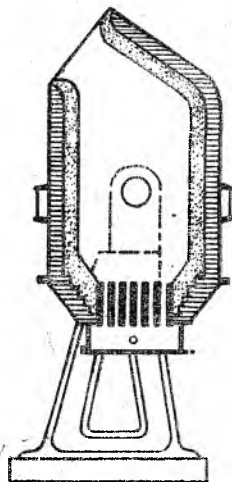
пастга қаратиб, ичидаги пўлатни бошқа идишга бўшатиш мумкин.

Бессемер усули билан таркибида 0,3% дан кам углерод бўлган пўлат олинади. Агар таркибида 0,3% дан кўп углерод бўлган пўлат ҳосил қилиш зарур бўлиб қолса, ё ҳаво ҳайдаш барвақт тўхтатилади (бунда углероднинг бир қисми ёнмай қолади), ёки конверторда ҳосил қилинган темирга таркибида углерод кўпроқ бўлган чўян қўшилиб уларни қориштириш учун, маълум вақт давомида ҳаво ҳайдалади.

Агар чўян таркибида фосфор бўлса, одатдаги қопламали конверторда бу фосфорни йўқотиб бўлмайди. Фосфорни чиқариб юбориш эса албатта зарур, чунки фосфор аралашган темир синувчан бўлади. Бундай ҳолларда Томас таклифига кўра конвертор қопламаси магний оксид билан кальций оксид аралашмасидан қилинади, бу аралашма доломит минерали  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ни қаттиқ қиздириш йўли билан олинади, бундан ташқари, чўяннинг ўзига ҳам 10—15% оҳак қўшилади. Фосфор ёнганда ҳосил бўладиган  $P_2O_5$  оҳак билан бирикади, бунда ўғит сифатида фойдаланиладиган шлак ҳосил бўлади, бу шлак то м а с ш л а к деб аталади.

Бессемер усулининг баъзи бир камчиликлари бор. Суюқ чўян массаси орқали ҳаво ҳайдалганда тез бўладиган оксидланиш процесси орқасида металлнинг бирмунча қисми куйиндига айланади ва чўян оғирлигининг ўрта ҳисоб билан 90% га яқин миқдорича пўлат чиқади. Кам углеродли пўлатлар ҳосил қилишда темир янада кўпроқ исроф бўлади. Бундан ташқари, суюқ чўян орқали ҳаво кучли даражада ҳайдалганлигидан, шлакнинг бир қисми темирга ўтади ва темир қотганда ҳам шу темир ичида қолиб, унинг сифатини пасайтиради.

Пўлат ҳосил қилишнинг анча такомиллашган усули м а р т е н у с у л и д и р, мартен усули билан пўлат ҳосил қилишда чўян регенератив печларда қайта ишланади. Бу печларда чўянга темир синиқлари ва маълум миқдорда руда қўшиб суюқлантирилади. Қўшимчаларнинг бир қисми печга ёнувчи газлар билан бирга кирадиган ҳаво кислороди ҳисобига, бир қисми эса қўшиладиган руда таркибидаги кислород ҳисобига ёнади. Регенератив печларнинг металл суюқланидиган жойини қумтупроқдан иборат кислотали материал билан



145- расм. Конверторнинг схематик қирқими.

ҳам, оҳадан иборат асосли материал билан ҳам қоплаш мумкин. Чўянга темир синиқлари ёки маълум пропорцияда руда қўшиб, таркибида исталганча углерод бўладиган ва бёссемер усули билан ҳосил қилинган пўлатга қараганда анча юқори сифатли пўлат олиш мумкин.

Пўлат суюқлантириб олиш учун электр печларида ҳам кенг қўламда фойдаланилмоқда. Бундай печларда иссиқлик электр энергияси ҳисобига ҳосил қилинади, бунинг натижасида металл суюқлантириш процесси бирмунча содда-лашади ва металл суюқлантириш режимини тартибга солиш учун қулай шароит туғилади. Электр ёйидан фойдаланиб металл суюқлантириладиган печлар энг кўп тарқалган; бу печларда температура 2000°C га етади ва ундан ҳам ошади. Электр печида пўлат суюқлантириб олиш процесси мартен процессидан фарқ қилмайди деса бўлади, аммо печь температурасини аниқ тартибга солиш, демак процесснинг бориши ҳам аниқ тартибга солиш мумкин бўлганлигидан, анча юқори сифатли пўлат олинади. Асбобсозлик пўлати ва пўлатнинг ҳар хил махсус сортлари ана шу йўл билан олинади.

Пухта деталлар ва асбоблар учун керак бўладиган энг муҳим сорт пўлатлар тигелларда суюқлантириб олинади. Ҳар хил сорт пўлатлар аралашмаси ва махсус қўшимчалар тигелларга солинади, бу тигеллар қопқоқлаб қўйилади, ва, шундан кейин, мартен печига ўхшаш, алангали печлар тубига ўрнатилади, бу ерда аралашма суюқланиб, маълум сорт пўлат ҳосил бўлади.

Илм ва техника ҳодимлари рудаларни ўртача температураларда тўғридан-тўғри қайтариш методи билан темир олиш проблемасини ҳал қилиш устида ҳам ишламоқдалар. Бу методда темир олиш учун, майдаланган темир рудаси 800—1000°C да кўмир ёки газлар ёрдамида қайтарилади, шундан кейин эса бекорчи жинсининг ва кулнинг бир қисми магнит сепараторда ажратиб олингач, ҳосил бўлган юмшоқ темир мартен ёки электр печларида пўлатга айлантирилади. Темирни қайтариш учун ҳар қандай қаттиқ ёки газсимон ёқилғи ишлатилиши мумкин. Қайтарилган темирдан суюқлантириб олинган пўлатнинг механик сифатлари юқори бўлади. Аммо рудалардан бевосита темир ажратиб олишнинг ҳозирги вақтда мавжуд бўлган установкалари ҳали унча такомиллашган эмас ва қўпол, бу эса шу методдан кенг фойдаланишга имкон бермайди.

**245. Пўлатни термик ишлаш.** Пўлатнинг механик хоссалари унинг структурасига кўп даража боғлиқ бўлади. Пўлатга талаб этиладиган, маълум структура бериш учун, пўлат термик ишланади, яъни маълум шароитда қиздирилиб, маъ-

лум шароитда совитилади. Термик ишлашнинг энг муҳим турлари тоблаш ва бўшатишдир.

Пўлатни тоблаш уни маълум температурагача қиздириб, ундан кейин тез совитишдан иборат. Бундай процесс натижасида пўлат жуда қаттиқ бўлиб қолади, аммо шу билан бирга мўрт ҳам бўлади. Агар тобланган пўлат маълум температурагача яна қиздирилиб, шундан кейин секин совитилса, у «бўшайди», яъни анча юмшоқ бўлиб қолади, шу билан бирга, мўртлигини ҳам йўқотади. Тобланган пўлатнинг қиздирилиш температурасига қараб, зарур даражада қаттиқ пўлат ҳосил қилиш мумкин.

Тобланиш ҳодисаси қуйидагича изоҳлаб берилади. Сувоқлангирилган пўлат қотаётганда шу пўлатдаги цементит таркибига кирган углерод темир билан қўшилиб, қаттиқ эритма ҳосил қилиши мумкин, бу эритма аустенит деб аталади ва ниҳоятда қаттиқ бўлади. Аустенит фақат юқори температурадагина барқарор бўла олади, аммо аустенитни паст температурада ҳам маълум даражада тўла сақлаб қолиш мумкин, бунинг учун қаттиқ қиздирилган пўлатни тез совитиш керак. Пўлат секин совитилганда аустенит аста-секин цементит ва темирга ажралади, пўлат эса юмшоқ бўлиб қолади.

Кўпгина ҳолларда, ҳар хил механизмлар пўлат деталларининг (вал, шестерня ва шу кабиларнинг) сиртқи қаватлари ҳамда уларнинг ички тузиллиши олдига қўйиладиган талаблар ниҳоятда хилма-хил бўлади. Масалан, автомобиль ўқининг сиртқи ишқаланишга жуда яхши чидайдиган қаттиқ бўлиши, шу билан бирга, мўрт бўлмаслиги лозим, яъни у маълум эластикликка эга бўлиши керак, акс ҳолда, турткилар таъсир остида синиб кетиши мумкин. Буюмларга ана шундай хоссалар бериш учун, бу буюм юмшоқ, қовушоқ углероди кам бўлган пўлатдан тайёрланиб, шундан кейин, пўлатнинг сиртқи қавати углеродга тўйинтирилади. Бунинг учун, тайёр буюм углерод (II)- оксид бор жойда ёки кўмир билан тўлдирилган яшиқларда қиздирилади. Пўлатнинг сиртини углерод билан тўйинтириш процесси цементация деб аталади. Цементация натижасида, пўлатнинг 0,5—2 мм қалинликдаги сиртқи қавати ниҳоятда қаттиқ ва пухта бўлиб қолади, унинг қолган массаси эса қовушоқ ва эластиклигича қолади.

Пўлатни азотлаш, яъни пўлат сиртини азотга тўйинтириш йўли билан ҳам худди юқоридагидек натижага эришиш мумкин. Бунинг учун, пўлат аммиак бор жойда 500—600°C температурада узоқ вақт қиздирилади. Азотланган пўлатнинг қаттиқлиги цементация қилинган пўлатнинг қаттиқлигидан ҳам юқори, чунки пўлатнинг сиртқи қаватида темир,

нитридлари ҳосил бўлади. Азотланган пўлат 500° гача қиздирилганда ҳам қаттиқлигини йўқотмайди.

246. Темирнинг ва темир қотишмаларининг техникадаги аҳамияти. СССРда металлургиянинг ривожланиши. Инсон қазиб чиқарадиган барча металллар ичида темир ҳаётимизда энг кўп аҳамиятга эга. Ҳозирги замон техникаси темир ва унинг қотишмаларидан фойдаланиш билан боғлиқ. Темирнинг қанчалик муҳим эканлигини шундан билса бўладики, олиннадиган темир миқдори қолган барча металлларнинг миқдоридан тахминан 15 барабар ортиқдир.

Темир олиш ўтган асрда айниқса тез ўсди. Ун тўққизинчи асрнинг бошидаёқ бутун дунёда суюқлантириб олиннадиган чўян миқдори йилга 0,8 млн. т га етди, ун тўққизинчи асрнинг охирига келиб эса йилга 66 млн. т ни ташкил этди. 1929 йилда капиталистик мамлакатларда суюқлантириб олиннадиган пўлат миқдори 110,0 млн. т га етди. Шундан кейин эса кризис йилларида бу миқдор анча қисқариб (1932 йилда 44,8 млн. т. га тушди), сўнгра яна кўтарилди ва 1937 йилда 112,8 млн. т ни ташкил этди. 1962 йилда капиталистик мамлакатларда 175,7 млн. т чўян ва ферроқотишма ҳамда 245 млн. т пўлат суюқлантириб олинди.

Аммо шуни таъкидлаб ўтиш керакки, «қора металлларнинг» (чўян ва пўлатнинг) аҳамияти сўнги йилларда пасая бошлади. Саноат ишлаб чиқаришининг кўпгина тармоқларида қора металллар ўрнига секин-аста алюминий ва пластик массалар ишлатила бошлади.

Россия қора металллар суюқлантириб олиш жиҳатидан илгор саноат мамлакатларидан анча орқада эди. Рус металлургия саноати 1913 йилда атиги 4,2 млн. т чўян ва шунча пўлат ишлаб чиқарган эди. Биринчи жаҳон урушидан кейинги 1920 йилда чўян ишлаб чиқариш ниҳоят даражада пасайиб кетди ва шу йили ишлаб чиқарилган чўян миқдори 1913 йилда ишлаб чиқарилган чўян миқдорининг атиги 2,7 проценти ни ташкил этди. Ниҳоятда оғир шароитда қора металлургияни тиклаш жуда кўп куч ва узоқ вақт талаб этди: пўлат суюқлантириб олиш 1929 йилдагина 1913 йилдаги даражага етказилди.

Совет металлургиясининг тез суръатлар билан ривожланиши Ватан урушидан илгариги йилларда бошланди. Жанубий металлургиягина тўла қайта қурилиб қолмай, балки мамлакатимизнинг шарқий районларида янги кўмир-металлургия базаси ҳам барпо этилди. Жуда катта металлургия заводлари — Магнитогорск, Кузнецк ва бошқа заводлар қурилди. Биринчи беш йиликнинг охирига келибоқ, чўян суюқлантириб олиш 1913 йилдагига нисбатан олганда 147% га етди. Планли



социалистик хўжалик шароитида совет металлургияси ўз тараққиёти суръати жиҳатидан кўпгина капиталистик мамлакатлардан тез орада ошиб кетди. Совет металлургияси 1929 йилда революциядан илгари пўлат суюқлантириб олиш даражасига етиб олгандан сўнг, шундан кейинги саккиз йил давомида чўян чиқаришни қарийб 3,5 марта оширди. АҚШ металлургиясининг ана шундай ўсиши учун ўз вақтида 20 йил, Германия металлургияси учун эса 23 йил кетган эди.

Сўнгги 15 йил ичида совет металлургиясининг ўсиши кўйидаги рақамлар билан ифодаланади:

Йиллар	чўян	Суюқлантириб олинган пўлат миқдори, млн. т
1949	16,4	23,3
1954	30,0	41,4
1959	43,0	60,0
1964	62,4	85,0

Қора металллар суюқлантириб олишнинг бундай суръатлар билан ўсишига сабаб, биринчидан, янги корхоналарнинг ишга туширилиши бўлса, иккинчидан, қора металлургияда табиий газ ва кислороддан тобора кенг кўламда фойдаланиш ҳисобига ишлаб чиқаришни интенсификациялаш бўлди.

Сўнгги йилларда металлургиянинг руда базаси ҳам анча ўсди — Қозоғистонда, Сибирда ва Курск магнит аномалиясида янги темир рудаси конлари ишга туширилди. 1964 йилда қазиб олинган темир рудаси миқдори 146 млн. т ни ташкил этди.

**247. Темирнинг хоссалари. Темир бирикмалари.** Темир (III) - оксидни водород ёрдами билан қайтариш ёки темирнинг баъзи тузларини электролиз қилиш орқали тоза темир олиниши мумкин. Тоза темир кумушдек оқ, ялтироқ, қовушоқ металл бўлиб, сиртқи кўриниши жиҳатидан платинага жуда ўхшайди. Темирнинг зичлиги  $7,86 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $1539^\circ$  га тенг. Тоза темир жуда тез магнитланади ва магнитсизланади, шунинг учун, темир динамомашина ва электромоторларнинг сердечникларини (ўзақларини) тайёрлаш учун ишлатилади.

Одатдаги темир қуруқ ҳавода ўзгармайди, аммо нам ҳавода тез занглайди, яъни қўнғир тусли темир (III) - гидроксид доғи билан қопланиб қолади, бу доғ пўрсилдоқ бўлганлиги учун темирни янада оксидланишдан сақлай олмайди. Узоқ вақтлар, темирнинг занглаш хоссаси, гарчи зарарли бўлса-да, аммо темирнинг ажралмас хоссасидир, деб ҳисоблаб келди-лар. Аммо ҳозирги вақтда, электролитик йўл билан олинадиган химиявий тоза темирнинг коррозияга қарийб берилмайди.

ган ва кислоталар таъсирига яхши чидайдиган металл эканлиги исбот этилган. Одатдаги темирнинг коррозияланиш сабаби туғрисида 192- параграфда сўзлаб ўтилган эди.

Темир ҳавода қаттиқ қиздирилса, ёнади ва темир (II, III)-оксид  $Fe_3O_4$  (яъни  $FeO \cdot Fe_2O_3$ ) га айланади. Қаттиқ қиздирилган темир болгаланганда ҳам ана шу модда («темир куйиндиси») ҳосил бўлади.

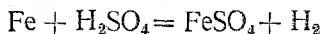
Темирнинг нормал потенциали — 0,44 в га тенг. Шунинг учун, темир суюлтирилган кислоталарда осон эриб, улардан водородни сиқиб чиқаради ва  $Fe^{2+}$  ионларини ҳосил қилади. Концентрланган совуқ сульфат кислота темир билан реакцияга киришмайди. Концентрланган нитрат кислота темирга алюминий билан хромга таъсир қилганидек таъсир қилади, яъни темирни «пассив» қилиб қўяди. Ишқорлар темирга таъсир этмайди.

Темир икки қатор бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмалар иккита оксид: *темир (II)-оксид*  $FeO$  ва *темир (III)-оксид*  $Fe_2O_3$  га мувофиқ келади. Темир (II)-оксидда темир икки валентли, темир (III)-оксидда эса уч валентли металлдир.

Бундан ташқари, *феррат кислота*  $H_2FeO_4$  нинг тузлари ҳам маълум, темир бу тузларда олти валентли металлоид ролини ўйнайди.

Икки валентли темир бирикмалари. Икки валентли темир тузлари темирнинг суюлтирилган кислоталарда эришидан ҳосил бўлади. Бу тузларнинг энг муҳими *темир (II)-сульфат*, бошқача айтганда, темир купороси  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  дир, бу туз сувда яхши эрийдиган оч яшил кристаллар ҳосил қилади. Темир купороси ҳавода турса, сепкин-аста нурайди, шу билан бир вақтда, сирт томонидан оксидланиб, уч валентли темирнинг сариқ-қўнғир тусли гидроксиди тузига айланади.

Темир купороси темир қийқимларини 20—30% ли сульфат кислотада эритиш йўли билан олинади:



темир-купороси, темир сиртига рух юритиш олдидан темир сиртини сульфат кислота билан «заҳарлаш»да чиқинди тарзида ҳосил бўлади.

Темир купороси ўсимликлар зараркундаларига қарши курашиш учун қишлоқ хўжалигида, баъзи минерал бўёқлар ишлаб чиқаришда, матоларни бўяшда ва ҳоказоларда ишлатилади.

Темир купороси қиздирилганда даставвал сув ажралиб чиқади ва оқ тусли  $FeSO_4$  таркибли сувсиз туз массаси ҳосил бўлади. Туз яна кучлироқ қиздирилса, у ажралиб, ундан олтингурут (IV)-оксид ва сульфат ангидрид чиқади; сульфат

ангидрид эса нам ҳавода сульфат кислотанинг оқ тусли оғир буғини ҳосил қилади:



Агар темир купороси эритмасига ишқор қўшилса, оқ чўкма темир (II)-гидроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ҳосил бўлади, бу модда ҳавода оксидланганлиги учун, дарҳол яшилроқ тусга, ундан кейин эса қўнғир тусга кириб, темир (III)-гидроксид  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  га айланади:



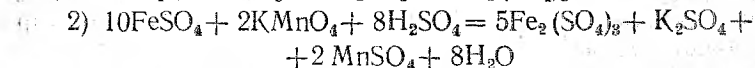
Темир (II)-гидроксид нуқул деярли асос хоссаларига эга бўлиб, ишқорларда эримайди.

Сувсиз *темир (II)-оксид*  $\text{FeO}$  темир (III)-оксидни  $500^\circ$  температурада углерод (II)-оксид ёрдами билан қайтариш орқали ҳосил қилиниши мумкин; темир (II)-оксид осон оксидланадиган қора кукундир.



Икки валентли темир тузлари эритмасига ишқорий металлларнинг карбонатлари таъсир эттирилса, эритмадан оқ тусли *темир (II)-карбонат*  $\text{FeCO}_3$  чўқади. Темир (II)-карбонатга таркибида карбонат ангидрид бўлган сув таъсир эттирилса, темир (II)-карбонатнинг бир қисми, худди кальций карбонат каби, анча дуруст эрийдиган нордон туз  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$  га айланади. Таркибида темир бор табиий сувларда темир ана шу туз ҳолида бўлади.

Икки валентли темир тузлари турли оксидловчилар: нитрат кислота, калий перманганат, хлор ва бошқа оксидловчилар таъсир эттириш йўли билан осонгина уч валентли темир тузларига айлантирилиши мумкин: масалан:



Икки валентли темир тузлари осон оксидланишга қобилиятли бўлганлиги учун, улар, кўпинча, қайтарувчи сифатида ишлатилади.

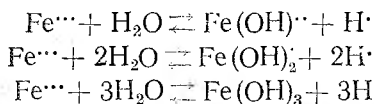
Уч валентли темир бирикмалари. Уч валентли темир тузлари ичида ҳаммадан кўп ишлатиладигани *темир (III)-хлориддир*. Сувсиз темир (III)-хлорид қиздирилган темир устидан хлор ўтказилганда тўқ яшил тангачалар ҳолида ҳосил

бўлади. Одатдаги темир (III)- хлорид — таркиби  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  бўлган ва осон ёйилиб кетадиган тўқ сариқ кристалл моддадир.

Темир (III)- сульфат  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , бу модда  $\text{FeSO}_4$  нинг сульфат кислота эритмасида нитрат кислота билан оксидланиши натижасида ҳосил бўлади. Темир (III)- сульфат аммоний сульфат билан қўшилиб, темир аммонийли аччиқтош  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  ҳосил қилади, бу аччиқтош оч гунафша тусли гўзал кристалллардан иборат бўлади, бу кристалллар алюминийли ва хромли аччиқтошларнинг кристаллари билан изомерфдир.

Уч валентли темир тузлари эритмасига аммиак ёки ишқор таъсир эттирилса, қизил-қўнғир тусли *темир (III)- гидроксид*  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  чўкмаси ҳосил бўлади, бу чўкма ортиб қолган ишқорда эримайди.

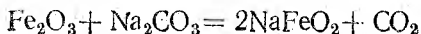
Темир (III)- гидроксид темир (II)- гидроксидга қараганда анча кучсиз асосдир; унинг кучсиз асос эканлиги темир (III)-оксид тузларининг кучли даражада гидролизланишида,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  нинг эса кучсиз кислоталар билан (масалан, карбонат кислота сульфид кислота билан) мутлақо туз ҳосил қилмаслигида ифодаланади. Уч валентли темир тузлари эритмаларининг маълум рангда бўлишига сабаб ҳам бу тузларнинг гидролизланишидир;  $\text{Fe}^{\cdot\cdot\cdot}$  ионининг ўзи рангсиз деса бўлади, уч валентли темир тузларининг эритмалари сарғиш-қўнғир туслидир, чунки бу эритмаларда гидролиз туфайли ҳосил бўлган гидроксид тузларнинг ионлари ёки  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  бор:



Эритма қиздирилса, унинг ранги тўқ бўла боради, кислоталар қўшилганда эса анча оч рангга киради, чунки бунда реакция тескари томонга боради.

Темир (III)- гидроксид қаттиқ қиздирилганда, сувини йўқотиб, *темир (III)-оксид*  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  га айланади. Темир (III)-оксид жигар ранг бўёқ сифатида — темирли сурик ёки бошқача айтганда, мумия тарзида ишлатилади.

Темир (III)-оксид ва унинг гидрати нуқул асослик хоссалари билан бирга, бир қадар кислоталик хоссаларни ҳам намойён қилади, ammo кислоталик хоссалари жуда кучсиз бўлади. Масалан, темир (III)- оксид содага ёки поташга қўшиб суюқлантирилса, ферритлар деган тузлар ҳосил бўлади, бу тузлар хромитларга ёки алюминатларга ўхшаган бўлиб, метаферрит кислота  $\text{HFeO}_2$  нинг ҳосилаларидир:



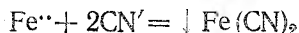
Иссиқ сув ферритларни бутунлай гидролизлаб, темир (III)-оксид ва тегишли ишқорни ҳосил қилади:



Содадан ўовчи натрий ажратиб олишнинг техник усуллари-дан бири натрий феррит ҳосил бўлишига ва унинг сув таъсиридан ажралишига асосланган.

Уч валентли темир тузларини икки валентли темир тузларидан фарқ қилишга имкон берадиган реакция калий роданид  $\text{KCNS}$  нинг ёки аммоний роданид  $\text{NH}_4\text{CNS}$  нинг темир тузларига таъсир этиш реакциясидир. Калий роданид эритмада рангсиз  $\text{CNS}'$  ионларига эга бўлади, бу ионлар уч валентли темир ионлари билан бирикиб, қон каби қизил, кучсиз диссоциланган темир (III)-роданид  $\text{Fe}(\text{CNS})_3$  ҳосил қилади. Икки валентли темир ионлари бу реакцияни бермайди.

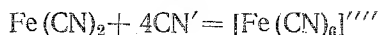
Темирнинг цианли бирикмалари. Калий цианид икки валентли тузлар эритмасига таъсир эттирилса, оқ чўкма — темир (II)-цианид ҳосил бўлади:



Бу чўкма ортиб қолган калий цианидда эрийди, чунки калий ферроцианид деб аталадиган комплекс туз  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ҳосил бўлади:



ёки

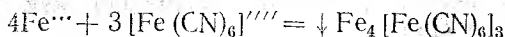


Калий ферроцианид  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  оч сариқ тусли йирик призмалар шаклида кристалланади. Бу туз сариқ қон тузи деб ҳам аталади, чунки илгарилар бу туз қуритилган қонга поташ ва темир қўшиб қаттиқ қиздириш йўли билан тайёрланар эди. Калий ферроцианид сувда эритилса,  $\text{K}^+$  ионларига ва ниҳоятда барқарор  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  комплекс ионларга диссоциланади. Амалда бундай эритмада  $\text{Fe}^{2+}$  ионлари мутлақо бўлмайди ва бу эритма икки валентли темир учун хос бўлган бирорта ҳам реакцияни бермайди.

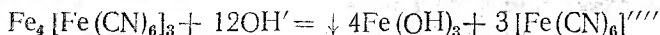
Калий ферроцианидга *ферроцианид кислота*  $\text{H}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  мувофиқ келади, бу кислота калийли тузлардан ташқари, кўпгина бошқа тузларни ҳам ҳосил қиладиган оқ қаттиқ моддадир.

Шу нарса ажойибки, калий ферроцианид, таркибида темир бўлишига қарамай, уч валентли темир ионларини топиш учун сезгир реактив бўла олади, чунки  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  ионлари эритмада  $\text{Fe}^{3+}$  ионлари билан учрашиб, улар билан бирикади ва сувда эримайдиган ферроцианид кислотанинг сариқ тусли темир тузи-

ни — темир ферроцианид  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  ни ҳосил қилади, бу туз кўк тусли бўлади; темир ферроцианидга берлин зангори (берлин сири) деган ном берилган:

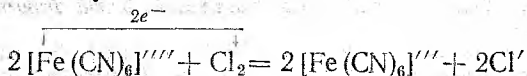


Берлин зангори бўёқ сифатида ишлатилади. Берлин зангори-га ишқорлар таъсир эттирилса, у ажралиб, темир (III)-гидроксид ҳосил қилади ва  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  ионларини ажратиб чиқаради:



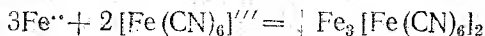
Гексацианоферриат кислотанинг ишқорий ва ишқорий-ер металллар билан ҳосил қилган тузлари эрувчандир.

Сариқ қон тузи эритмасига хлор ёки бром таъсир эттирилса, унинг аниони оксидланиб, тўрт валентли ҳолатдан уч валентли ҳолатга ўтади:



Калийнинг бу анионга мувофиқ келадиган тузи  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  калий феррицианид, шунингдек, қизил қон тузи деб аталади. Бу туз тўқ қизил тусли, сувсиз кристаллар ҳосил қилади. Калий феррицианид эритмасида таркиби худди сариқ туз анионлари таркибига ўхшаш, аммо тўртта эмас, учта манфий зарядга эга бўлган ва шунинг учун,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  ионларига қараганда, бошқачароқ хоссали  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  анионлари бўлади.

Агар икки валентли темир тузи эритмасига қизил қон тузи таъсир эттирилса, турнбуль кўки деб аталадиган кўк чўкма ҳосил бўлади, бу чўкма сиртқи кўриниши жиҳатидан берлин зангорига жуда ҳам ўхшайди, аммо унинг таркиби бошқача бўлади:

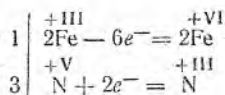
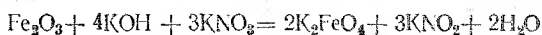


Қизил қон тузи уч валентли темир тузлари билан қўшилиб, кўнғир тусли эритма ҳосил қилади.

Калькага чизилган чизмалардан нусха босишда турнбуль кўкининг ҳосил бўлиш реакциясидан фойдаланилади. Уч валентли темирнинг ва органик кислоталарнинг баъзи тузлари ёруғлик таъсири остида қайтарилиб, икки валентли темир тузларига айланади, чизмалардан нусха кўчириш ана шунга асосланган. Нусха кўчириш учун мўлжалланган қоғоз, одатда,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ва лимон кислотанинг темир-аммонийли тузи аралашмаси билан қопланади. Агар бундай қоғоз устига чизмали калька қўйилиб, у равшан ёритилса, қоғознинг чизма чизиқлари билан беркилган жойидан бошқа ҳамма еридаги уч валентли темир қайтарилиб, икки валентли темирга

айланади. Шундан кейин, қоғоз сувга ботирилади. Қоғознинг ёруғлик таъсир этган жойларидаги ғовакларига турбуль кўки ўтириб қолади; қоғознинг ёруғликдан ҳимоя қилинган жойлари эса оқлигича қолади. Натижада, кўк қоғозда оқ чизма ҳосил бўлади.

Олти валентли темир бирикмалари. Агар темир қишқлари ёки темир (III)-оксид селитра ва ўювчи каллийга қушиб қиздирилса, таркибида *феррат кислота*  $H_2FeO_4$  нинг каллийли тузи бўлган қотишма ҳосил бўлади, бу туз *калий феррат*  $K_2FeO_4$  деб аталади:



Бу қотишма сувда эритилса, қизғин-сунафша тусли эритма ҳосил бўлади, бу эритмага  $BaCl_2$  таъсир эттириб, сувда эримайдиган *барий феррат*  $BaFeO_4$  ни чўктириш мумкин.

Ферратларнинг ҳаммаси жуда кучли оксидловчилардир, бу жиҳатдан олганда, ферратлар перманганатлардан устун туради. Ферратларга мувофиқ келадиган феррит кислота  $H_2FeO_4$  ва унинг ангидриди  $FeO_3$  эркин ҳолда олинган эмас.

Темир карбониллари. Темир углерод (II)-оксид билан бирикиб, ниҳоятда ўзига хос учувчан бирикмалар ҳосил қилади, бу бирикмалар темир карбониллари деб аталади. *Темир пентакарбонил*  $Fe(CO)_5$  зичлиги  $1,457 \text{ г/см}^3$  бўлган, ёруғлик нурини кучли даражада синдирадиган ва  $104,9^\circ\text{C}$  да қайнайдиган оч сариқ суюқликдир. Темир пентакарбонийа жуда майдаланган темир устидан босим остида ва юқори температурада углерод (II)-оксид ўтказилганда ҳосил бўлади. Темир пентакарбонил сувда эримайди, аммо кўпгина органик эритувчиларда эрийди. Темир пентакарбонийа  $250^\circ\text{C}$  да углерод (II)-оксидга ва мутлақо тоза темирга ажралади.

**248. Кобальт (Cobaltum);** атом оғирлиги 58,9332. Кобальт табиатда оз тарқалган; ер пўстлоғида оғирлик жиҳатидан 0,002% кобальт бор. Кобальт, одатда, мишьяк билан бириккан ҳолда учрайди; таркибида кобальт бўлган энг муҳим минераллар кобальт шпейси  $CoAsS_2$  ва кобальт ялтироғи  $CoAsS$  дир. 1956 йилда капиталистик мамлакатларда 14,5 минг *t* кобальт олинган эди.

Кобальт темирга ўхшаб кетадиган зичлиги  $8,9 \text{ г/см}^3$ , суюқланиш температураси  $1492^\circ\text{C}$  бўлган, чўзилувчан, ялтироқ қаттиқ металлдир. Кобальт, худди темир каби, магнит хоссаларига эга. Сув ва ҳаво кобальтга таъсир этмайди. Кобальт суюлтирилган кислоталарда темирга қараганда анча ёмон эрийди; кобальтнинг нормал потенциали  $-0,277 \text{ в га тенг}$ .

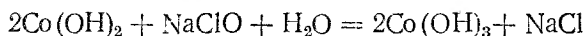
Кобальт иккита оддий оксид: *кобальт (II)-оксид*  $CoO$  ва кобальт (III)-оксид  $Co_2O_3$  ҳосил қилади, кобальт (II)-оксидга кобальт (II)-гидроксид  $Co(OH)_2$ , *кобальт (II)-оксидга* кобальт (III)-гидроксид  $Co(OH)_3$  мувофиқ келади. Бу гидроксидлар асос

хоссаларига эга. Бу иккала гидрат ҳам тузлар ҳосил қилади, аммо уч валентли кобальт тузлари беқарор бўлади, у осон ажралиб, икки валентли кобальт тузларига айланади. Кобальтнинг юқорида кўрсатилган иккита оксиддан ташқари  $\text{Co}_2\text{O}_4$  (яъни  $\text{CoO} \cdot \text{Co}_2\text{O}_3$ ) таркибли аралаш оксид — *кобальт* (II, III)- оксид ҳам маълум.

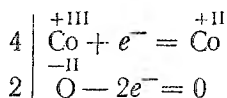
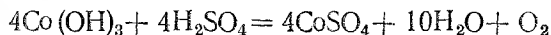
Икки валентли кобальт тузлари сувсиз ҳолатда, одатда, кўк тусли бўлади, эритмаларда ва таркибида сув бўлган кристаллар ҳолида эса қизғиш-пушти тусда бўлади. Мисол тариқасида *кобальт* (II)- хлоридни айтиб ўтамиз, бу туз  $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  таркибли оч пушти кристаллар ҳосил қилади. Бу тузнинг эритмаси шимдирилган ва ундан кейин қуририлган филтър қоғоз дағал гигроскоп бўла олади, чунки бундай қоғоз, ҳаводаги нам миқдорига қараб, ҳар хил тусдаги рангга — кўкдан тортиб, то пушти ранггача кира олади.

*Кобальт* (II)- гидроксид  $\text{Co}(\text{OH})_2$  икки валентли кобальт тузлари эритмасига ишқорлар таъсир эттирилишидан ҳосил бўлади. Даставвал кўк тусли гидроксид туз чўқади, бу туз суюқлик қайнатилганда пушти тусли кобальт (II)- гидроксид  $\text{Co}(\text{OH})_2$  га айланади; кобальт (II)- гидроксид қаттиқ қиздирилганда эса кул ранг-яшил тусли *кобальт* (II)- оксид  $\text{CoO}$  ҳосил бўлади.

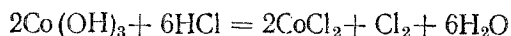
Кобальт (II)- гидроксид ҳавода турса, секин-аста оксидланиб, тўқ кўнғир тусли *кобальт* (III)- гидроксид  $\text{Co}(\text{OH})_3$  га айланади. Кучли оксидловчилар таъсир эттирилганда бу оксидланиш жуда тез боради; масалан,  $\text{NaClO}$ :



Кобальт (III)-гидроксидга кислоталар таъсир эттирилганда уч валентли кобальт тузлари ҳосил бўлмайди, балки кислоталар ажралиб чиқади ва икки валентли кобальт тузлари ҳосил бўлади; масалан:



Кобальт (III)- гидроксид хлорид кислотадан хлорни ажратиб чиқаради:



Умуман олганда, кобальт (III)-гидроксид ва кобальт (III)- оксидлар марганец (IV)- оксид ҳамда қўрғошин (IV)- оксид каби оксидловчилар сифатида таъсир этади, марганец (IV)-оксид билан қўрғошин (IV)-оксидларнинг тегишли тузлари ҳам ниҳоятда беқарордир.



Кобальтнинг ҳар хил комплекс бирикмалар ҳосил қилиш қобилияти кобальт учун жуда характерлидир; яна, шу нарса ажойибки, кобальт бу бирикмаларда ҳамма вақт деярли уч валентли бўлади. Икки валентли кобальтнинг комплекс бирикмалари, гарчи маълум бўлса ҳам, аммо ниҳоятда беқарордир; аксинча, икки валентли кобальтнинг оддий бирикмалари барқарор бўлади. Кобальт комплекс бирикмаларда катион таркибига ҳам, анион таркибига ҳам кира олади, масалан:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  ва  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ . Кобальтнинг координацион сони олтига тенг.

Кобальт баъзи қотишмалар таркибига киради ва бунда қотишмаларнинг қаттиқлиги ниҳоятда ортади. Кобальтнинг хром ва вольфрам билан қотишмаси — стеллит — тез кесар асбоблар тайёрлаш учун ишлатилади, стеллит таркибида 40—50% кобальт, 13—35% хром, 5—25% вольфрам ва 1,5—3% углерод бўлади. Кобальт (10—15% миқдорда) вольфрам, титан, молибден ва бошқа металлларнинг карбидларидан тайёрланадиган металло-керамик қотишмаларга цементловчи қўшимча сифатида ҳам ишлатилади. Кобальт бирикмалари шишага қўшилса, шишани тўқ кўк рангга киритади (кобальт силикатининг ҳосил бўлиши). Майда кукунга айлантирилган бундай шиша кўк бўёқ сифатида ишлатилади ва «шмальта» ёки «кобальта» деб аталади.

249. Никель (*Niccolum*); атом оғирлиги 58,71. Никель, худди кобальт каби, табиатда асосан, мишьяк ёки олтингурут билан ана шундай бирикмалардир. Никель табиатда кобальтга қараганда кўпроқ тарқалган (ер пўстлоғида оғирлик жиҳатдан 0,02 процент никель бор). Никелнинг энг катта конлари Канадададир. Никель запаслари жиҳатидан Совет Иттифоқи дунёда иккинчи ўринда туради; мамлакатимизда никелнинг бой конлари Уралда, Қозоғистонда, Таймир ва Кола ярим оролларидадир.

Уралдаги никель конлари революциядан анча илгари ҳам маълум эди. Аммо чор Россиясида никель саноати бўлмаган ва никель чет элдан келтирилар эди. Ватанимизда никель саноати барпо этиш масаласи совет ҳокимияти давридагина муваффақият билан ҳал қилинди. Дастлабки никель заводи Уралда 1934 йилда ишлай бошлади.

Бутун дунёда (СССР дан ташқари) 1956 йилда 200 минг т га яқин никель олинган эди.

Металл ҳолидаги никель сарғиш-оқ тусли, ниҳоятда қаттиқ, яхшилаб ялтиратилиши мумкин бўлган ва магнитга тортиладиган металлдир. Унинг зичлиги  $8,9 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $1453^\circ\text{C}$  га тенг. Никель ҳавода оксидланмайди ва фақат нитрат кислотада яхши эрийди. Никелнинг нормал потенциали  $-0,23 \text{ в}$  га тенг.

*используют*

Никель амалда бир қатор мақсадлар учун ишлатилади. Никель оз миқдорда, бошқа металллар сиртига юритиш (никеллаш) учун ишлатилади. Никелнинг асосий массаси темир, мис, рух ва бошқа металллар қотишмалари тайёрлаш учун кетади. Пўлатга никель қўшилса, пўлатнинг қовушоқлиги ва коррозияга яхши чидайди. Таркибида никель ва бошқа металллар бўлган легирланган пўлатлар, масалан, хром-никелли пўлат (бу пўлат таркибида 1—4% никель, 0,5—2% хром бўлади) артиллерия қуроллари, хилма-хил зирҳлар, зирҳтешар снарядлар, ўқларнинг қобиқлари ва шу кабилар тайёрлаш учун кенг ишлатилади.

Никель билан миснинг кўпроқ процент никелга эга бўлган ва коррозияга берилмайди деса бўладиган қотишмалари химия саноатида, денгиз кемасозлигида ва самолётсозликда, камроқ процентли никелга эга бўлган қотишмалари (никелли бронза) эса чақа тайёрлашда ишлатилади.

Никелнинг амалий жиҳатдан муҳим аҳамиятга эга бўлган бошқа қотишмаларидан қуйидагиларни кўрсатиб ўтамиз: 1) инвар — таркибида 35—37% никель бор пўлат бўлиб, бу пўлатнинг кенгайиш коэффициенти ниҳоятда кичик: бундай пўлатдан соат маятникларининг стерженлари, турли ўлчов асбобларининг шкалалари тайёрланади; 2) платинит — таркибида 0,15% углерод ва 44% никель бор пўлат бўлиб, унинг кенгайиш коэффициенти ҳам худди шишанинг кенгайиш коэффициенти кабидир, шунинг учун уни шишага кавшарлаш мумкин; платинит электр лампочкалари тайёрлашда ишлатилади; 3) нихром — никелнинг хром билан қотишмаси бўлиб, унинг электр қаршилиги жуда катта; реостатлар тайёрлаш ва электр билан қиздириладиган ҳар хил асбоблар тайёрлаш учун ишлатилади; 4) никелин — мис, никель ва рухдан иборат қотишма бўлиб, бунинг ҳам электр қаршилиги анча катта; никелиннинг электр қаршилиги температуранинг кўтарилиши билан кам ўзгаради.

Кукунга айлантирилган никель кўпгина химиявий процессларда кенг ишлатилладиган ниҳоятда муҳим катализатордир. Тоza никелдан лаборатория идишлари тайёрланади.

*используют*

Никелнинг бирикмалари кобальтнинг бирикмаларига жуда ўхшайди. Никель ҳам, худди кобальт каби, иккита асосли оксид никель (II)-оксид NiO ва никель (III)-оксид Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ҳамда уларга мувофиқ келадиган гидроксидлар ҳосил қилади, никель фақат бир қатор тузлар ҳосил қилади ва бу тузларда никель икки валентли бўлади.

Никель (II)-гидроксид Ni(OH)<sub>2</sub> икки валентли никель тузлари эритмаларига ишқорлар таъсир эттирилганда оч яшил чўк-

ма ҳолида тушади. Никель (II)- гидроксид қиздирилганда сувини йўқотиб, кул ранг-яшил никель (II)- оксид  $\text{NiO}$  га айланади.

Никель тузлари, кўпинча яшил тусда бўлади ва эритилганда яшил эритмалар ҳосил қилади. Никель тузларидан энг кўп ишлатиладигани *никель (II)- сульфат*  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , бошқача айтганда, никель купоросидир, бу модда зумраддай яшил гўзал кристаллар ҳосил қилади.

*Никель (III)- гидроксид*  $\text{Ni}(\text{OH})_3$  қорамтир-қўнғир тусли модда бўлиб, никель (II)- гидроксидга кучли оксидловчилар таъсир эттирилишидан ҳосил бўлади. Никель (III)- гидроксид хоссалари кобальт (III)- гидроксид  $\text{Co}(\text{OH})_3$  хоссаларига ўхшайди.

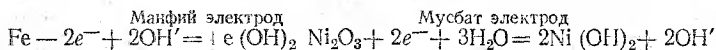
Никель кўпгина комплекс тузлар ҳосил қилади; аммо бу тузларда никель, кобальтдан фарқли ўлароқ, икки валентли бўлади.

Никель углерод (II)- оксид билан бирикиб, учувчан суюқ бирикма — *никель тетракарбонил*  $\text{Ni}(\text{CO})_4$  ҳосил қилади, бу модда қиздирилганда ажралиб, никель чиқаради. Никель рудаларидан никелни ажратиб олиш усулларининг бири ана шу модданинг ҳосил бўлишига асосланган.

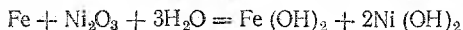
Никель бирикмалари ичида амалий жиҳатдан энг муҳим аҳамиятга эга бўлгани никель (III)- оксиддир, никель (III)- оксид ишқорли темир-никелли ёки ишқорли кадмий никелли аккумуляторлар тайёрлаш учун ишлатилади.

Темир-никелли аккумуляторда пластиналаридан бири прессланган темир кукунидан, иккинчиси — никелнинг сувли оксидидан иборат, бунда никелнинг сувли оксидига электрни яхши ўтказиши учун никель қипиқлари қўшилган бўлади. Электродлит сифатида ўювчи калийнинг 30% ли эритмаси солинади.

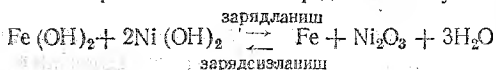
Темир-никелли аккумуляторнинг ишлаши кўрғошинли аккумуляторнинг ишлашига ўхшайди: темир кўрғошин ролини, никель (III)- оксид эса кўрғошин (IV)- оксид ролини ўйнайди. Аккумуляторнинг зарядсизланишида темир атомларининг ҳар бири иккитадан электрон йўқотиб,  $\text{Fe}^{++}$  ионларига айланади, бу ионлар гидроксил ионлари билан боғланиб,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  ҳосил қилади. Темир атомлари бералган электронлар ташқи заنجир орқали никель (III)- оксидга ўтади, у ерда  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  ни қайтариб,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  ҳосил қилади.



Бу иккала тенгламани бир-бирига қўшиб, аккумуляторнинг зарядсизланишида бўладиган реакциянинг умумий тенгламасини ҳосил қиламиз:



Аккумуляторнинг зарядланишидан худди шу реакциянинг ўзи тескари томонга қараб боради, қатодда  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  электронлар бириктириб олиб, металл ҳолатдаги темирга айланади, анодда эса  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  электронлар бериб,  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  ни ҳосил қилади. Шунинг учун, иккала процесс — аккумуляторнинг зарядсизланиши ва зарядланиши — бир тенглама билан ифодаланиши мумкин:



Темир-никелли аккумуляторнинг электр юритувчи кучи 1,4 вольтга тенг. Темир-никелли аккумуляторнинг электр юритувчи кучи қўргошинли аккумуляторнинг электр юритувчи кучига қараганда кам бўлса ҳам, аммо ишлатилишининг қудайлиги ва энгиллиги ва кўпроқ муддат ишлай олиши билан қўргошинли аккумулятордан фарқ қилади.

### ПЛАТИНА ГРУППАСИДАГИ МЕТАЛЛАР

Элемент	Символи	Атом оғирлиги	Тартиб номери	Электронларнинг қаватларда тақсимланиши					
Рутений . . . . .	Ru	101,07	44	2	8	18	15	1	
Родий . . . . .	Rh	102,905	45	2	8	18	16	1	
Палладий . . . . .	Pd	106,4	46	2	8	18	18	0	
Осмий . . . . .	Os	190,2	76	2	8	18	32	14	2
Иридий . . . . .	Ir	192,2	77	2	8	18	32	15	2
Платина . . . . .	Pt	195,09	78	2	8	18	32	17	1

Даврий системанинг саккизинчи группасидаги иккинчи ва учинчи триада элементлари: рутений, родий, палладий, осмий, иридий ва платина бир группани ташкил қилади ҳамда платина группасидаги металлар деб аталади.

250. Платина группасидаги металлларнинг умумий характеристикаси. Платина группасидаги металллар анча нодир металллардир, бу металллар ўз хоссалари жиҳатидан бир-бирига шу қадар ўхшашки, уларни бир-биридан ажратиб олиш анча қийин. Аксинча, бу элементлар темир группасидаги элементларга жуда кам ўхшайди.

Табиатда платина группасидаги металллар нуқул деярли туғма ҳолда, одатда, ҳаммаси бирга учрайди, аммо темир рудаларида ҳеч қачон учрамайди.

Платина группасидаги металллар ҳар хил тоғ жинсларига жуда тарқалиб кетганлиги учун, бу металллар одамга яқиндагина маълум бўлди. Платинанинг мавжудлиги 1750 йилда, шу группасидаги бошқа металллардан илгари топилган эди. Шундан кейин ўн тўққизинчи аср бошларида палладий, родий, осмий ва иридий кашф этилди. Платина группасидаги охириги металл — рутений 1844 йилдагина — Қозон университетининг профессори Клаус томонидан кашф этилди. Клаус бу металлни мамлакатимиз шарафига рутений деб атади (Puthenia — Россия).

Платина группасидаги металллар кам актив химиявий элементлар жумласига киради ва турли химиявий таъсирларга жуда яхши бардош беради. Уларнинг баъзилари кислоталардагина эмас, балки зар сувида ҳам эримайди.

Рутений, родий, осмий ва иридий қийин суоқланувчи металлардандир (770-бетга қаранг). Бу металларнинг топилиши қийин ва қиммат бўлишига қарамай, платина билан бир қаторда, техниканинг хилма-хил соҳаларида йилдан-йилга тобора кўп ишлатилмоқда.

Платина группасидаги металларнинг СССРдан бошқа мамлакатларда йилига ишлаб чиқариладиган миқдори қуйидаги рақамлар билан ифодаланади:

Платина . . . . .	.6200 — 18600 кг
Палладий . . . . .	.3875 — 9300 «
Родий . . . . .	.370 — 1180 «
Рутений . . . . .	.250 — 800 «
Иридий . . . . .	.155 — 465 «
Осмий . . . . .	.46 — 155 «

Платина группасидаги металларнинг энг муҳим физик константалари 31-жадвалда кўрсатилган.

31-жадвал

Платина группасидаги металларнинг энг муҳим физик константалари

Константалар номи	Рутений Ru	Родий Rh	Палладий Pd	Осмий Os	Иридий Ir	Платина Pt
Зичлиги, $g/cm^3$ . . . .	12,06	12,4	11,97	22,5	22,42	21,45
Суоқланиш т-раси, $^{\circ}C$ .	2430	1960	1552	2700	2443	1769
Қайнаш т-раси, $^{\circ}C$ . . .	4200	3670	3110	4610	4180	3710
Атом радиуси, $A^{\circ}$ . . . .	1,34	1,34	1,37	1,35	1,35	1,38

Платина группасидаги металлар, гарчи ўз бирикмаларида ҳар хил валентликни намоён қилса ҳам, аммо улар учун шундай бирикмалар айниқса хоски, бу бирикмаларда улар тўрт валентли бўлади.

**251. Платина (Platinum); атом оғирлиги 195,09.** Табиатда платина, худди олтин каби, сочма жинсларда доначалар ҳолида учрайди, бу доначаларга ҳамма вақт платина группасидаги бошқа металлар аралашган бўлади. СССРнинг платинага энг бой конлари Уралдадир. Энг кўп платина Жанубий Африка Республикасида олинади.

Платина ялтироқ, боғланувчан оқ металл бўлиб, ҳавода ҳатто жуда қаттиқ қиздирилганда ҳам ўзгармайди. Айрим-айрим олинган кислоталар платинага таъсир этмайди. Платина фақат зар сувидагина, аммо олтинга қараганда қийинроқ эрийди. Рудалардан платина зар суви ёрдами билан ажратиб олинади.

Платина қийин суоқланадиган ва химиявий таъсирларга чидайдиган элемент бўлганлиги учун, илмий ва техника ла

бораторияларида кенг ишлатилади; аналитик ишларда платина тигеллари, косалари, электродлари ва шу кабилардан фойдаланилади.

Платина кўпгина химиявий процессларни тезлатадиган катализатор сифатида ишлатилади. Кукунга айлантирилган платина бирмунча миқдордаги водород ва кислородни адсорбилаши мумкин (1 ҳажм платина 100 ҳажмга яқин водород ёки кислородни адсорбилайди). Адсорбиланган ҳолдаги водород билан кислород жуда актив бўлиб қолади; платинанинг водород ҳамда кислород ташувчи сифатида ишлатилиши ана шунга асосланган.

Платина ўз бирикмаларида, асосан, икки валентли ва тўрт валентли бўлади. Икки валентли платина ҳам, тўрт валентли платина ҳам комплекс бирикмалар ҳосил қилиш хусусиятига эга; тўрт валентли платина бирикмалари муҳимроқдир.

Платинанинг зар сувида эришдан *гексахлороплатинат кислота*  $H_2[PtCl_6]$  ҳосил бўлади; бу кислота эритма буғлатилганда  $H_2[PtCl_6] \cdot 6H_2O$  таркибли қизғиш-қўнғир кристаллар ҳолида ажралиб қолади. Бу кислотанинг калийли тузи — калийнинг энг қийин эрувчан тузларидан биридир. Шу сабабли, калийни топиш учун қилинадиган химиявий анализларда ана шу тузнинг ҳосил бўлишидан фойдаланилади.

$H_2[PtCl_6]$  хлор оқимида  $360^\circ C$  гача қиздирилса, бу модда ажралиб,  $HCl$  чиқаради ва *платина (IV)- хлорид*  $PtCl_4$  ҳосил бўлади.

Агар гексахлороплатинат кислота эритмасига ишқор қўйилса, қўнғир чўкма  $Pt(OH)_4$  ҳосил бўлади. Бу модда *платинат кислота* деб аталади, чунки у, мўл ишқорда эритилса, туз ҳосил қилади. *Платина (IV)- оксид*  $PtO_2$  ҳам маълум.

*Платина (II)- хлорид*  $PtCl_2$  кукунга айлантирилган платина устидан хлор ўтказилганда ҳосил бўлади.  $PtCl_2$  яшилроқ тусга эга бўлиб, сувда эримаيد.

Икки валентли платина кўпдан-кўп комплекс тузлар ҳосил қилади. Улардан энг муҳимлари *тетрацианоплатинат кислота*  $H_2[Pt(CN)_4]$  нинг тузларидир. Бу кислотанинг барийли тузи  $Ba[Pt(CN)_4]$  га ультрагунафша нурлар ва рентген нурлари таъсир эттирилса, у, равшан флуоресценциланади ва рентгеноскопияда флуоресценциланувчи экранларга юритиш учун ишлатилади.

252. Палладий (*Palladium*); атом оғирлиги 106,4. Иридий (*Iridium*); атом оғирлиги 192,2. Палладий — зичлиги  $11,97 \text{ г/см}^3$  га, суюқланиш температураси  $1552^\circ C$  га тенг бўлган, кумушдек оқ металлдир. Палладий платина группасидаги металлларнинг энг енгили, энг юмшоғи ва энг боғланувчанидир. Палладий гоят кўп миқдорда водород ютиш хусусияти борлиги

жиҳатидан ажойиб металлдир (I ҳажм палладий 900 ҳажмга яқин водородни ютади). Палладий водородни ютган ҳолда металллик кўринишини сақлаб қолади, аммо ҳажми бирмунча ортади, синувчан бўлиб қолади ва осонгина дарз кетади. Палладийга ютилган водород, афтидан, атом ҳолатдагига яқинроқ ва, шунинг учун, бундай водород актив бўлади. Водородга тўйинган палладий пластинкаси хлор, бром ва йодни водород галогенидларга айлантиради, уч валентли темир тузларини қайтариб, икки валентли темир тузларига, сулемани каломелга, сульфит ангидридни водород сульфидга айлантиради ва ҳоказо.

Палладийнинг сиртқи кўриниши чиройли бўлганлигидан у, заргарликда турли-туман зийнат буюмлари тайёрлаш учун ишлатилади.

Палладий, химиявий жиҳатдан олганда, платина группасидаги бошқа металллардан ўзининг бирмунча активлиги билан фарқ қилади. Палладий қип-қизил чўғ бўлгунча қиздирилса, кислород билан бирикиб, палладий (II)-оксид  $PdO$  ҳосил қилади, нитрат кислотада, концентрланган қайноқ сульфат кислотада ва зар сувида эрийди.

Палладий, худди платина каби, икки валентли ҳам, тўрт валентли ҳам бўлади, аммо икки валентли палладий бирикмалари барқарорроқдир. Палладий тузларининг кўпчилиги сувда осон эрийди ва эритмаларида кучли даражада гидролизланади. *Палладий (II)-хлорид*  $PdCl_2$  эритмада баъзи газсимон қайтарувчилар, жумладан, углерод (II)-оксид томонида осон қайтарилиб, металл ҳолатига ўтади, газлар аралашмасида  $CO$  бор-йўқлигини билиш учун палладий (II)-хлориднинг ишлатилиши ана шунга асосланган.

Иридий суюқланиш температурасининг жуда юқори ( $2443^{\circ}C$ ) эканлиги ва химиявий таъсиротларга кўпроқ чидаши билан платинадан фарқ қилади. Айрим-айрим олинган кислоталар ҳам, зар суви ҳам иридийга таъсир этмайди. Бундан ташқари, иридий ўз қаттиқлиги жиҳатидан платинадан анча устун туради.

Тоза иридий ҳар хил илмий асбоблар тайёрлаш учун ишлатилади. Бундай асбоблар тайёрлаш учун, 90 проценти платина ва 10 проценти иридий бўлган қотишмадан ҳам фойдаланилади. Метр ва килограммнинг халқаро эталони ана шу қотишмадан тайёрланган.

**253. Платина группасидаги саккиз валентли элементларнинг бирикмалари.** Платина группасидаги металллардан фақат осмий ва рутений учунгина таркибидаги шу элементлар саккиз валентли бўладиган бирикмалар ҳосилдир. Бу бирикмалардан осмий (VIII)-оксид, рутений (VIII)-оксид ва осмий (VIII)-фторидни кўрсатиб ўтмоқ лозим.

Осмий (VIII)-оксид  $\text{OsO}_4$  — бу элементнинг барча оксидлари ичида энг барқароридир, осмий ҳавода сақлангандаёқ секин-аста осмий (VIII)-оксид ҳосил бўлади. Бу оксид осон суюқланувчан (суюқланиш температураси  $40^\circ\text{C}$  га тенг), оч сариқ тусли кристалл ҳолатдаги моддадир. Осмий (VIII)-оксид буғи ўткир ҳидга эга бўлиб, ниҳоятда заҳарлидир.

Осмий (VIII)-оксид сувда анча яхши эрийди, шу билан бирга, унинг эритмасига лакмус қўшилса, кислотали реакция намоён бўлмайди. Аммо Л. А. Чугаев жаҳонда биринчи бўлиб (1918 йилда), осмий (VIII)-оксид кучли ишқорлар билан реакцияга киришиб, беқарор комплекс бирикмалар ҳосил қилишини топди.

Осмий (VIII)-оксидда кучли оксидлаш хоссалари бўлганлиги учун, у органик моддалар билан шиддатли суратда реакцияга киришиб, ўзи қора тусли осмий (IV)-оксид  $\text{OsO}_2$  гача қайтарилади.  $\text{OsO}_4$  нинг микроскопик препаратларни бўйаш учун ишлатилиши ана шунга асосланган.

Рутений (VII)-оксид  $\text{RuO}_4$  ўзининг физик хоссалари жиҳатидан осмий (VIII)-оксидга ўхшайди. Бу модда олтиндек сариқ тусли,  $25,5^\circ\text{C}$  да суюқланадиган ва сувда эрийдиган қаттиқ кристалл ҳолатдаги моддадир. Рутений (VIII)-оксид осмий (VIII)-оксидга қараганда беқарорроқ бўлиб, қиздирилганда, қайнаш нуқтасига етмасдан туриб,  $108^\circ\text{C}$  чамаси температурада  $\text{RuO}_2$  ва кислородга ажралади, бувада портлаш бўлади.

Осмий (VIII)-фторид  $\text{OsF}_8$   $250^\circ\text{C}$  да осмийнинг фтор билан тўғридан-тўғри бирикиши натижасида, рангсиз буғ ҳолида ҳосил бўлади, бу буғ совитилганда сап-сариқ кристалларга айланади, бу кристаллар  $34,4^\circ\text{C}$  да суюқланади.

Осмий (VIII)-фторид кучли оксидлаш хоссаларига эга. Осмий (VIII)-фторид сувда секин-аста осмий (IV)-оксид ва водород фторидга ажралади:





## НОМЛАР КЎРСАТКИЧИ

- Авогадро  
Агрикола  
Ангстрем  
Андерсен  
Андрианов К. А.  
Аносов П. П.  
Аристотель  
Аррениус С.  
Астон
- Багратион П. Р.  
Бекетов Н. Н.  
Беккер  
Беккерель  
Бертло  
Бертоле  
Берцелиус  
Бор Н.  
Бойль Р.  
Боршчов И. Г.  
Бот  
Бранд  
Броун  
Буабодран  
Буссенго  
Бутлеров А. М.
- Вааге  
Вавилов С. И.  
Вант-Гофф  
Вёлер  
Вернадский В. И.  
Вернер А.  
Вильсон  
Винклер  
Виноградов Д. И.  
Вольта
- Гей-Люссак  
Генри  
Гесс Г. И.  
Глаубер  
Грэм  
Гульдберг
- Дальтон Ж.  
Деберейнер  
Демокрит  
Дэви  
Диолонг
- Жансен  
Жолли-Кюри Ф.
- Зелинский Н. Д.  
Зинин Н. Н.
- Иваненко Д. Д.
- Каблуков И. А.  
Казанский Б. А.  
Канниццаро  
Кирхгоф К. С.  
Кистяковский В. А.  
Клапейрон  
Клаус  
Коновалов Д. П.  
Курнаков Н. С.  
Күчеров М. Г.  
Кэвендиш  
Кюри Ирен  
Кюри П.  
Кюри-Складовская М.
- Лавуазье А.  
Ланжевен  
Лауэ  
Лебедев С. В.  
Леблан  
Левкипп  
Ле-Шателье  
Либих  
Ловиц Т. Е.  
Локьер  
Ломоносов М. В.  
Дьюис
- Макдональд  
Марковников В. В.

Мейер Л.  
Менделеев Д. И.  
Митчерлик  
Мозли  
Морозов

Нерист  
Нильсон  
Ньюлэндс

Оствальд

Парацельс  
Паули  
Перрен  
Писаржевский Л. В.  
Планк  
Платэ А. Ф.  
Преображенский П. И.  
Пристли  
Пряишников Д. Н.  
Пти

Рамзай  
Рауль  
Рейнхольд П. А.  
Резерфорд  
Рейсс Ф. Ф.  
Рентген

Рэлей

Семёнов Н. Н.  
Сиборг Г.  
Скобелъци  
Сольвей

Тимирязев К. А.

Фаворский А. Е.  
Фарадей М.  
Федотьев П. П.  
Ферман А. Е.

Цвет М. С.

Чернов Д. К.  
Чугаев Л. А.  
Чэдвик

Шееле  
Шорлеммер К.  
Шталь

Эйнштейн А.  
Эмпедокл  
Энгельс Ф.

Якоби Б. С.

*На узбекском языке*

НИКОЛАЙ ЛЕОНИДОВИЧ ГЛИНКА

### ОБЩАЯ ХИМИЯ

Перевод с издания «Химия» М., 1963

Издательство «Ўқитувчи» — 1968 — Ташкент

Редакторлари Ш. Азимов  
А. Рахимов

Муқова расом Қ. Аҳмаджоновники

Тех. редактор Т. Сабба  
Корректор Д. Галиева

Геринга берилди 17/1—1968 й. Босинга рухсат этилди 26/IX—1968 й. Қозоғи 60×90<sup>7/8</sup>  
Физик л. 46,51, Машр л. 46,96, Тиражи 35000.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент, Навоий кўчаси, 30. Шартнома 287-86. Баҳоси 1 с. 82 т.  
Муқоваси 10 т.

ЎзССР Министрлар Совети Матбуот Давлат комитетининг 3-босмаҳонасида тевляб.  
1-босмаҳонасида босилди, Тошкент. Ҳамза кўчаси, 21. 1968. Зак 732.

Набрано в типографии №3 Государственного комитета Совета Министров УССР по печати, отпечатано в типографии № 1, Ташкент, ул. Ҳамза, 21.

# P ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

## ИПАЛАРИ

VI		VII		VIII						0		
		(H)								He <sup>2</sup>		
										4,0026		2
8 O 15,9994 7 2		9 F 18,9984 7 2								Ne <sup>10</sup>		2 2
										20,183		2
16 S 32,064 7 2		17 Cl 35,453 7 2								Ar <sup>18</sup>		3 2
										39,948		2
24 Mn 54,9380 13 2		25 Fe 55,847 14 2		26 Co 58,9332 15 2		27 Ni 58,71 16 2		28 Ni <sup>28</sup>		2 2		2
34 Se 78,96 16 2		35 Br 79,909 18 2								Kr <sup>36</sup>		3 2
										83,80		2
42 Zn 65,38 13 2		43 [99]		44 Ru 101,07 15 2		45 Rh 102,905 16 2		46 Pd 106,4 18 2		0 2		2
52 Te 127,60 18 2		53 J 126,9044 19 2								Xe <sup>54</sup>		3 2
										131,30		2
74 Mo 95,94 14 2		75 Re 186,2 15 2		76 Os 190,2 16 2		77 Ir 192,2 17 2		78 Pt 195,09 18 2		1 2		2
84 Po [210]		85 At [210]								Rn <sup>86</sup>		3 2
										222		2

1800 - 1900 - 1910 - 1920 - 1930 - 1940 - 1950 - 1960 - 1970 - 1980 - 1990 - 2000 - 2010 - 2020

## ИДЛАР

65 b 92,4	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,25	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
-----------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------

## ИДЛАР

97 K Z]	98 Cf [249]	99 E [254]	100 Fm [253]	101 Md [256]	102 No [256]	103 Lr [257]
---------------	-------------------	------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

ЭДИНГ МАССА СОНЛАРИ КУРСАТИЛГАН