

М. М. МАМАДАЗИМОВ

Астрономиядан ўқиш китоби

*Урта мактаб ўқувчилари
ва ўқитувчилар учун*

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1992

Тақризчилар: физика-математика фанлари номзодлари, астроном
А. РАҲИМОВ, А. АҚБАРОВ

Махсус муҳаррир: физика-математика фанлари номзоди, доцент
А. Т. Мирзаев

Китобда осмон jismlari ҳақидаги энг янги ютуқлар ҳақида ҳикоя қилинган. Сайёралар ва Қуёшнинг табиати, уларда рўй бераётган ҳодисалар, сайёралараро космик парвозлар натижасида олинган фан ютуқлари ёритилган. Самовий jismlar: кометалар, метеорлар ҳақида қизиқarli ва ғаройиб тарихий маълумотлар келтирилган.

Қўлланма мактаб ўқувчилари ва ўқитувчилари учун аталган бўлиб, у кенг китобхонлар оммаси учун ҳам фойдали ва қизиқarliдир.

М $\frac{4306011300-182}{353(04)-92}$ 178-92

© «Ўқитувчи» нашриёти, Т. 1992

ISBN 5-645-01518-X

*Буюк астроном ва математик,
УЛУҒБЕК МУҲАММАД
ТАРАҒАЙнинг 600 йиллик
таваллудига бағишланади.*

СУЗ БОШИ

Астрономия фани барча табиат фанлари ичида энг «мўйсафиди» ҳисобланиб, бизга Хоразмий, Беруний, Умар Ҳайём, Улуғбек ва Ғ. Қоший каби бобокалонларимиздан мерос. Бу фан жуда қадим замонлардаёқ кишиларга вақтнинг ҳисоб-китобини қилиш, узоқ йўлга саёҳатга отланганларида, юлдузларга қараб йўл топиш каби эҳтиёжларини қондиришга хизмат қилган фанлардан ҳисобланади. Бироқ унинг мавқеи, инсон Қоинотнинг сирларини ўрганишга «бел боғлаб» киришган XX асрга келиб кескин ортиб кетди. Қувватли астрономик асбобларнинг ишга туширилиши, кузатишнинг талай янги усулларининг очилиши, астрономиянинг ривожланишига янада катта имкониятлар яратди.

Хусусан, радиоэлектрониканинг ривожланиши, осмон жисмларидан таралаётган ва электромагнит нурларнинг кенг диапазонини ташкил этган радионурларни кузатиш имконини берадиган радиотелескопларнинг ихтиро қилинишига олиб келди.

Маълумки, асримизнинг 10-йилларига қадар космик жисмларни ўрганиш, асосан, ёруғлик нурларидагина, яъни тўлқин узунликлари 3900 ангстремдан 7600 ангстремгача (1 ангстрем — 100 миллиондан бир сантиметрни ташкил қилади) бўлган нурлардагина олиб борилар эди. Шубҳасиз бундай ҳол, осмон жисмларида кечаётган жараёнларнинг физик манзарасини тўлалигача намоён қилиш имконига эга бўлмай, мазкур ҳодиса ҳақида тўғри хулоса чиқаришга имкон бера олмаслиги билан жиддий камчиликка эга эди. Чунки ёруғлик нурлари осмон ёриткичлари чиқараётган электромагнит тўлқинларининг жуда тор диапазонини (бўлимини) ташкил этгани туфайли, фақат бу нурлар келтираётган маълумотлар асосида, ёриткичларнинг физик та-

биатларини ҳар тарафлама ўрганишнинг имкони йўқ эди.

Ўтган асрнинг ўрталарига келиб, француз физиклари Физо ва Фуко фотографик эмульсияни ихтиро қилдилар. Бу кашфиёт асосида осмон жисмларидан келаётган нурланишларнинг — яқин ультрабинафша ва инфрақизил (ёруғлик нурларидан чап ва ўнг томонда жойлашувчи) нурланишларни қайд қилиш имкони туғилди. Осмон жисмларини ўрганишнинг бу янги — фотографик методи ихтиросидан сўнг электромагнит тўлқинлар шкаласининг жуда катта соҳасига тегишли нурланишлар, яна бир неча ўн йиллар давомида «теша тегмаган» ҳолда ўз сирларини инсониятдан яшириб келдилар.

Бу борадаги астрономларга катта бир янгиликни асримизнинг 30-йиллари ҳада қилди: электромагнит тўлқинларининг жуда кенг радиотўлқинли диапазонида Коинотдан «ташриф буюраётган» хабарларни қайд қилишнинг имкони радиотелескопларнинг ихтиро қилиниши билан бошланди.

Қисқа вақтда радиотелескоплар талай янги ва қувватли осмон жисмлари борлигини билдирдилар. Маълум бўлишича, бизга илгаридан таниш бўлган кўплаб осмон жисмлари, жумладан, галактикалар, юлдузлар, Қуёш ва планеталар табиий радиостанцияларнинг манбалари экан.

Астрономияда янги методларнинг туғилишида 60-йиллар айниқса сермахсул бўлди. Бу даврда қувватли рентген ва гамма нурларнинг қисқа тўлқинларида нурланишни қайд қила оладиган «телескоплар» ишга тушди. Космик аппаратларга ўрнатилган бундай махсус телескоплар ёрдамида ҳозирга қадар юзлаб янги ва жуда қувватли манбалар топилди. Бундай манбаларнинг табиатини ўрганиш, юқори энергияли физика учун муҳим аҳамият касб этиши билан келажаги порлоқдир.

Шунингдек, 70-йилларда ўта ўтувчан ва «тутқич бермайдиган» зарядсиз заррача нейтринони «ушлаш» методларининг туғилиши, юлдузларнинг, жумладан, Қуёшнинг «ичига» қараш имконини берди. Бу митти заррача, планетамизни «нишонга олган» ўнлаб бошқа Коинот қаъридан келаётган заррачаларнинг «қўлидан келмайдиган» ишларни қила олиши билан физик ва астрономларнинг обрўсини юксакликка кўтарди. Гап шундаки, миллиардлаб йиллар нурланаётиб, Коинотга

тинимсиз энергия таратаётган юлдузлар, жумладан, Қуёшнинг энергия манбалари ҳақида бизга маълумотни фақат шу «кўринмас» заррача етказиб бера олади.

Шундай қилиб, астрономия «бошидан кечираётган» революциянинг асосини «туғилган йиллари» 60—70-йиллар билан белгиланган қувватли кузатиш асбоблари ва юқорида баён қилинган янги кузатиш усуллари ташкил қилади.

Кузатишнинг бир неча қувватли асбоблари ва осмон жисмларининг табиатлари билан яқиндан танишиш «илму нужум»нинг инқилобини янада яхшироқ ҳис этиш имконини беради.

Шу боисдан, муаллиф ушбу ўқиш китобини сиз муҳтарам астрономия ишқибозларини қизиқтирган, мазкур фаннинг асосий кузатиш асбоблари, Қуёш системасининг жисмлари, юлдузлар, янги очилган қувватли ва сирли осмон жисмларига бағишлади.

Уқув предметлари бўйича яратилаётган астрономиядан ушбу ўқиш китоби бу соҳада ўзбек тилида яратилаётган биринчи қўлланмалардан бўлганидан айрим камчиликлардан холи бўла олмаслиги аниқ. Шунини эътиборга олиб, муаллиф, бу китобча ҳақидаги барча таклиф ва мулоҳазаларингизни миннатдорчилик билан қабул қилади.

Шунингдек, ушбу ўқиш китобини яратилишида ўзларини қимматли маслаҳатларини аямаган Ўзбекистон ФА Астрономия институтининг директори, физика-математика фанлари доктори Т. С. Юлдашбоевга, шу институтнинг етакчи илмий ходимлари, физика-математика фанлари номзодлари А. Латипов ва А. Раҳимовларга муаллиф ўз миннатдорчилигини билдиради.

Муаллиф.

1- БОБ. ЮЛДУЗЛАР ОСМОНИ ВА ОСМОН КООРДИНАТАЛАРИ

1- §. Осмон сфераси, унинг асосий нуқталари, чизиқлари ва айланалари

Осмон jismlarining кўринма вазиятларини ва ҳаракатларини ўрганиш учун кузатиш пайтидан уларнинг ўринларини аниқлаш зарурати туғилади. Бунинг учун ёриткичларнинг осмондаги вазиятларини маълум йўналишларга нисбатан ўрганиш етарли бўлиб, кўп ҳолларда, уларгача бўлган масофаларни аниқлашга ортиқча эҳтиёж сезилмайди. Ёриткичларнинг кўринма вазиятлари ва ҳаракатларини ўрганишдан олдин, айрим тушунчалар, шунингдек, осмоннинг асосий нуқталари, чизиқ ва айланалари билан танишишга тўғри келади.

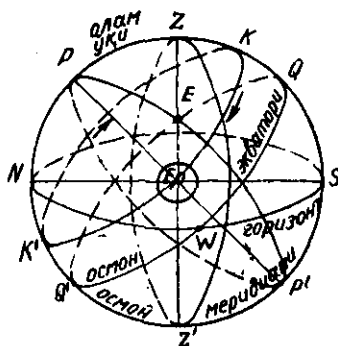
Осмон сфераси деб, радиуси ихтиёрий қилиб олинган ва марказий фазонинг ихтиёрий нуқтасида ётган шундай сферага айтиладики, бу сферада осмондаги юлдузлар, маълум бир вақтда ва аниқ бир нуқтадан қаралганда қандай кўринса, шундайлигича проекцияланган бўлади.

Таърифдан кўринишича, осмон сферасининг марказида жойлашган кузатувчи, унинг сиртида проекцияланган юлдузларни осмонда қандай кўринса, шундайлигича қайд қилади. Осмон сферасида ёриткичларнинг ўзаро жойлашиши, кўринма ва ҳақиқий ҳаракатларини ўрганишда унинг қуйидаги асосий нуқта, чизиқ ва айланаларига таянилади.

Осмон сферасининг марказидаги кузатувчи турган нуқтадан ўтган вертикал йўналишнинг осмон сфераси билан кесишган нуқталаридан бири (кузатувчининг бош томони йўналишидагиси) зенит (Z), унга диаметрал қарама-қарши ётган, иккинчиси надир (Z') деб юритилади. Сферанинг бу нуқталарини туташтирувчи тўғри чизиқ эса вертикал чизиқ дейилади (1-расм).

Осмон сферасини, унинг марказидан вертикал чизиққа перпендикуляр ҳолда ўтувчи текислик билан кесишишидан ҳосил бўлган катта айлана математик горизонт деб юритилади. Математик горизонт текисли-

гига параллел текисликлар билан осмон сферасининг кесишишидан ҳосил бўлган айланалар эса альмуқантаратлар дейилади. Осмон сферасини вертикал ўқ орқали ўтувчи текисликлар билан кесишишидан ҳосил бўлган катта айланалар эса вертикал айланалар деб аталади. Юқорида эслатилган нуқта ва чизиқлар Ер шарида кузатувчини ўз ўрнини ўзгартириши билан ўзгариб туради.



1-расм. Осмон сферасининг асосий нуқта, чизиқ ва айланалари.

Осмон сферасининг Ер шарининг асосий чизиқ, нуқта ва айланалари билан боғлиқ бўлган шундай нуқта, чизиқ ва айланалари мавжудки, улар Ернинг исталган жойидан кузатилганда ҳам вазиятини ўзгартмайди. Олам қутблари, олам ўқи, осмон экватори ва эклиптикалар ана шундай нуқта, чизиқ ва айланалардан ҳисобланади.

Ер ўқи давомларининг осмон сфераси билан кесишган нуқталари олам қутблари дейилади. Ер ўқи шимолий қутби давомининг кесишган нуқтаси — шимолий қутб, жанубий қутб давомининг кесишган нуқтаси эса оламнинг жанубий қутби дейилади. Олам қутбларини туташтирувчи ўқ эса олам ўқи деб юритилади.

Осмон сферасини марказидан ўтиб, уни олам ўқига тик текислик билан кесишишидан ҳосил қилинган катта айлана — осмон экватори дейилади. Осмон экватори Ер экватори билан бир текисликда ётади. Осмон экватори текислигига параллел текисликлар билан сферани кесишишидан ҳосил бўлган айланалар суткалик параллеллар дейилади. Олам ўқи орқали ўтувчи текисликлар билан осмон сферасининг кесишишидан ҳосил бўлган катта айланалар эса оғиш айланалари деб аталади.

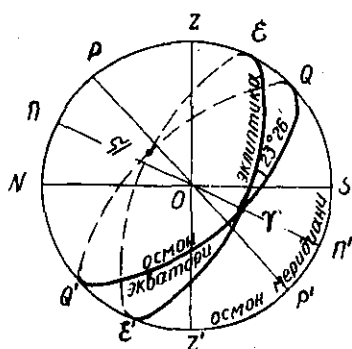
Осмон сферасининг асосий чизиқлари ва айланалари проекцияланган текисликда ётиб, олам қутблари, зенит ва надир нуқталаридан ўтувчи катта айлана осмон меридиани дейилади. Унинг математик горизонт билан кесишган нуқталари эса шимол (оламнинг ши-

молий қутбига яқини) ва жануб (жанубий олам қутбига яқини) нуқталари деб аталади. Бу нуқталардан 90° масофада ётган математик горизонт нуқталари — шарқ ва ғарб нуқталари дейилади. Математик горизонт текислиги бўйлаб йўналиб, шимол ва жануб нуқталарини туташтирувчи тўғри чизиқ туш чизиғи деб юртылади.

Осмон сферасининг юқоридаги келтирилган нуқта ва чизиқлари ўрганилгач, улар асосида осмоннинг турли координата системаларини киритиш ортиқча қийинчилик туғдирмайди.

2- §. Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати. Эклиптика

Қуёшнинг юлдузлар оралаб ғарбдан шарққа томон силжиши, эслатилганидек, жуда қадимдан сезилган. Бу силжиш ҳар суткада салкам 1° га тенг бўлиб, бир йилда Қуёш, осмон сферасининг зодиак юлдуз туркумлари орқали бир марта тўла айланиб чиқади. Қуёшнинг йиллик кўринма бу йўли катта айлана бўлиб, у эклиптика деб юртылади (2-расм). Йил давомида системали равишда туш пайтида Қуёшнинг зенитдан узоқлигини маълум бир жойдан туриб ўлчаш унинг оғиши $+23^\circ 26'$ дан $-23^\circ 26'$ га қадар ўзгаришини маълум қилади. Бундан эклиптика текислигининг осмон экваторига оғмалиғи $23^\circ 26'$, экани маълум бўлади. Эклиптиканинг тўртта асосий нуқтаси бўлиб, булардан ик-



2-расм. Эклиптика — Қуёшнинг йиллик кўринма йўли.

китаси унинг осмон экватори билан кесишган нуқтасини, қолган иккитаси эса — осмон экваторидан энг катта оғишга эга бўлган нуқталарини характерлайди. Экватор билан кесишган нуқталардан бири (Қуёш жанубий ярим шардан шимолий ярим шарга кесиб ўтганда ҳосил бўлгани) — баҳорги тенгкунлик нуқтаси ў дейилиб, Қуёш унда 21 март куни бўлади; иккинчиси — кузги тенг кунлик нуқтаси Ω дейилиб,

унда Қуёш 23 сентябрь куни бўлади. Эклиптиканинг осмоннинг шимолий ярим шарига энг катта оғишга эга бўлган (+ 23°26') нуқтаси — ёзги Қуёш туриши нуқтаси δ дейилиб, бу нуқтада Қуёш 22 июнда, жанубий ярим шарда энг катта оғишга эга бўлган нуқтаси δ' эса қишки Қуёш туриши нуқтаси дейилиб, унда Қуёш 22 декабрда бўлади.

Эклиптика текислигига тик қилиб ўтказилган ПП' чизиқ — эклиптика ўқи дейилади. Эклиптика ўқининг сфера сирти билан кесишган нуқталари эклиптиканинг шимолий — П (шимолий ярим шардагиси) ва жанубий — П' (жанубий ярим шардагиси) қутблари дейилади. Эклиптика қутблари орқали ўтувчи катта айланалар ёриткичнинг кенглик айланалари дейилади. Қуёшнинг юлдузлар фонига бундай йиллик кўринма ҳаракат қилиши, Ернинг Қуёш атрофида йиллик ҳақиқий ҳаракати туфайли содир бўлади. Шунинг учун ҳам Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати текислиги Ер орбита текислиги билан устма-уст тушади. Эклиптиканинг осмон экваторига оғмалиги Ер экваторининг ўз орбита текислиги оғмалиги билан бир хил бўлиб, 23°26' га тенг бўлади. Осмон сферасида эклиптикани худди шу тарзда акс қилиш мумкин.

3- §. Ёриткичларнинг кўринма ҳолатлари, юлдуз туркумлари

Ер сиртининг қайси нуқтасидан туриб қаралмасин, ёриткичлар (Қуёш, Ой, сайёралар ва юлдузлар)нинг барчаси гўё биздан бир хил масофада, маълум сферанинг ички қисмидан жой олгандек туюлади. Одатда бундай сфера осмон деб юритилади.

Булутсиз тунда осмонда биз юлдузлар билан бирга Ойни, планеталарни, айрим туманлиқлар ва баъзан кометаларни кўраемиз. Гарчи бир қарашда, юлдузларнинг сон-саногии йўқдек туюлса-да, аслида «қуролланмаган» кўз билан қаралганда, осмоннинг маълум ярим сферасида уларнинг сони 3 мингдан ортмайди.

Юлдузларнинг ўзаро жойлашиши жуда секинлик билан ўзгариб, махсус ўлчашларсиз, оддий кузатишлар асосида, бундай ўзгаришларни бир неча ўн, ҳатто юз йиллардан кейин ҳам сезиб бўлмайди. Бундай ҳол, Ер сиртида юлдузларга қараб мўлжал олиш учун жуда қўл келади ва сайёҳлар, жуда қадим замонлардаёқ, шундай юлдуз — компаслардан кенг фойдаланганлар.

Мўлжал олиш учун қадим шарқда осмоннинг ёруғ юлдузлари алоҳида тўдаларга ажратилиб, уларга юлдуз туркумлари деб ном берилган. Юлдуз туркумлари ҳайвонлар (Қатта Айиқ, Оққуш, Арслон, Аждаҳо, Кит ва ҳоказо), грек афсоналарининг қаҳрамонлари (Кассеопея, Андромеда, Пегас ва бошқалар), ёхуд уларнинг ёруғ юлдузлари биргаликда эслатадиган геометрик шаклларнинг номлари (Учбурчак, Тарози) билан юритилган.

XVII асрда, ҳар бир юлдуз туркумига кирувчи бир неча ёруғ юлдузлар юнон алифбосининг ҳарфлари (α , β , γ , δ ва ҳоказо) билан белгиладиган бўлди. Шунингдек 130 га яқин ёруғ юлдузга хусусий ном берилди. Жумладан, Қатта Итнинг α си — Сириус, Араваканининг α си — Капелла, Лиранинг α си — Вега, Орионнинг α си — Бетельгейзе, Персейнинг α си — Алголь (Алгуль) номлари билан юритила бошлади. Кейинчалик хирароқ юлдузларни тартиб билан номерлаш қабул қилинди ва у ҳозирги пайтда, асосан, хира юлдузлар учунгина ишлатилади.

1922 йилда юлдуз туркумларини чегараловчи эгри чизиқлар тўғри чизиқлар билан алмаштирилиб, айрим катта майдонли юлдуз туркумлари бир неча юлдуз туркумларига ажратилди. Ҳозир бутун осмон сфераси 88 қисмга (бўлакка), яъни юлдуз туркумига бўлинган.

Маълум юлдуз туркумига кирувчи бир неча ёруғ юлдузлар шу туркумга (ёки баъзан қўшни юлдуз туркумига) кирувчи хира юлдузларни топишда яхши мўлжал бўлиб хизмат қилади.

Осмонда маълум юлдуз туркумини ёки юлдузни топиш учун, дастлаб юлдуз хариталари ва атласлари билан яхши танишмоқ ва сўнгра уларни топишни машқ қилмоқ зарур. Осмоннинг сурилма харитасидан фойдаланишни ўрганган киши учун осмонда маълум юлдуз ёки юлдуз туркумини топиш ортиқча қийинлик туғдирмайди.

4- §. Қуёш, Ой, планеталар ва юлдузларнинг кўринма ҳаракатлари

Агар тунда маълум бир жойдан туриб юлдузлар бир неча соат давомида тинимсиз кузатилса, бутун осмон сфераси юлдузлари кузатувчидан ўтувчи фара-

зий ўқ атрофида айланишини кўриш мумкин. Бундай айланиш давомида ихтиёрий ёриткич, ўз вазиятини горизонт томонларига нисбатан ўзгартиради; айланиш даври бир суткани ташкил қилади ва шунинг учун ҳам ёриткичларнинг бундай ҳаракати суткалик ҳаракат дейилади.

Агар ёриткичларнинг суткалик ҳаракатлари Ернинг шимолий қутбига жуда яқин бўлмаган ўрта географик кенгликларда туриб кузатилса, жануб томонга қараб турган кузатувчига, ёриткичлар чапдан ўнгга, яъни соат стрелкаси йўналишида ҳаракатланаётгандек кўринади. Бунда маълум ёриткич, шарқ томонда, ҳар доим маълум бир нуқтадан кўтарилиб, ғарбда ҳам аниқ бир нуқтада ботади. Унинг горизонтдан максимал баландлиги ҳам (жануб йўналишида) кунлар ўтиши билан ўзгармайди.

Агар кузатувчи шимол томонга қараса, бир қисм юлдузлар шарқдан чиқиб, ғарбга ботаётгани ҳолда, бир қисми маълум қўзғалмас нуқта атрофида концентрик айланалар чизаётганини кўради. Бу қўзғалмас нуқта оламнинг шимолий қутби деб юритилади. Оламнинг шимолий қутби, Кичик Айиқ юлдуз туркумининг (Катта Айиқ — Етти қароқчи (Чўмич)га қўшни юлдуз туркуми) энг ёруғ — альфа юлдузига жуда яқин (ораси тахминан 1°) жойлашган. Кичик Айиқнинг бу юлдузи Қутб юлдузи деб ном олган.

Қуёш ва Ойнинг суткалик ҳаракатлари ҳам шарқдан ғарбга томон кузатилиб, юлдузлардан фарқли ўлароқ, уларнинг чиқиш ва ботиш нуқталари ва максимал баландликлари (жануб томонда) ўзгариб боради. Хусусан Қуёш наврўзда (баҳорги тенг кунликда 21 март) аниқ шарқ нуқтасидан кўтарилиб, аниқ ғарбда ботгани ҳолда, кейин унинг чиқиш ва ботиш нуқталари шимол томонга силжиб боради ва бу ҳол 22 июнгача давом этиб, сўнгра чиқиш ва ботиш нуқталари аксинча, горизонтнинг жануб томонига силжий бошлайди. Бу даврда Қуёшнинг туш пайтидаги баландлиги пасая бориб, кундуз қисқаради, тун эса аксинча узаяди.

Планетамизнинг йўлдоши Ой ҳам суткалик ҳаракатда иштирок қилиб, шарқдан ғарбга юлдузлар билан бирга силжиб боради. Бироқ, кўп узоқ вақт талаб этмайдиган кузатишларданоқ, Ой юлдузларга нисбатан уларнинг суткалик ҳаракатига қарама-қарши йўналишда

силжишини сезиш мумкин. Бундай ҳаракат туфайли Ой, юлдузлар оралаб ғарбдан шарққа томон ҳар суткада тахминан 13 градусдан силжиб бориб, 27,32 суткада Ер атрофини тўла айланиб чиқади.

Қуёшни бир неча ой давомида системали кузатилиши, унинг ҳам Ой каби юлдузларга нисбатан ғарбдан шарққа силжиб боришини маълум қилади. Қуёшнинг бундай кўринма ҳаракати туфайли суткалик силжиши Ойникига нисбатан жуда кичик бўлиб, атиги 1 градусга яқин ёйни ташкил қилади ва бир йилда бир марта тўла айланиб чиқади.

Қуёш ва Ойнинг осмонни бир тўла айланиб чиқиш йўллари бир-бирига яқин. Улар кесиб ўтадиган юлдуз туркумлари зодиак юлдуз туркумлари дейилиб (грекча зоо-ҳайвонлар дегани), улар 12 та: Хут, Ҳамал, Савр, Жавзо, Асад, Сумбула, Мезон, Ақраб, Қавс, Жадди, Далв. Булардан биринчи учтасини Қуёш баҳор ойларида, навбатдаги учтасини ёзги ойларда, қолганларини эса, мос равишда, куз ва қиш ойларда кесиб ўтади. Шубҳасиз, Қуёш ўтаётган юлдуз туркумининг юлдузлари Қуёшга яқин бурчак оралиқда жойлашганидан яхши кўринмайди ва, ярим йил ўтгач, ярим кечада бу юлдузлар горизонтдан жануб томонда энг катта баландликда кўринадилар.

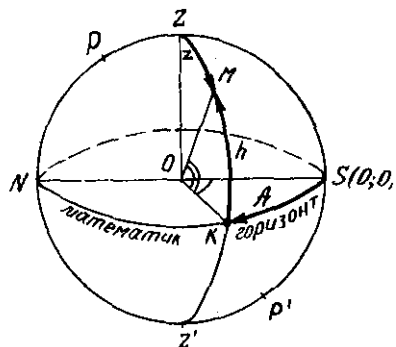
Жуда қадим замонлардаёқ кишилар зодиак юлдуз туркумлари соҳасида, ташқи кўринишлари жиҳатидан юлдузларга ўхшаш, бироқ юлдузлардан фарқ қилиб, уларга нисбатан вазиятларини ўзгартириб борувчи бешта ёриткични кузатганлар. Юлдузлардан фарқланувчи бундай хусусиятлари эвазига уларга адашган юлдузлар-планеталар (ёки сайёралар) деб ном бердилар. Қадимги Римда «адашган юлдузлар» рим худоларининг номлари билан Меркурий, Венера, Марс, Юпитер ва Сатурн деб атала бошлаган.

Телескоп ихтиро қилинганидан сўнг 1781 йилда Уран, 1864 йилда Нептун ва 1930 йилда Плутон сайёралари топилди.

Сайёраларнинг кўринма ҳаракатлари ҳам зодиак юлдуз туркумлари чегараларида кузатилиб, уларнинг юлдузларга нисбатан силжишлари асосан Қуёш ва Ойнинг силжишлари каби ғарбдан шарққа бўлади.

5-§. Горизонтал координаталар системаси

Горизонтал координаталар системасида ёриткичларнинг ўрни икки координата билан характерланади. Булардан бири ёриткичнинг A — азимути, иккинчиси h — баландлиги дейилади. Бу системада координата боши қилиб жануб нуқтаси (S) олинади. Ёриткичнинг азимути деб, у орқали ўтказилган вертикал ярим айлананинг жануб меридиани билан зенитда ҳосил қилган сферик бурчагига айтилади (3-расм). Кўпинча, азимут шу бурчакка тиралган ва математик горизонт бўйлаб йўналган ёй билан, яъни жануб нуқтасидан (S) эслатилган вертикал ярим айлананинг математик горизонт билан кесишган нуқтаси (K) гача бўлган ёй узунлиги билан ўлчанади. Ёриткичнинг баландлиги эса



3-расм. Горизонтал координаталар системаси.

ёриткичдан ўтган вертикал айлананинг математик горизонт билан кесишган нуқтаси (K)дан ёриткич (M) гача бўлган ёй узунлиги билан ўлчанади. Осмон сферасининг марказидаги кузатувчи учун A — азимут математик горизонт бўйлаб соат стрелкаси бўйлаб ўлчанса, мусбат ишорали; тескари йўналишда эса манфий ишорали бўлади. Ўлчаш чегараси $\pm 180^\circ$ гача. Баландлик математик горизонт устида мусбат ишорали, остида эса манфий ишоралидир.

Ёриткичнинг баландлиги ўрнига баъзан унинг зенитдаги узоқлиги z олинади. $h+z=90^\circ$ бўлганидан, бу катталиклардан бири берилса, иккинчиси осон топилади.

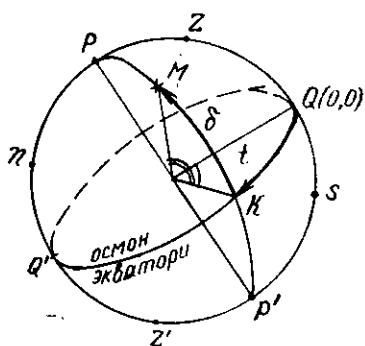
Горизонтал координаталар системаси катталиклари A ва h (ёки z)лар ёй градуси, минути ва секундларида ўлчанади. Бу координата системасининг камчилиги шундаки, кузатувчи Ер шарида ўз ўрнини ўзгартириши билан ёриткичнинг горизонтал координаталари ҳам ўзгаради. Бу система билан фақат маълум обсервато-

рияларда ёки кузатиш пунктларидагина иш олиб бо-
риш мумкин бўлади.

6- §. Экваториал координаталар

I Экваториал координаталар системаси.

Бу системада ёриткичларнинг ўрни соат бурчаги (t) ва оғиш бурчаги (δ) дейилувчи координаталарда ўл-
чанади. Координата боши қилиб, осмон меридианининг
жанубий қисми ($PZSP'$) ёйи билан осмон экватори-
нинг кесишган нуқтаси олинади (4- расм). Осмондаги
исталган ёриткичнинг соат бурчагини топиш учун у



4- расм. I экваториал координа-
талар системаси.

орқали ярим оғиш
айланаси ўтказилиб,
унинг осмон экватори
билан кесишган нуқта-
си (K) топилади. Бу
нуқтанинг координата
бошидан узоқлиги ёки
ёриткич орқали ўтган
ярим оғиш айланаси-
нинг жануб меридиа-
ни билан ҳосил қилган
олам қутбидаги сферик
бурчаги ёриткичнинг
соат бурчаги дейилади.

ёриткичнинг соат бурчаги — t , осмон сферасининг марказида
турган кузатувчи учун соатларда (h), минутларда (m)
ва секундларда (s) соат стрелкаси йўналиши бўйлаб
ёки, бошқача айтганда, осмон сферасининг айланиши
йўналиши бўйлаб, 360° гача (ёй ҳисобида) ёки 24 соат-
гача (вақт ҳисобида) ўлчанади.

Баъзан бу йўналиш мусбат йўналиш деб қабул қилиниб,
то 180° гача (ёй ҳисобида) ёки 12^h соатгача ҳисобланади;
тескари йўналиш бўйлаб t нинг ишораси манфий бўлиб,
унда — 12^h соатгача ўлчанади.

Ёриткичнинг оғиш бурчаги, осмоннинг шимолий

ярим шарида мусбат ишорали, жанубий ярим шарида эса манфий ишоралидир. Оғиш бурчаги ёй градусларида, минутларида ва секундларида ўлчанади. Баъзан ёриткичнинг оғиш бурчаги δ ўрнига унинг қутбдан узоқлиги — ρ ишлатилади. Ёриткичнинг қутбдан узоқлиги ρ оғиш бурчагини 90° га тўлдирувчи бурчак бўлганидан, яъни $\beta + \rho = 90^\circ$, бу бурчаклардан бирининг берилиши кифоя.

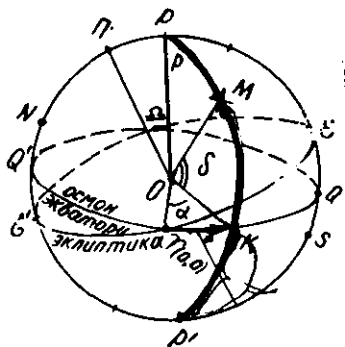
Маълум ярим оғиш айланаси устида ётган барча юлдузларнинг соат бурчаклари бир хил бўлади.

II экваториал координаталар системаси

Бу экваториал системада координата боши, эклиптика ва осмон экваторининг кесишган нуқталаридан бири — баҳорги тенгкунлик нуқтасида Γ бўлиб, ёриткичларнинг ўрни уларнинг тўғри чиқиши — α ва оғиши — δ орқали характерланади.

Ёриткичнинг тўғри чиқиши — α , у орқали ўтган ярим оғиш айланасининг осмон экватори билан кесишган (K) нуқтасининг баҳорги тенгкунлик нуқтаси — Γ дан узоқлиги билан ёки Γ ОК бурчак билан ифодаланади (5-расм) ва соат бурчаги каби соатларда, минутларда ва секундларда ўлчанади. Ёриткичларнинг тўғри чиқиши α — баҳорги тенгкунлик нуқтаси Γ дан осмон сферасининг кўринма ҳаракатига тескари йўналишда ўлчанади.

Ёриткичларнинг оғиши δ эса I-экваториал системада эслатилганидек ўлчанади. 2-экваториал координаталар системаси бўйича аниқланган ёриткичларнинг координаталари, Ер шарининг ҳамма нуқталарида бир хил бўлади, ёриткичнинг горизонтал координаталари A, h, z ва I экваториал координаталар системасида t соат бурчаги, ёриткичларнинг суткалик кўринма ҳаракати туфайли сутка давомида ўзгариб боради. Экватор бўйлаб жойлашган барча ёрит-



5-расм. II экваториал координаталар системаси.

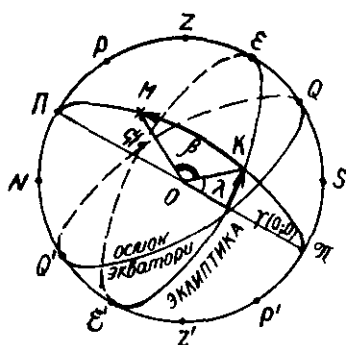
кичларнинг оғиши 0 га тенг бўлиб, маълум ярим оғиш айланаси бўйлаб жойлашган барча ёриткичлар бир хил тўғри чиқишга эга бўлади.

Эклиптиканинг асосий нуқталарининг бу система бўйича аниқланган координаталари қуйидагича бўлади:

баҳорги тенгкунлик — Υ (0; 0), кузги тенгкунлик \sim (12^h; 0), ёзги Қуёш туриши δ (6^h; + 23°26') ва қишки қуёш туриши — δ' (18^h; — 23°26').

Эклиптикал координаталар системаси

Бу системада ёриткичларнинг ўрни астрономик кенглик (β) ва астрономик узунлик (λ) билан характерланади. Координата боши сифатида бу системада ҳам баҳорги тенгкунлик нуқтаси — Υ олинади. Ёриткичнинг астрономик кенглиги эклиптикадан то ёриткичгача кенглик айланаси бўйлаб ёки МОК бурчаги орқали ўлчанади (6- расм). Кенглик айланаси,



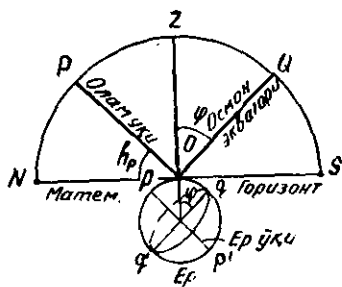
ёриткич ва эклиптика қутблари бўйлаб ўтказилади. Астрономик узунлик эса ёриткич орқали ўтган ярим кенглик айланасининг эклиптика билан кесишган нуқтасининг (K) баҳорги тенгкунлик нуқтасидан (Υ) узоқлиги (эклиптика бўйлаб) билан ёки ΥOK бурчак билан ўлчанади. Ўлчаш йўналиши осмон сферасининг суткалик кўринма айланишига тескарисидир. Астрономик узунлик ёй градуси, минути ва секундларида; узунлик эса вақт соати, минути ва секундларида ўлчанади.

6- расм. Эклиптикал координаталар системаси.

8- §. Олам қутбининг баландлиги ва жойнинг географик кенглиги орасидаги боғланиш

Ер шарининг исталган нуқтасидан кузатилганда, олам қутбининг математик горизонтдан баландлиги — h_p , шу жойнинг географик кенглиги φ га тенг бўлади.

7- расмдан кўринишича, осмон меридиани бўйлаб зенитдан экватор текислигигача бўлган ёй узунлиги— ZQ Ер шарида O нуқта географик кенлиги ёйи — $\overset{\frown}{QO}$ билан бир хил қийматли марказий бурчак (QOZ) ни ташкил қилади. Олам қутбининг баландлигини характерловчи ёй NP га тиралган бурчак NOP ва эслатилган QOZ текис бурчакларининг мос томонлари ўзаро перпендикуляр эканлигини кўриш қийин эмас, яъни $ON \perp OZ$ ва $OP \perp OQ$.



7- расм. Олам қутбининг баландлигининг жойнинг кенлигига боғлиқлиги.

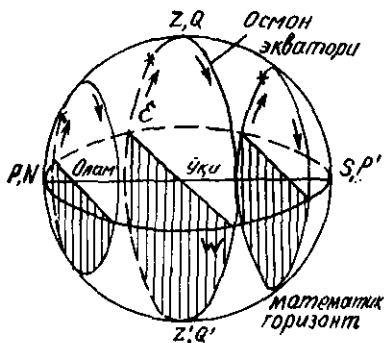
Биобарин, мос томонлари ўзаро перпендикуляр бўлган бурчакларнинг тенглигидан $\angle NOP = \angle QOZ$ бўлади. Маълумки, $\angle NOP = h_p$, $\angle QOZ = \varphi$. Шунга кўра $h_p = \varphi$ бўлади.

9- §. Турли географик кенликларда осмон сферасининг суткалик кўринма айланиши

Осмон сферасининг суткалик кўринма айланиши, Ернинг ўз ўқи атрофида айланишининг натижаси бўлганидан турли географик кенликларда осмон ёриткичларининг кўринма айланиши турлича бўлишини тушуниш қийин эмас. Танлаб олинган уч хил географик кенликда осмон сферасининг айланишини ўрганиш, бу ҳодисани турли кенликларда қандай кечиши ҳақида етарли тушунча бера олади.

1- ҳол. Кузатувчи $\varphi = 0$ географик кенликда, яъни экваторда бўлсин, у ҳолда олам қутбининг баландлиги билан жойнинг кенлиги орасидаги боғланишга мувофиқ, оламнинг қутблари математик горизонт билан устма-уст тушади (чунки $\varphi = h_p = 0$), Олам ўқи эса туш чизиғи бўйлаб йўналади.

Осмон экваторининг катта айланаси олам ўқига тик бўлганидан, зенит ва надир нуқталари орқали ўтади. Ёриткичларнинг суткалик йўллари, экваторга параллел бўлган суткалик параллел айланалар бўйлаб йўналганидан улар ҳам математик горизонтга тик ва у билан тенг иккига бўлинади (8- расм). Бундан кўри-



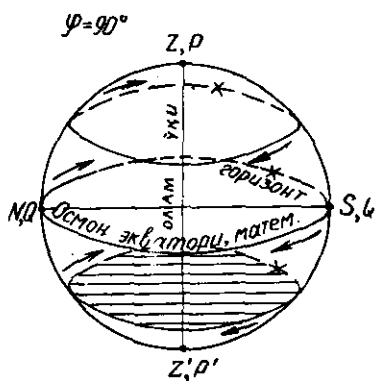
8-расм. Экваторда ($\varphi=0$) осмон сферасининг айланиши.

нишича, экваторда, осмоннинг шимолий ва жанубий ярим шаридаги барча ёриткичларни горизонтнинг устида ва остида бўлиш вақтлари ўзаро тенг бўлади. Уларнинг меридиандаги баландликлари $h = 90^\circ - \delta$ га тенг бўлади. Экватордаги кузатувчи учун барча ёриткичлар чиқади ва болади. Агар ёриткич экватор бўйлаб суткалик кўринма ҳаракат қилаётган бўлса, у зенит орқали ўтади.

Қуёшнинг маълум кунга тегишли суткалик ҳаракатини топиш учун дастлаб, берилган кун учун эклиптикада Қуёшнинг ўрни топилади ва топилган нуқтадан олам экватори текислигига параллел текисликда ётувчи суткалик параллел айланаси ўтказилади. Қуёшнинг берилган кундаги кўринма ҳаракати шу айлана бўйлаб кузатилади.

Айрим характерли кунлар учун Қуёшнинг горизонтга нисбатан суткалик кўринма ҳаракати қандай кечишини кўрайлик. 22 декабрь куни қишки Қуёш туриши нуқтаси орқали ўтказилган суткалик параллелдан (расмга қаранг) кўринадики, бу куни Қуёш осмоннинг жанубий ярим шарида шарқдан $23^\circ 26'$ га тенг ёй масофада математик горизонтга тик чиқади. Қуёшнинг меридиандаги баландлиги $h = 90^\circ - 23^\circ 26' = 66^\circ 34'$ ни ташкил қилади. Қуёшнинг 21 март ва 23 сентябрь кунларидаги йўли эса экватор бўйлаб кузатилади. Бу кунлари туш пайтида Қуёш зенитдан ўтади. 22 июнда Қуёшнинг суткалик йўли, шимолий ярим шарда олам экваторидан $23^\circ 26'$ лик ёй масофадан ўтувчи суткалик параллел бўйлаб кузатилади. Туш пайтида Қуёш 22 декабрдаги каби математик горизонтдан $66^\circ 34'$ баландда бўлади. Шундай қилиб, экваторда тўрт фасл ўрнига асосан икки фасл — куз ва баҳор пайтлари энг иссиқ давр ва ёз ҳамда қиш пайтларида муттасил салқин давр кузатилади.

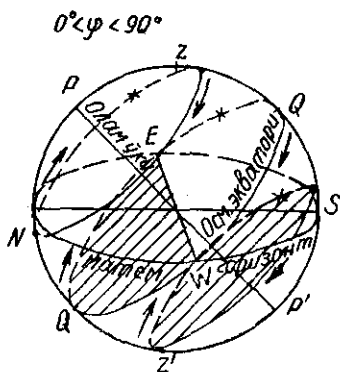
2- ҳол. $\varphi = \pm 90^\circ$, яъни кузатувчи Ер қутбларида бўлсин. Агар кузатувчи шимолий қутбда бўлса, олам шимолий қутбининг баландлиги $h_p = 90^\circ = \varphi$, яъни зенит билан устма-уст тушади (9- расм). У ҳолда олам ўқи вертикал ўқ билан, олам экватори эса математик горизонт билан устма-уст тушади. Бунда осмоннинг шимолий ярим шаригаги барча юлдузлар математик горизонтга параллел айланади ва ботмайди. Уларнинг айланиш баландликлари йил давомида ўзгармас бўлиб, шу ёриткичларнинг оғиш бурчакларига тенг бўлади, яъни $h_* = \delta_*$.



9- расм. Қутбда ($\varphi = 90^\circ$) осмон сферасининг айланиши.

Осмоннинг жанубий ярим шаригаги ёриткичлар эса аксинча, чиқмайди ва горизонт остида унга параллел ҳаракатланади. Қуёшнинг суткалик ҳаракати, олам қутбида характерли бўлиб, ҳар суткада чиқиб ботмайди. Эклиптика бу ерда математик горизонт билан тенг иккига бўлинганидан Қуёш ярим йил горизонтдан юқорида горизонтга параллел айланади. Қуёш қутбдаги кузатувчи учун 21 март куни чиқади ва спираль бўйлаб ҳар куни қарийб чорак градусдан кўтарилиб боради. 22 июнда Қуёшнинг баландлиги максимумга эришиб, $h = \delta = 23^\circ 26'$ га етади. Шундан сўнгра яна уч ой давомида Қуёш баландлигининг тушуви давом этади. 23 сентябрь куни Қуёш энг сўнги марта горизонт устида айланади ва сўнгра ботади. Шундан кейин то келгуси йилнинг 21 мартига қадар Қуёш чиқмайди.

3- ҳол. $0 < \varphi < 90^\circ$, яъни кузатувчи экватордан ва қутбдан бошқа нуқталарда бўлсин. Бу жойларда суткалик параллел айланалари математик горизонт билан кесишганда тенг иккита бўлинмайди (олам экватори бундан мустасно (10- расм). Шимолий ярим шардаги суткалик параллел айланаларнинг горизонт устидаги қисми горизонт остидаги қисмидан катта бўлади ва бу фарқ ёриткичнинг оғиш бурчаги δ га боғлиқ бўлиб, у қанча катта бўлса, фарқ шунча кўп бўлади. Жанубий



10-расм. Урта кенгликларда ($0 < \varphi < 90^\circ$) осмон сферасининг айланиши.

ёки чиқмайдиган ёриткичлар бўлади. Улар осмоннинг қанчалик катта ёки кичик майдонини эгаллашлари жойнинг географик кенглигига боғлиқ. Расмга қараб чиқмайдиган ва ботмайдиган ёриткичларнинг оғиши учун қуйидаги муносабатни келтириб чиқариш мумкин:

$\delta_* \geq 90^\circ - \varphi$ — шимолий ярим шардаги ботмайдиган ёриткичлар учун;

$(\delta_*) \geq 90^\circ - \varphi$ — жанубий ярим шардаги чиқмайдиган ёриткичлар учун. Бундай кенгликларда Қуёшнинг

суткалик йўли, у шимолий ярим шарда бўлганда (яъни 21 мартдан то 23 сентябрга қадар) кундузиси тунидан узунроқ, жанубий ярим шарда бўлганда эса (яъни 23 сентябрдан то келгуси йилнинг 21 мартига қадар) тун кундузисидан узунроқ экани кузатилади. Агар жойнинг географик кенглиги қутб айланасидан шимолда (яъни $\varphi > 66^\circ 34'$) бўлса, бундай жойларда 22 июнга яқин бир неча кун ёки бир неча ой ($\varphi > 70^\circ$ бўлса) давомида Қуёшнинг ботмаслиги, 22 декабрь атрофидаги кунларда эса чиқмаслигини кузатиш мумкин.

ярим шардаги ёриткичлар суткалик айланаларининг горизонт остидаги қисмлари эса, аксинча, устидагисидан кўп, яъни горизонт остида ёриткичлар устидагига қараганда кўпроқ вақт бўлади. Шунингдек бу жойларда осмоннинг шимолий ва жанубий ярим шарларида математик горизонт билан кесишмайдиган суткалик параллеллар ҳам мавжуд бўлиб, улар бўйича ҳаракатланадиган ёриткичлар ботмайдиган

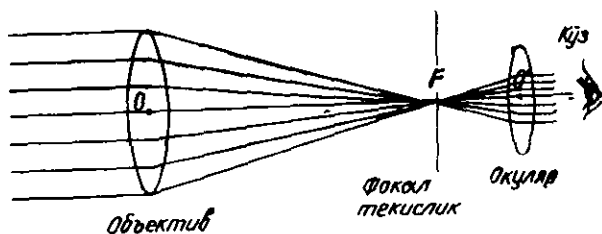
II Б О Б. ТЕЛЕСКОПЛАР — АСТРОНОМЛАРНИНГ КЎЗИ

1- §. Телескопларнинг яратилиш тарихидан

Кунларнинг бирида Падуя (Италия) университетининг профессори Галилео Галилей Франциядан хат олди. Хатда узоқдаги предметларни кўришга имкон берадиган бир асбоб ҳақида ёзилган эди. Гарчи хатда асбобнинг тузилиши тўғрисида маълумот берилмаган бўлса-да, Галилей мактубни олган куниде, бундай асбобни яшаш иштиёқида бир неча тунларни бедор ўтказди. Бир қанча муваффақиятсиз уринишлардан сўнг, у танлаган икки линзадан ясалган олиннинг дастлабки трубаси предметларни уч марта чамаси яқинлаштириб кўрсатди. 1609 йил Галилей ўзи ясаган телескопнинг яхши намунаси билан Венецияга йўл олди. Бу ерда Падуя профессори ўз телескопни Авлиё Марк минорасига ўрнатиб, кўпчиликни бу асбобнинг «қудрати» билан таништириб, манзур қилди. Венециянинг таниқли зодагонлари кўз илғамас денгиз кемаларини Галилей трубасида бемалол кўриб, ҳайратдан ёқа ушлашди.

Шундай қилиб, Галилей биринчи бўлиб, осмон жисмларини яқинлаштирувчи астрономларнинг суянчиқ кўзини — телескопни ихтиро қилди. Бу кашфиёт астрономия тарихида жуда катта янгилик бўлиб, бу фан учун янги даврни очиб берганлиги кейинроқ маълум бўлди.

Телескоплар қандай тузилади ва улар қандай қилиб

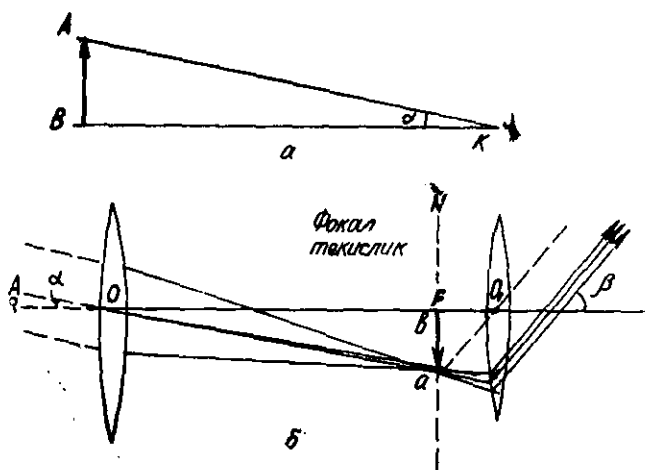


11- расм. Телескоп - рефракторда нурнинг йўли.

предметларни жумладан, осмон жисмларини яқинлаштириб кўрсатади?

Галилей телескопи рефрактор дейилиб, икки қавариқ шиша линза ёрдамида ясалади. Улардан бири — фокус оралиғи каттаси — объектив дейилиб, иккинчиси окуляр дейилади (11-расм). Рефракторда у қаратилган предметнинг объектив томонидан ясалади. Линза объектив жисмлардан келаётган параллел нурлар дастасини синдириб, бош фокал текислигида бу жисмнинг тасвирини ясайди. Бош фокал текислик деб, линзанинг бош фокусидан бош оптик ўққа перпендикуляр қилиб ўтказилган текисликка айтилади.

Телескоплар, осмон ёриткичларидан оддий — «қуролланмаган» кўзга nisbatan минглаб марта кўп ёруғлик оқимини йиға олганлари учун ҳам улар ясаган тасвирнинг равшанлиги, кўз қорачиғининг ясаган тасвирига nisbatan минглаб марта ёруғ бўлади. Бу эса телескопнинг асосий хизматларидан бири ҳисобланади. Унинг иккинчи асосий хизмати катталаштиришидир. Фокал текислигида объективнинг ясаган тасвири, оддий кўз билан предметга қаралганда, унинг кўриниш бурчагидан бир неча марта катталашиб кўринади. Агар телескоп ясаган тасвирнинг равшанлигини объективнинг диаметри белгиласа, унинг катталаштиришини объективнинг фокус масофаси белгилайди.



12-расм. а — Жисмнинг кўриниш бурчаги («қуролланмаган кўз билан қаралганда»), б — Телескопда жисмнинг катталаштирилиши.

Телескопнинг қувватини характерлайдиган бу катталикларни математик «тил» билан, айниқса, ихчам баён қилиш мумкин, яъни тасвирнинг равшанлигини характерловчи нисбий тешик дейилувчи катталик d :

$$d = \frac{D_{об}}{F_{об}},$$

шаклда ифодаланади, бу ерда $D_{об}$ — объективнинг диаметри, $F_{об}$ эса унинг фокус масофаси.

Телескопларда — окулярнинг асосий хизмати, осмон жисмларининг кўринма бурчакларини катталаштиришдан иборатдир. Буни кўз олдимизга яққол келтириш учун, дастлаб, «телескопнинг катталаштириш» тушунчаси билан танишайлик.

Фараз қилайликки, AB жисм кўзи K нуқтада жойлашган кузатувчига α бурчак остида кўринсин (12-а расм). У ҳолда бу жисмнинг катталиги шу бурчак ўлчами билан характерланиб, α бурчак етарлича катта бўлса, жисм ҳам каттадек, кичик бўлганда эса кичикдек туюлади. Энди жисмнинг A ва B нуқталаридан чиқаётган нурлар объективга AO ва BO йўналишлари бўйича параллел даста кўринишида тушаётган бўлсин (12-б расм). У ҳолда, AO га параллел тушаётган нурлар ён оптик ўқнинг a нуқтасида, BO га параллел нурлар эса ўхшаш b нуқтада тасвири ясайди. a ва b нуқталар объективнинг бош фокал текислигида ётиб, AB жисмнинг ҳақиқий тасвири ab ни ясайди. Шундан сўнг нурлар окулярга тушади ва у сочилувчи нурлар дастасини яна ён оптик ўққа параллел йўналган даста кўринишига айлантиради. Расмдан кўринишича, нурларнинг параллел дасталари телескопга α бурчак остида кириб, ундан β бурчак остида чиқади. Нисбат β/α телескопнинг k - катталаштириши дейилади:

$$k = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Oab ва O_1ab учбурчаклардан: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{ba}{F_{об}}$; $\operatorname{tg} \beta = \frac{ba}{f_{ок}}$ ва α, β бурчаклари жуда кичик бўлганидан

$$\alpha = \frac{ba}{F_{об}}, \quad \beta = \frac{ba}{f_{ок}}$$

ёки:

$$k = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{ba}{f_{\text{ок}}} : \frac{ba}{F_{\text{об}}} = \frac{F_{\text{об}}}{f_{\text{ок}}} \cdot \frac{ba}{ba}, \text{ яъни } k = \frac{F_{\text{об}}}{f_{\text{ок}}}.$$

Шундай қилиб, телескопнинг катталаштириши, объективнинг фокус масофасини окулярнинг фокус масофасига нисбати билан белгиланар экан. Бундан кўринишича, телескопларда окулярини алмаштириш орқали турли катталаштиришларга эришиш мумкин. Бироқ, бундан маълум объективни телескоп учун ихтиёрый фокус масофали окулярни танлаш мумкин ва истаганча катталаштиришга эришиш мумкин экан деган хулосани чиқаришга шошилмаслик керак. Гап шундаки, окулярнинг ўзи ҳам объективнинг тасвирини ясайди ва у окуляр «қорачиғи» деб юритилади. Агар «қорачиқ» (яъни объективнинг тасвири) жуда катта бўлиб, ўзининг ўлчамларига кўра кузатувчи кўзининг қорачиғидан катта бўлса, у ҳолда, кузатиш пайтида объективнинг фақат бир қисмигина (унинг тасвирининг кўз қорачиғи билан «кесилган» қисмигина) ишлайди. Унинг ҳамма қисми ишлаши учун, окуляр «қорачиғи» кузатувчи кўзининг қорачиғи ичига жойлашиши шарт. Маълум объективли телескоп учун окуляр танланаётганда шу шарт билан ҳисоблашишга тўғри келади.

Окуляр «қорачиғи» ўлчами ρ ни қуйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин:

$$\rho = \frac{D_{\text{об}}}{k}.$$

Бу ерда $D_{\text{об}}$ — объективнинг диаметри; k — окулярнинг катталаштириши.

Бинобарин, маълум объектив учун зарурий энг кичик катталаштиришнинг миқдорини ҳисоблаб топиш мумкин.

Агар объективнинг диаметри 200 миллиметр, кўз қорачиғининг диаметри эса 5 миллиметр бўлса, у ҳолда кузатиш имконини берадиган энг кичик катталаштириш:

$$k = \frac{200}{5} = 40 \text{ марта бўлади.}$$

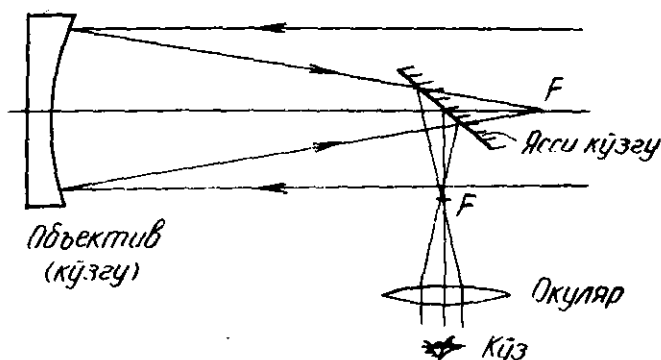
Ниҳоят, телескоплар учун характерли бўлган яна бир катталиқ ҳақида тўхталик. У телескопнинг «кўриш майдони» деб аталади. Ҳар қандай окуляр осмоннинг маълум қисминигина кўришга имкон беради. Телескопнинг кўриш майдони деб юритилувчи осмоннинг

бу қисми окулярнинг катталаштириши билан боғлиқ бўлади. Аниқроғи, окулярнинг катталаштириши қанча катта бўлса, телескопнинг кўриш майдони шунча кичик бўлади.

Галилейдан сўнг, XVII асрнинг ўрталарида, рефрактор — телескопларнинг сифатини яхшилаш бўйича голландиялик олим Христиан Гюйгенс анча иш қилди. Жуда ёшлигидаёқ кўпчиликни ўзининг математик қобилияти билан ҳайратда қолдирган Гюйгенс, объектив учун линзаларнинг энг мақбул шаклларини назарий ҳисоблашлар асосида ҳисоблаб топди.

Христиан Гюйгенснинг ўз укаси билан ҳамкорликда ясаган биринчи телескопи 3,5 метрли узунликка эга бўлиб, диаметри қарийб 60 сантиметр эди. Гарчи бундай телескопда ясалган тасвир равшан бўлмаса-да, унда Гюйгенс Сатурннинг йўлдошини топди. Шунингдек, Сатурннинг экватор зонасидаги «дўнглик»нинг сирини аниқлаш учун ака-ука Гюйгенслар узунлиги салкам 7 метрли телескопни ясашга киришдилар. Ниҳоят, қийинчиликлар уларни янги ихтиро билан мукофотлади: Сатурндаги «дўнглик» унинг ҳалқаси бўлиб чиқди.

Кейинроқ узунлиги 20, 30 ва ҳатто 40 метр келадиган линзали телескоплар ишга тушди. Бироқ, телескопларнинг қувватини бу хилда орттиришга эришган астрономлар, ўз ускуналарида икки асосий оптик камчиликни йўқотишнинг уддасидан чиқмадилар. Булардан бирига кўра, маълум ёруғлик манбаининг, жумладан, юлдузнинг телескопдаги тасвири катта ва кичик диаметрли чапланган доғ кўринишини оларди. Иккинчисига кўра эса, ҳар қандай оқ юлдузнинг линзали телескоплардаги тасвири окулярдан қаралганда турлича рангларда кўринарди. Шу туфайли астрономлар энди тасвирнинг сифатини яхшилаш устида бош қотира бошладилар. Оптиklar бу пайтга келиб, линзадаги камчиликларни ўзида акс қилмайдиган ботиқ кўзгуларнинг ҳам катталаштиришидан хабардор эдилар. Бироқ, ҳали деярли ҳеч ким яхши сифатли кўзгуларни тайёрлаш йўлларини билмасди. Бу эса кўзгули телескопларнинг «туғилиши»ни кечиктириб келар эди. Биринчи марта кўзгули телескопларни ясаш схемасини 1663 йилда шотландиялик астроном, қирол жамиятининг аъзоси Джеймс Грегори баён қилди ва уни амалда ясашга киришди. Бироқ, худди шу пайтда Лон-



13- расм. Ньютон телескопиди (рефлекторда) нурнинг йўли.

донда «бош кўтарган» вабо қирол жамиятининг аъзоларининг тарқалиб кетишига сабаб бўлди ва натижада олим ўз мақсадига эришолмай қолди.

1667 йили Лондонда эпидемия тугагач, Грегори голялари билан таниш бўлган Тринити колледжининг ёш аъзоси Исаак Ньютон кўзгули телескопнинг янги схемасини ишлаб чиқди (13- расм). Бир йил ўтгач, колледжининг ёш бакалаври унвонини олган Ньютон, объективининг диаметри атиги икки ярим сантиметрли биринчи кўзгули телескопни намоиш қилди. Кўзгули бу телескоп рефрактордан фарқ қилиб, рефлектор деб ном олди. Ньютоннинг бу митти телескопнинг катталаштириши атиги 41 мартагина бўлиб, Галилейнинг биринчи телескопидан анча устунлиги билан ажралиб турарди.

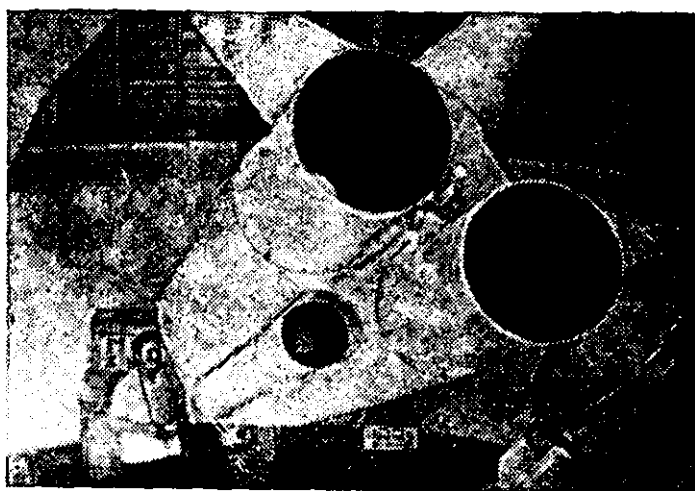
Ютуқлардан илҳомланган олим 1671 йили иккинчи йирик рефлекторни ясаб, уни қиролга ҳада этди. Тўрт ой ўтгач, «рефлекторнинг отаси» Ньютон қирол жамиятининг аъзоси қилиб сайланди.

Биринчи кўзгули телескопнинг «туғилиши», бу хилдаги қувватли телескопларнинг қурилишига кенг йўл очиб берди. Бу соҳада Ньютондан кейин, айниқса собиқ инглиз композитори ва педагоги Вильям Гершелнинг хизматлари мақтовга сазовордир. 36 ёшидан сўнггина астрономияга қизиқиб, унинг «кўчасидан юрабошлаган» бу олим, бир неча кўзгули телескопларни ясаши, Уран планетасини очиши ва юлдузлар астрономиясига тегишли талай хизматлари билан астрономия тарихида чуқур

из қолдирди. Олим 1789 йили кўзгусининг диаметри 1 метр-у 20 сантиметрли телескопни ишга тушириб бу соҳада рекорд қўйди.

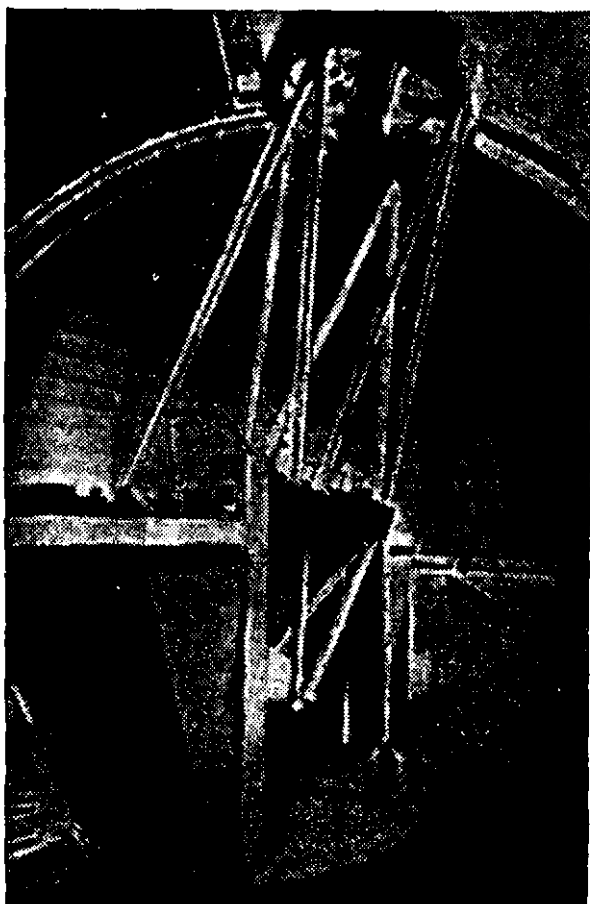
2-§. Сайёрамизнинг энг ўткир «кўз»и

Г. Галилей томонидан биринчи телескоп ясалиб, осмон жисмларига қаратилганига уч ярим асрдан кўп вақт ўтди. Бу давр ичида астрономия фани осмон жисмларини расмга олувчи қатор махсус рефрактор — астрографлар ва қувватли рефлекторларнинг ишга тушиши эвазига талай ютуқларни қўлга киритди, бу эса, ўз навбатида, астрономларнинг кўзини янада «ўткирлаштирди». 14-расмда Ўзбекистон Фанлар академиясига қарашли Китоб кенглик станциясида ўрнатилган замонавий қўшалок астрограф келтирилган, унинг объективининг диаметри 40 сантиметрдир.



14-расм. Китоб расадхонасининг қўшалок астрографи.

Қувватли кўзгули телескопларни ишга тушириш бўйича 70-йиллар айниқса сермахсул бўлди. Тарту обсерваторисиди (Эстония) кўзгусининг диаметри 1,5 метр,



15-расм. 6 метрли рефлектор.

Бюракан астрофизика обсерваториясида (Арманистон) кўзгусининг диаметри 2,6 метрли телескоп ишга тушди.

1975 йили астрономия тарихига яна бир катта воқеа билан кирди: гигант астрономик «қорачи» — телескоп (15-расм) ишга тушди. Бу телескоп ойнаси махсус автопоездда Москвадан Кавказга олиб келиниб, ўз ўрнига ўрнатилди. Ойнасининг диаметри 6 метр, қалинлиги бир метрга яқин, оғирлиги эса 42 тонна! Бу телескоп шу кунгача дунёда энг йирик деб ҳисобланган Калифор-

ния штатидаги (АҚШ) Паламар тоғига ўрнатилган телескоп кўзгусининг диаметридан бир метр ортиқ бўлиб, унга нисбатан бир ярим марта узоқроқ масофани «кўра олади».

Олимлар дунёда энг йирик бу телескопни яратишга 1964 йилда киришган эдилар. Телескоп лойиҳасини ишлаб чиқувчи конструкторлар группасига раҳбарлик қилиш ЛОМО (Ленинград оптика-механика бирлашмаси) йирик телескоплар конструкторлик бюросининг бошлиғи, Ленин мукофотининг лауреати, техника фанлари доктори Б. К. Иоаннисианига топширилди. Телескопнинг биринчи андазалари ва техник вазифалари собиқ СССР Фанлар академияси Бош Астрономия обсерваториясининг олимлари Д. Максудов, О. Мельников ва Н. Михельсонлар томонидан ишлаб чиқилди.

Бу йирик телескоп ўрнатиладиган жойни аниқлаш ҳам мураккаб вазифа бўлиб, Пулково (Ленинград) обсерваторияси ходимлари томонидан кўп йиллар давомида изланди. Натижада Кавказ тоғида, денгиз сатҳидан 2070 метр баландликда, астрономик иқлими жиҳатидан бу телескопга мос жой топилди. Бу ерда ленинградлик бош архитектор Д. Еникеев раҳбарлигида телескоп учун «уй» — минора қурилди. Телескоп «уйи»нинг баландлиги 20 қаватли бино баландлиги 53 метрга тенг бўлиб, асосидаги доиравий саҳнининг диаметри 44 метрдир.

Телескопнинг энг нозик қисми — кўзгусини тайёрлаш учун жуда кўп вақт кетди. 1600 градусли ҳароратда қуйилган кўзгунинг дастлабки етмиш тонналик қуйилмасини совитиш учун 2 йилу 4 кун зарур бўлди. Чунки кўзгуни тез совитиш, унда майда ёриқларни ҳосил бўлишидек катта хавф туғдиради. Кўзгуни сферик сирт шаклига келтириш учун берилган бир неча йиллик сайқал давомида ундан «атиги» 28 тоннаси гард (кукун) бўлиб чиқиб кетди.

Кўзгунинг сайқали тугагач, уни Кавказ тоғига олиб чиқишдек қийин иш бажарилди. Бунинг учун 120 тонналик трайлерга 6 метрли кўзгунинг оғирлик ва ҳажмига тенг бўлган макет ўрнатилди. Бутун йўл давомида кўприклар мустаҳкамланди. Мутахассислар комиссиясининг «Юкни ташиб бориш хавфсизлиги юз фоиз таъминланади» деган хулосасидан сўнг, 1974 йилнинг октябрь ойида махсус автопоездга ортилган астро-

номларнинг янги «қорачиғи» ўз маскани — Кавказ томон йўлга чиқди. Йўлда эҳтиёткорлик жуда юқори даражада бўлиб, ҳатто яшин тушмаслигининг ҳам чораси кўрилди. Автопоездни ўн етти «Волга» ва «Москвич»дан иборат ДАН группаси бошқариб борди. Қимматбаҳо юк ортилган карвон Москванинг жанубий портигача асфальт бўйлаб, сўнгра сувда Ростов-Донгача, ундан Кавказгача яна асфальт бўйлаб юрди.

Улкан телескопнинг оғирлиги 850 тонна бўлиб, унга лозим бўлган деталлар 25 минг хил ном билан юритилади. Бу деталларни тайёрлашни ЛОМО дан ташқари ўнлаб заводлар бажарди.

Телескоп трубасининг массаси 280 тонна бўлиб, заминдан кўтарилган 120 тонналик айрига кийгизилади. Айрининг ҳар бир томони уч қаватли хонадан иборат бўлиб, фотолаборатория, ўлчов асбоблари, лифт ва бошқа ёрдамчи қурилмалари бор.

Телескоп бажарадиган вазифаларига кўра, уни илмий текшириш комбинати дейилса, муболаға бўлмайди. Унда кузатувчи — астроном телескопнинг тўғри (Ньютон) фокусида махсус кабинада туриб осмон жисмларини суратга олиши ва фотоэлектрик восита ёрдамида кузатиши мумкин. Бундан ташқари, телескоп ўрнатилган горизонтал ўқнинг ҳар икки томонида унинг икки (Нэсмит ва Кассегрен) фокусларида спектрографлар жойлашган. Шулардан бири — катта спектрографнинг камера кўзгусининг диаметри 2 метр. Гигант телескопда инфрақизил нурларни қайд қилувчи приёмник ҳам бор.

Телескоп улкан бўлишига қарамай, бошқариш учун қулай қилиб ишланган ва кузатиш жараёнлари тўла автоматлаштирилган. Зарур бўлганда, бу телескопни астроном, қўли билан ҳам осонгина бошқара олади.

Телескопнинг 25 минг километр нарида ёқилган шамни осонгина кўра олиши, раффлектор — гигант «кўзи»нинг ўткирлигини тасаввур этиш учун етарли далил бўла олади. Асосан, бу йирик илмий текшириш комбинати, физик хусусияти билан кўп жумбоқларни ўзига яширган ва бир неча миллиардлаб ёруғлик йили масофада (бир ёруғлик йили — 10 триллион километр) жойлашган квазарлар, диффуз ҳамда галактик туманликларни ўрганишда ишлатилади.

3-§. Коинот учун энг сезгир «қулок»

1931 йил Англиянинг «Белл телефон» фирмасига қарашли лабораторияси, радиоинженер Карл Янскийга телеграф алоқаларига халақит қилувчи атмосферадаги электр «шовқин»ларининг манбаларини топишни вази-фа қилиб топширганда, англиялик бу ёш инженер электр «шовқин»ларини қидираётиб, радиоастрономияга асос солиши ҳеч кимнинг хаёлига ҳам келмаган эди. Янский, унга топширилган жумбоқли масалани ечиш учун ўз приёмнигига осмоннинг истаган томонини «нишон»га ола оладиган махсус антенна ясади. «Радиошовқин»лар-нинг манбалари ионосферада деб ишонган Карл 1932 йили 14,6 метр тўлқинда «ушлаган» бундай манбалар-дан бири осмон бўйлаб, юлдузлар ҳаракатланадиган йўналишда силжиётганини сезиб ҳайрон қолди. Янский-нинг аниқлашича, «шовқин»нинг бу манбаи Қуёш чиқи-шидан бир неча минут олдин Шарқда кўтарилиб, унинг ботишидан бир неча минут олдин ботар ва осмонни 23 соату 56 минутда бир марта тўла айланиб чиқар эди. Аслида, астрономиядан унчалик хабари бўлмаган инженер, топган радиоманба ионосферага ҳеч алоқаси бўлмаган космосдаги манба эканлигини кейинроқ билди (осмон сферасининг бир тўла кўринма айланиши учун кетган вақт 23 соату 56 минут).

Шундай қилиб, бу ёш инженер, ўзи сезмаган ҳолда, атмосферадаги телеграф алоқасига халақит қилувчи «электр шовқинлар»нинг манбаларини «ушлаш» мақ-садида ясаган асбоби оддий радиотелескоп бўлиб чиқди. Гарчи Янский ихтиро қилган биринчи радиоте-лескопнинг ясалганидан буён жуда кўп вақт ўтмаган бўлса-да, бу хилдаги телескопларда «ўсиш тезлиги» оддий оптик телескопларникидан сезиларли даражада юқори бўлди. Қуйида келтирилган фактлар фикримиз-нинг яққол далили бўлади.

1936 йили 2 метрли тўлқинда ишлайдиган ҳақиқий радиотелескоп америкалик радиоинженер Г. Ребер то-монидан ясалди. Шундан сўнг кўп ўтмай, Австралияда металл кўзгусининг диаметри 65 метр, Англиянинг Джодрелл Банк радиоастрономик марказида эса диа-метри 76 метрли радиотелескоплар ишга тушди. 70- йил-ларда кучли радиотелескоплар қурилиши, айниқса, сер-маҳсул бўлди. Бу даврда АҚШнинг Аресибо штатида (Пуэрто-Рико ороли) «темир коса»сининг диаметри



16- расм. 300 метрли радиотелескоп. (АҚШ).

300 метр, майдони 7,5 гектар бўлган қўзғалмас (16-расм) ва ГФР да диаметри 100 метрли қўзғалувчи (ўзаро перпендикуляр икки ўқ атрофида эркин айлана олувчи) радиотелескоп ишга тушди.

Охирги йилларда «туғилган» телескопларнинг қуввати билан бирга, уларни характерловчи бошқа бир асосий катталиқ — ажрата олиш кучини ҳам кескин орттиришга эришилди. Маълум оптик инструментнинг ажрата олиш кучини ўқувчи кўз олдига келтирсин учун, шундай қурилмага яққол мисол бўла оладиган, табиатнинг эҳсони киши кўзининг ажрата олиш кучи билан танишайлик. Нормал инсон кўзининг ажрата олиш кучи 2' (2 ёй минута)га тенгдир, бу деган сўз, кишининг кўзи, икки бир-бирига ёнма-ён жойлашган нуқтавий жисмларнинг бири иккинчисидан 2 ёй минутдан кичик бурчак (кўздан бу икки нуқтавий жисмга тортилган тўғри чизиқлар орасида ҳосил бўлган бурчак) масофада жойлашганда уларни ажратиб кўра олмайди демакдир.

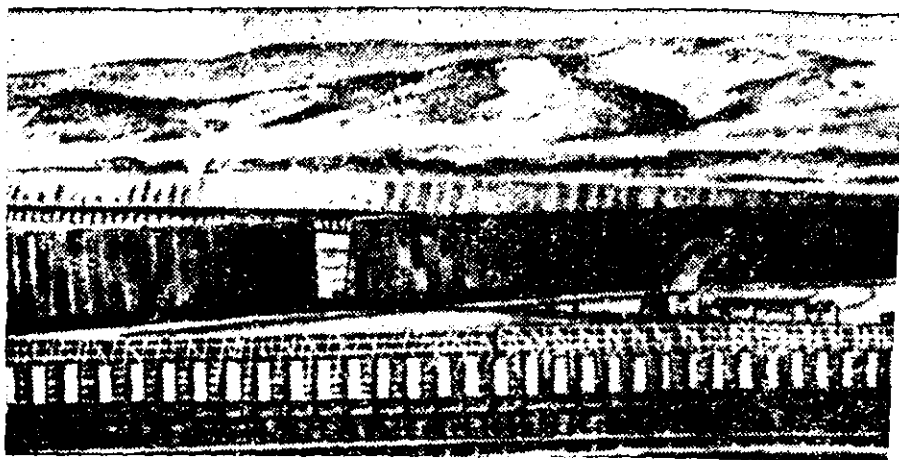
Иккинчи жаҳон урушидан кейин қурилган биринчи йирик радиотелескопнинг ажрата олиш кучи 1' бўлган бўлса, 1960 йилга келиб, 1" (1 ёй секунди)га етди, яъни уларнинг ажрата олиш қобилияти 60 марта ортди. 60- йилларда синаб кўрилган янги интерферометрик метод эса радиотелескопларнинг ажрата олиш қоби-

лиятини сантиметрли диапазонда $0,0003''$ (ўн мингдан уч ёй секунди)га етказди. Бундай бурчакнинг кичиклигини ўқувчи кўз олдига яхши келтирсин учун шундай мисол етарли: кузатувчидан 3 минг километр нарида жойлашган гугурт қутиси кўринганда эди (аслида эса, у кўринмайди, албатта!) унинг қалинлиги кузатувчининг кўзига шундай ($яъни 0,0003''$) бурчак остида кўринган бўларди!

Интерферометрик кузатиш методининг моҳияти шундаки, бундай метод ёрдамида маълум бир осмон ёриткичи кузатилганда, айни бир вақтда икки ёки ундан ортиқ бир-биридан базис дейилувчи жуда катта масофаларда (айрим ҳолларда турли қитъаларда) жойлашган телескоплардан фойдаланилади. Йирик радиотелескопларни охириги йилларда бундай янги усул билан қўлланилиши, айрим ҳолларда, уларнинг «ёш»лигига қарамасдан, анчайин «қари» оптик телескоплардан устунлик қилаётганини маълум қилмоқда.

60—70-йилларда радиоастрономик методлар ёрдамида қўлга киритилган ютуқлар, оптик астрономиянинг салкам 400 йил давомида эришган ютуқлари билан солиштирилганлиги ва баъзан ундан ўтаётганлиги, эслатилган оптик ва радиоастрономиянинг «мусобақаси» борасида келтирилган мулоҳазаларимизнинг хулосаларини тасдиқлайди.

1966 йилда собиқ СССР Фанлар академияси Президиуми, «Радиоастрономия» муаммоси бўйича Координацион Советининг янги йирик радиотелескоп қуриш ҳақидаги таклифини тасдиқлади ва бу янги инструментнинг қурилиши бўйича бош ташкилот қилиб Бош Астрономик обсерваториянинг С. Э. Хайкин бошчилигидаги радиоастрономия бўлимини тайинлади. Гигант телескоп РАТАН-600 (Радиотелескоп Академияси Наук с диаметром кольца 600 м) деб ном олди. Телескопнинг умумий нур йиғувчи майдони 10 минг квадрат метрга яқин (17-расм). Бундай «баҳайбат» қурилмани бошқариш ва унинг кузатиш материалларини ишлаб чиқиш билан махсус электрон ҳисоблаш машинаси шугулланади. Бундай телескоп «кўзининг ўткирлиги» шунчаки, у Ердан қарийб 10 млрд ёруғлик йили (ёруғлик йили астрономияда узунликнинг асосий ўлчов бирлиги бўлиб, у салкам 10 минг миллиард километрга тенгдир!) масофадаги қуввати Галактикамиздек ташқи галактикани кўра олади. Бошқача айтганда, бундай



17- расм. 600 метрли радиотелескоп — РАТАН-600.

телескоп ёрдамида унинг чегарасидаги кузатилаётган галактикадан нурининг «йўлга чиққанига» роса 10 миллиард йил бўлган, ёки яна ҳам соддароқ шарҳлаганда, ҳозир кузатилаётган у мандадан нур биз томон «отланганда» ҳали на планетамиз Ер ва на Қуёш бор эди! Чунки Қуёш системасининг ҳисоблашлардан аниқланган ёши «атиги» 5 миллиард йилни ташкил қилади! Бу улкан қурилма учун Шимолий Кавказнинг Зеленчукская станцияси яқинидаги — 1000 метр баландликдаги текис майдон танланди. 30 гектардан ортиқ майдонни эгаллаган бу жой 6 метр диаметрли, дунёда энг йирик оптик телескоп жойлашган, собиқ СССР Фанлар академиясининг махсус Астрофизика обсерваториясидан 40 километрча нарида бўлиб, кузатиш учун жуда қулай астроқлим шароитига эга.

Радиоастрономик марказ дейилувчи бу жойда РАТАН-600 телескопидан ташқари, ҳисоблаш комплексига эга бўлган лаборатория, суюқ азот ва гелий ҳайдовчи криогенли қурилмаларга эга бўлган техник корпус, механик устахона ва кузатувчилар учун махсус уй бор. Радиоастрономик марказ ҳам махсус Астрофизика обсерваториясининг таркибий қисми ҳисобланади.

Бу гигант радиотелескоп бошқа, антеннаси косасимон радиотелескоплардан фарқ қилиб, шакли — косани,



унинг туби ётган текисликка (масалаи, коса стол устида бўлса, стол текислигига) параллел турли баландликлардан ўтувчи икки текислик билан кесганда, ҳосил бўлган ҳалқа (кесик конус сиртига яқин сирт) кўринишида бўлади. Бунда, гарчи телескоп антеннасининг юзаси камайсада, унинг ажрата олиш қобилиятини характерловчи қуввати ўзгармай қолади. Ҳалқа шаклидаги антенна сиртини алоҳида бўлимчалардан қилиш мумкинлиги, бундай телескоплар конструкциясини енгиллаштиради. Бу қурилманинг бирдан-бир ноқулайлик томони, қайтарувчи ҳалқа сирти фокусининг Ер сиртидан анча баландда ётишидир. Агар ҳалқа сирти горизонт билан 45° градусли бурчак ҳосил қилса, фақат зенитдаги манбадан тушган радионурлар антеннадан қайтгач, ҳалқа марказидан ўтади. Бироқ, бундай мулоҳазадан РАТАН-600 зенитдан ўтган радиоманбаларнигина текшира олар эканда, деган хулосани чиқармаслик керак. Аслида телескоп, радионур қайтарувчининг юзасини зенитдан ихтиёрий узоқликдаги манбага мослайдиган талай автоматик мураккаб ва «маккор» механизмларга эга. Бу улкан қурилманинг 600 метрли (аниқроғи 576 м) ҳалқаси яхлит бўлмай, юзаси $(2 \times 7,4)$ квадрат метрли 895 та алоҳида металл қайтаргич панел (элемент)лардан иборат бўлиб, уларнинг

ҳар бири алоҳида металл конструкцияга бириктирилган. Шунингдек, бу металл конструкцияларда панелни радиотелескоп ҳалқаси радиуси йўналишида силжитадиган, вертикал ва горизонтал ўқлар атрофида бурадиган автоматлаштирилган механизмлар ўрнатилган. Бундай силжишлар туфайли нур қайтарувчи телескоп сирти кузатилаётган манбанинг баландлигига қараб қайта қурилади. Бироқ, шунини эслатиш жоизки, ҳар бир панелни барча йўналишлар бўйича ҳаракатлари автоматлашганидан янги объектлар учун уни қайта қуриш кўп вақт талаб қилмайди. Ўзгарувчан профилли антенналар деб юритилувчи бу антенналарни биринчи марта Совет олимлари Н. Л. Кайдановский ва С. Э. Хайкинлар таклиф қилган эдилар. 1956 йил ўзгарувчан профилли антеннага эга бўлган биринчи радиотелескоп Ленинграднинг Пулково обсерваториясида узунлиги 130 метрли ёй шаклида қурилди. Бир неча йиллар давомида бу радиотелескопда кузатиш, ўзгарувчан профилли антенна, радиотелескоплар антеннасида талай афзалликка эга эканлигининг тасдиқланиши, РАТАН учун ҳам шундай антеннани танланишига асос бўлди.

Янги радиотелескоп 8 миллиметрдан 21 сантиметргача диапазонда ишлайди. Бунда узун тўлқинли чизиқ, осмон радиоманбаларини гидрооксилнинг (ОН) 18 сантиметрли ва нейтрал водороднинг 21 сантиметрли тўлқин узунликларида спектрал ўрганиш мумкин бўлиши учун танлангани ҳолда, қисқа тўлқинли чегара, сув буғлари берадиган машҳур радиочизиқни (тўлқин узунлиги 1,36 см) ўз ичига олиш учун танланган. Айниқса, РАТАН-600 рекорд сезгирликка эга бўлган миллиметрли диапазонда Коинот жуда кам ўрганилган бўлиб, қисқа тўлқинли бу диапазонда кузатишлар, яқин келажакда кўп янгилıklar беришига олимлар зўр ишонч билан қарамоқдалар.

Гигант телескопда Қуёшнинг нозик структурасини ўрганиш, жумладан, актив соҳаларини кузатиш, планеталар ва, айниқса, узоқ ташқи галактикалар ва квазарлар деб аталган қувватли радиообъектларни тадқиқ қилиш, фан учун муҳим янгилıklar беради. Квазарларгача бўлган масофа 10 миллиард ёруғлик йили эканлигини эътиборга олсак, бу улкан телескопнинг «кўзини қанчалик ўткир»лигини тушуниш қийин эмас.

РАТАНнинг яна бир афзаллиги шундаки, у кузатилаётган объектнинг горизонтга яқин ёки узоқлигига

кўра, нур қайтарувчи ҳалқа элементларининг кам ёки кўп қисмидан фойдаланиш имконини беради. Фойдаланилаётган бошқа секторга тегишли элементлар эса шу пайтнинг ўзида осмоннинг бошқа томонида жойлашган манбани «нишон»га олиб текширилаверади. Агар радиоманба горизонтда бўлса, телескоп элементларининг тўртдан бир қисми ишлайди, демак, бунда РАТАН ёрдамида бир вақтда, ўзаро боғлиқ бўлмаган тўртта кузатиш программаси бўйича иш олиб бориш мумкин. Агар объект горизонтдан 30—80 градус баландда бўлса, телескоп элементларининг учдан бир қисми ишлайди, яъни бундай пайтда учта ўзаро боғлиқ бўлмаган объектларни кузатса бўлади. Зенит атрофидаги манбаларни ҳамма — 895 элементни ишга солиб кузатиш мумкин; бундай объектлар учун телескоп тўла қувват билан ишлаб, Коинотнинг узоқ «чегарасини» текшира олади.

Телескоп ҳалқасига жануб томондан ватар шаклида жойлашган ва 124 та текис (3,1×8,5) квадрат метрли панел — элементдан иборат перископик кўзгу ҳам ушбу телескоп конструкциясида оригинал қисмлардан ҳисобланиб, у осмон радиоманбаларини текширишни тезлаштириш ва манба кетидан «қувиш»ни осонлаштириш имконини беради.

РАТАН-600 нинг қурилиши 1968 йилда бошланиб, унинг биринчи навбати — ҳалқали нур қайтаргичларининг шимолий сектори 1974 йили ишга туширилди. Телескопни ишга тушириш ва тайёрлаш давомидаёқ қимматбаҳо маълумотлар олинди. Жумладан, сантиметрли диапазонда Қуёшнинг «радиоградуляцияси» (донадорлиги), Қуёш «тожи»нинг фотосферадан катта бурчак масофадаги қисмларининг радионурланиши аниқланди. Планеталар атмосфераси ва рельефига тегишли янги маълумотлар олинди. Айниқса, Галактикамиздан ташқари объектлар — радиогалактикалар ва квазарларни бир вақтнинг ўзида турли частоталарда кузатиш, уларни спектрал ўрганиш ва бу манбаларни алоҳида компонентларга «ажратиш» имконини берди.

Қўшалоқ Галактика — Центравр-А ни кузатиб, унинг ядроси ва компоненталарини боғловчи «радиокўприк» топилди ва тадқиқ қилинди. Радиодиазонда Қуёш тортишиш майдонида нурларнинг эгилиши — «Эйнштейн эффекти» (нисбийлик назариясининг асосий хулосаси) ўлчаб кўрилганда, назарий ҳисоблашлар бера-

диган натижага яқин катталикнинг чиқиши ҳам муҳим янгиликлардан ҳисобланади.

Илгари телескопни қисман автоматик режимда ишлатиш кўзда тутилган бўлиб, энди тўла автоматлаштиришга ўтказилмоқда. Махсус электрон ҳисоблаш машинаси олдиндан берилган программа — «буйруқ»қа кўра телескоп антеннасини кузатишмоқчи бўлган манба координаталарига мос қилиб қуришини, радиометр ва спектрометр ишларини бошқаришни, кузатиш материалларини йиғиш ва таҳлил қилишни «ўз зиммаси»га олади.

Гигант инструментда илмий-қидирув ишлари физика-математика фанлари доктори, таланти олим Ю. Н. Парийский бошчилигидаги илмий ходимлар коллективи томонидан олиб борилмоқда.

РАТАН-600 ни лойиҳалаш ва қуришда Ватанимизнинг ўндан ортиқ йирик лойиҳалаш марказлари ишга тушди. Телескопнинг асосий бўлимларини Сизрань оғир машинасозлик заводи ва Оржоникидзе номи Челябинск металл-конструкциялаш заводи тайёрлади. Осмон «миш-миш»ларини бемалол тинглай оладиган улкан «қулоқ» — радиоантеннани Севкавгидроэнергострой ходимлари монтаж қилди.

Дастлабки кузатишлар РАТАН-600 дунё радиоастрономиясига йирик ҳисса қўшишига ишонч ҳосил қилиш учун тўла асос бўла оладиган натижаларни берди. Бу улкан қурилма Коинотнинг тузилиши ва эволюцияси, жумбоқли объектлардан — квазар ҳамда пульсарларга тегишли «тилсимлар»ни ечишда, шунингдек, Коинотдаги ақлли мавжудотларни топиш каби нозик муаммоларни ҳал қилишда, яқин келажакда кутилмаган янгиликлар билан астрофизикани бойитади десак, ҳеч муболаға бўлмайди.

4-§. Ер ости ... «телескопи»

Қейинги 30 йиллик даврда осмон жисмларини ўрганишда янги методларнинг қўлланилиши, радиогалактикалар, квазарлар, пульсарлар, рентген юлдузлар каби қувватли объектларнинг топилишига сабаб бўлди. Бу объектларнинг очилишида, айниқса, электромагнит тўлқинларининг турли диапазонида космосни тадқиқ қилишнинг хизмати катта бўлди. Бироқ, Коинотни ўрганишга

алоқадор изланишларда электромагнит тўлқинлари қанчалик «сахий» бўлмасин, фан учун бу барибир кимлик қилмоқда. Шу муносабат билан астрофизиклар, кейинги йилларда, осмон жисмларининг физик табиатларини тадқиқ қилишнинг принципиал янги методларини ўрганиш билан банд бўлдилар. Бундай изланишлар, беҳуда кетмади. Бу борада, айниқса, космик объектларнинг нейтрино нурланишларини қайд этиш билан ўрганиш, уларнинг «тилсимлари»ни очишда фан учун катта имкониятлар бериши билинди. Бир қарашда юлдузлар, жумладан, Қуёш қандай энергия манбаи ҳисобига тинимсиз нурланаётгани ва иссиқлик бераётганини билишнинг иложи йўққа ўхшасада, аслида эслатилган нейтрино нурланишининг ўта ўтувчанлик хусусияти бундай муаммони ҳал қилиш имконини беради.

Маълумки, бир неча ўн миллион градусли плазмада кузатиладиган термоядро реакцияси натижасида тўртта протон иштирокида гелий атомининг ядроси вужудга келади (бундай синтез фанда протон-протон цикли реакция номи билан юритилади). Қизиғи шундаки, гелий атоми ядросининг синтези туфайли иккита нейтрино ажралади. Қуёш ва юлдузларнинг энергия манбаи — худди шу хилдаги термоядро синтези эканлигини назарга олсак, уларнинг марказидан тинимсиз нейтрино заррачаларининг оқими ажралиши маълум бўлади. Реакция туфайли юлдузларнинг, жумладан, Қуёшнинг марказида «туғилган» нейтрино оқими кўзга кўринадиган нурланишдан фарқ қилиб, юлдузларнинг қаъридан сиртигача ҳеч қандай қаршиликка учрамаган ҳолда етиб келади. Агар бу «шайтон» заррачаларни Ерда зоҳир қилишнинг иложи бўлса эди, у ҳолда юлдузлар марказидаги термоядро, реакциясининг тасдиқланиши (ёки, аксинча, бундай реакциянинг йўққа чиқарилишининг) имкони яратилган бўлур эди. Гап шундаки, нейтрино, массаси ноль ёки нолга яқин зарядсиз заррача бўлиб, моддалар билан ўзаро жуда кучсиз таъсирлашади. Шунга қарамай, маълум қалинликдаги модда қатламидан ўтаётиб, бу заррачалар жуда кам миқдорда ютилади. Физик олимлар нейтринони шу оз миқдорда ютилишини назарга олиб, амалда уни тутиш ва зоҳир қилиш учун «тузоқ» учун ярайдиган қатор материалларни топдилар. Бундай «тузоқ» сифатида атом оғирлиги 37 бўлган хлор атомидан фойдаланиш, яхши натижалар бериши аниқланди. Хлор атомининг

ядроси нейтринони ютиб, шундай атом оғирлигидаги аргоннинг изотопига айланади. Бироқ бундай реакция, 5 миллион электрон-вольтдан ортиқ энергияли нейтринолар учун самарали бўлиб, кам энергияли нейтриноларда деярли кузатилмайди. Аслида, ҳисоблашларнинг кўрсатишича, Ердаги ҳар бир квадрат сантиметр юзага бир секундда, 65 миллиардга яқин нейтрино тушиб, хлор-аргонли детектор ёрдамида қайд қилиш имконини берадиган юқори энергиялиларни, жами нейтриноннинг атиги ўн мингдан бир қисминигина ташкил этади. Шунга қарамай, 1971 йилда биринчи хлор-аргонли «телескоп», Қуёшдан келаётган «шайтон» заррачаларини «тутиш» мақсадида, АҚШдаги ташландиқ шахталардан бирида (қадимда олтин кони бўлган шахта), бир ярим километрли чуқурликда ишга туширилди. Нейтрино астрономиясининг биринчи инструменти ҳисобланган бу телескоп, ичига 610 тонна перхлорэтилен суюқлиги солинган баҳайбат цилиндрик бақдан иборат эди. Қизиғи шундаки, илгари бу телескоп воситасида Қуёшнинг маркази «нишон»га олинганда, ундан келаётган юқори энергияли нейтрино оқими, назарий ҳисоблашларда, илгари қабул қилинган Қуёш моделига кўра, уч мартача кам чиқди. Бундай ҳол, ўз навбатида, назарийчи физиклар олдида Қуёш энергиясининг манбаи ҳақидаги назарий қарашларни қайта қараб чиқиш каби мураккаб вазифани қўйди. Шу муносабат билан кейинги йилларда бир неча янги назарий қарашлар, ҳатто Қуёш энергиясининг термойдровий табиатини ҳам шубҳа остига олувчи гипотезалар туғилди.

Иزلанишлар, аввалги эксперимент натижаларини назарий ҳисоблашларга мос келмаслигининг бир неча сабаблари бўлиши мумкинлигини маълум қилди. Жумладан, Қуёш энергиясига тегишли назария, протон-протон цикли реакция натижасида, паст энергияли (0,4 миллион электрон-вольтдан кичик) нейтриноларнинг ҳам интенсив оқими туғилишини қайд қилади. Бироқ, юқорида эслатилганидек, паст энергияли бундай нейтринолар, хлор-аргонли детекторлар ёрдамида пайқалмайди.

Бинобарин, паст энергияли нейтринолар «ҳисобини олмай» туриб, Қуёш (жумладан, юлдузлар) энергиясининг термойдровий табиатини шубҳа остига олиш, бундай гипотеза муаллифлари томонидан шошқолоқликдан бошқа нарса эмас эди.

Юлдузлар энергияси билан боғлиқ нейтрино муаммосини «оёққа турғизиш» мақсадида *собиқ СССР* Фанлар Академияси Ядро тадқиқотлари институтининг нейтрино астрофизикаси лабораторияси ходимлари юқори энергияли нейтринолар билан бирга 0,2 электрон-вольтдан ортиқ энергияга эга бўлган нейтриноларни ҳам «кўра оладиган» янги телескопни яратдилар. Бу телескопда бажарилган эксперимент ёрдамида ижобий натижанинг олиниши, юлдузлар астрофизикасини тажриба билан тасдиқланган мустаҳкам пойдеворга ўрнатган бўлур эди. Келгусида нейтрино обсерваторияси номи билан юритиладиган бу йирик илмий тадқиқот маркази Шимолий Кавказнинг Андарчи тоғи этагида жойлашган Баксон ғорига жойлаштирилди. Ярим километрли туннелга эга бўлган бу гор усти қалин тоғ жинслари билан қопланган бўлиб, бошқа космик заррачалар оқимидан (электрон, протон ва фотонлардан) телескопни «ҳимоя» қилади. Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, телескоп «томи», 850 метр қалинликдаги сувнинг ҳимоя қобилиятига эквивалентдир. Бўлажак нейтрино обсерваториясининг аввалги навбати, бевосита нейтринони қайд қилишга мўлжалланган бўлмай, унинг даракчиси бўлмиш — мю-мезон дейилувчи заррачаларни «рўйхатга» олади.

Гап шундаки, яқинда физик олимлар кутилмаганда, нейтринонинг икки тури борлигини аниқладилар. Булардан бири (мю-мезоний нейтрино) маълум атомнинг ядроси билан тўқнашиб юқори энергияли мю-мезонни вужудга келтиради, иккинчиси (электроний нейтрино) эса, шундай учрашувда электрон туғилишига сабаб бўлади, нейтрино телескопида нейтринонинг таъсирида содир бўлган қувватли ана шу мю-мезонларни ўрганади.

Шу телескоп бошқа парчаланишлар туфайли вужудга келадиган мю-мезонлардан нейтрино мю-мезонларини қандай фарқлайди? — деган табий савол туғилади. Қизиғи шундаки, айрим ўтувчи заррачалар каби оддий мю-мезон ҳам телескоп «кўзгу»си — детекторга лаборатория томининг шипидан келгани ҳолда, нейтрино ҳосил қилган мю-мезон унинг полидан «ташриф бюради». Бошқача айтганда, нейтрино телескопнинг «кўзгу»си бевосита осмонга қаратилмай, Ернинг марказини «кўзлайди» ва Андарчи ғорига диаметриал қарама-қарши томонда Ер сиртига космик объектлардан келаёт-

ган нейтринони планетамиз бағри орқали ўтаётганда вужудга келтирган мю-мезонларинигина «кўради». Нейтринони Ер қобиғида атом ядролари билан тўқнашининдан ҳосил бўлган қувватли мю-мезонлар телескопда кўришиб, уларнинг «ижодкор»лари — нейтриноларга тегишли маълумотларни аниқлашга имкони туғилади. Юқори энергияли мю-мезонлар айрим суюқликлардан ўтаётганда уларда чақнаш (сцинтиляция) содир бўлади. Танланган суюқликдаги бу хусусиятдан фойдаланиб, сцинтиляторлар — телескоп элементлари тайёрланади. Нейтрино обсерваториясининг дастлабки навбати — сцинтилятор сифатида уайтспирт солинган элементлардан тузилган бўлиб, ҳар бир элемент 150 литрли сцинтилятордан ташкил топган. Ҳамма элементлар сон 3200 та, ҳамма элементларни тўлатиш учун 300 тоннадан зиёд уайтспирт керак бўлади.

Маълум элементдан мю-мезон ўтishi билан кузатиладиган чақнаш аслида жуда кучсиз бўлиб, уни бевосита кузатишнинг иложи йўқ. Шунинг учун ҳам мазкур чақнашлар, махсус фотокўнайтиргичлар воситасида миллион мартача кўпайтирилиб, сўнгра зоҳирлаш учун электрон кучайтиргичларга узатилади.

Шубҳасиз, 3200 электр тармоғидан келадиган информацияни ишлаб чиқишнинг уддасидан фақат электрон ҳисоблаш машинасигина чиқади. Шу мақсад билан барча элементлардан ҳисоблаш машинасига тортилган кабелларнинг умумий узунлиги 500 километр!

Бу гигант қурилма ёрдамида мю-мезонларни зоҳирлашдан ташқари анчадан буён назарийётчи физиклар «уйҳусини қочирган» яна бир муҳим муаммони, чунончи мю-мезоний нейтринони электринога айланиши (ёки аксинча) мумкинлигини ҳам ҳал қилишдек муҳим масалани ечиб беради. Сўнги муаммонинг ҳал қилиниши, Қуёшдан келаётган нейтрино оқимининг ҳақиқий интенсивлигини аниқлашда муҳим аҳамият касб этади. Гап шундаки, Қуёш марказида рўй берадиган термоядро синтези туфайли асосан кучли электроний нейтрино оқими вужудга келиб, қизиғи ҳозиргача қайд қилинмаган. Агар электроний нейтринонинг тарқалиш йўналишида мезоний нейтринога айлана олиши мумкинлиги аниқланса, Қуёш нейтриносига тегишли сирнинг маълум даражада «миси» чиқади. Нейтрино телескопида «икки юзлама» нейтринонинг бирининг иккинчисига айлана олишини, Ер шарининг телескоп жойлашган ўрнига

қарама-қарши томонидан келаётган космоснинг табиий нейтриноларини ўрганишдан ташқари, АҚШнинг Чикаго шаҳри яқинида қурилган миллий тезлаткичи ёрдамида сунъий ҳосил қилинган интенсив нейтрино оқимини планетамиз маркази орқали Баксон обсерваториясига йўналтирилиб, ундаи фойдаланишни ҳам кўзда тутадн.

Дунёда энг йирик нейтрино обсерваториясининг дастлабки навбатининг очилишига бағишлаб яқинда Баксон ёрида (Эльбрус тоғи этагида) ўтказилган «Нейтрино-27» Халқаро конференциясининг иштирокчилари, жумладан, чет эл олимлари, ишга туширилган дастлабки телескопини, унинг имконияти ва параметрларига кўра, дунёда нодир ва тенги йўқ қурилма деб таъ олдилар.

III БОБ. ҚУЁШ — ЭНГ ЯҚИН ЮЛДУЗ

1-§. Қуёш — Ердаги ҳаётнинг манбаи

Планетамиздаги бутун тирик мавжудот, ўсимликлар дунёси ўзининг вужудга келиши ва яшаётгани учун Қуёшдан «қарздор»дирлар. Одамзод Қуёшнинг кундалик (кўринма) ҳаракатига шу қадар кўникиб қолганки, гўё у абадийдек туюлади. Ҳақиқатан шундайми, Қуёш сўнмайдиган осмон жисмими? Қуёш ўз ҳаётининг маълум поғонасида Ер учун хавфли ҳолатни вужудга келтирмайдими? каби саволлар кўпчиликни ўйлантиради. Дарвоқе, Қуёш қисқа вақтда ғойиб бўлса, планетамизда қандай ўзгаришлар рўй берган бўлар эди? Бунда зум ўтмай Ерни қоронғулик қопларди, чунки Қуёшнинг ёруғлигини қайтариш ҳисобига кўринадиган Ой ва планеталар ҳам осмонда кўринмай қолиб, фақат юлдузларгина хира шуъалари билан Ерни ёритарди, холос. Шунингдек, бутун Ер юзини изғирин совуқ ўз «исканжасига» оларди. Бир ҳафтага қолмай тропиклар қор билан қопланар, дарёлар оқишдан тўхтаб, денгиз ва океанлар секин-аста тубигача музлар, шамол ҳам «увиллаш»ини бас қиларди. Хуллас, ҳаммаёқни ваҳимали қоронғулик, ва қаҳратон совуқ эгалларди. Бундай шароитда одамзод зоҳирадаги ёқилгилар ҳисобига умрини бир оз чўзса-да, бироқ у ҳалокатдан қочиб қутулолмас эди.

Шунинг учун ҳам, ҳаётимизнинг манбаи бўлмиш Қуёш, ҳар жиҳатдан диққатга сазовор осмон жисми ҳисобланади. Қадимда атроф-муҳитни илмий тушунтиришга ожиз бўлган авом халқ табиат кучлари олдида тиз чўкишган, унга сиғинишган. Бундан Қуёш истисно эмас эди. Мисрликлар Қуёшга, иссиқлик ва ҳаёт инъом қилувчи Ра худоси номини бериб сиғинишганда, юнонлар ва румликлар Қуёшни нур, музика ва поэзия худолари Феба, Гелиос ва Аполлон сифатида сиғинишди.

Эрамиздан олдинги 430 йилларда юнон файласуфи Анаксагор Қуёшни — чўғланган тош жисм деган фикрга келди ва ҳатто унинг катталигини ҳам ўзи яшаётган

Пелопоннес ярим оролига (кенглиги қарийб 100 километрга тенг) қийслаб аниқлади. Шубҳасиз, унинг бундай фикрга келиши учун ҳеч қандай асоси йўқ эди. Шундай бўлсада, у биринчи бўлиб мавжуд диний догмаларга зарба берди.

Қуёшгача бўлган масофани ва унинг катталигини ўлчашда тўғри йўл тутган биринчи олим Аристарх Самосский бўлди. Унинг аниқлашича, Қуёш Ойдан қарийб 19 марта узоқда бўлиб, бу масофа 1 миллион 160 минг километрни ташкил қилади. Гарчи Қуёшгача бўлган ҳақиқий масофа Аристарх тахмин қилган бу масофадан 130 марта катта бўлса-да, Қуёшнинг Ойдан узоқлигини ва бир неча марта улканлигини аниқлаш ўша давр фани учун муҳим аҳамиятга эга эди.

Кейинги йилларда Қуёшнинг массаси, ҳарорати ва физик табиатини ўрганиш борасида йиғилган маълумотлар, Қуёш тўғрисида етарли даражада аниқ тасаввур ҳосил қилиш имконини берди. Ердаги кўпгина физик ва биологик ҳодисалар Қуёш таъсири туфайли содир бўлар экан. Гарчи оддий кўз билан қараганда, Қуёш сокин осмон жисмидек кўринса-да, аслида у йирик ва қувватли физик жараёнларни «бошидан кечираётган» юлдузлардан бири бўлиб чиқди. Шу туфайли Қуёшни ўрганиш, ҳар жиҳатдан барча табиёт фанлари учун, айниқса, физика фани учун жуда катта аҳамият касб этади.

Қуёш миллиардлаб юлдузларнинг бир вакили бўлиб, катталиги ва ҳароратига кўра ўртача юлдуздир. Планетамиз бошқа юлдузларга нисбатан Қуёшга миллионлаб марта яқин бўлганидан юлдузларга кўра у каттагина бурчак остида (32') кўринади. Ер ҳам бошқа сайёралар (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер ва Сатурнлар) қаторида Қуёш атрофида айланма ҳаракат қилади. Астрономияда Ердан Қуёшгача бўлган масофа (149,5 миллион километр) узунлик ўлчови бирлиги сифатида қабул қилинган ва у бир астрономик бирлик (1 а. б.) деб юритилади. Нур бу масофани салкам 8,5 минутда босиб ўтади. Қуёшнинг диаметри 1 миллион 400 минг километр бўлиб, Ернинг диаметридан тахминан 110 марта катта. Бошқача айтганда, Қуёш ҳажмига 1 миллион 330 мингдан ортиқ Ер ҳажмидаги жисм сиғади. Қуёш сиртидаги ҳарорат 5800 К атрофида бўлиб, бу ҳарорат марказга томон ортиб боради ва тахминан 16 миллион градусга етади. Қуёш ўзидан чиқараётган энергия миқдорининг қанчалик катталигини қуйидаги мисолдан яққол кўриш

мумкин. Қуёшнинг 1 секунд давомийда чиқараётган энергияси 12 минг триллион тонна кўмирни ёққанда ажраладиган энергия миқдорига тенг. Гарчи унинг Ерга тўшаётган энергия миқдори ҳам кам бўлмаса-да, у бутун ажралаётган энергиянинг атиги 2 миллиарддан бир қисминигина ташкил қилади.

Қуёш улкан ҳароратли олов шардан иборат бўлиб, уни ташкил қилган газ, оддий газларга нисбатан ўз хусусиятлари билан кескин фарқ қилади ва плазма деб юритилади. Плазма ҳолатида модда нонлашган атомлар ва эркин электронлардан иборат. Бундай моддада нейтрал атомларнинг кўп ёки камлиги унинг температураси билан боғлиқ.

Қуёш ҳам ўз ўқи атрофида айланадими? Ҳа, Қуёш ҳам барча осмон жисмлари қатори ўз ўқи атрофида планеталарнинг айланиши йўналиши билан бир хил йўналишда айланади.

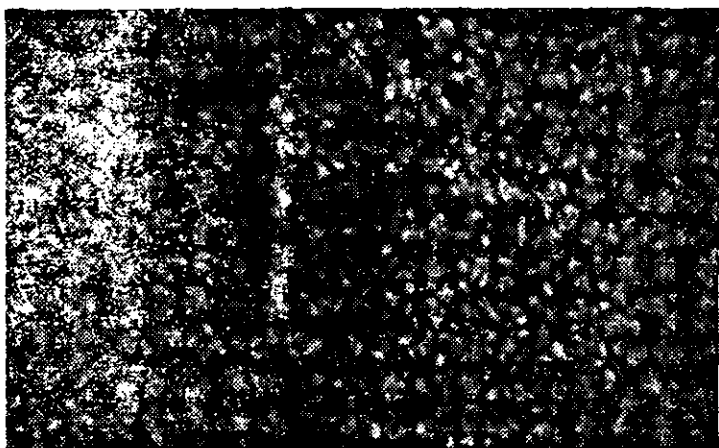
Қуёшнинг айланиш ўқи Ер орбитаси текислиги билан 83° га яқин бурчак ҳосил қилади. Қуёш Ер каби қаттиқ жисм бўлмаганидан унинг турли гелиографик кенгликлари ҳар хил бурчак тезлик билан айланади. Айланиш даври экватор қисми учун 25,4 кун бўлиб, қутб қисми учун эса 27,3 кунга тенг бўлади. Бу даврлар Қуёш доғлари ўрнининг вақт ўтиши билан ўзгаришига кўра осон аниқланади. Қуёш экватори яқинидаги доғлар катта гелиографик кенгликдаги доғлар билан маълум бир меридианда пайдо бўлса-да, вақт ўтиши билан экватор қисмидаги доғлар, бошқа доғлардан илгарилаб кетади.

Кўпгина осмон жисмларининг экваториал диаметрлари қутбий диаметрларидан катталиги кузатилади. Жумладан, Ернинг бу диаметрлари орасидаги фарқ 41 километр дир. Қуёшнинг қутбий ва экваториал диаметрларининг ўзаро нисбати ҳам Ерникига ўхшашми? Кузатишлар бу хилдаги фарқ, Қуёшда салкам 150 километрга тенглигини кўрсатади.

Қуёшнинг диаметри, унинг активлиги даражасига кўра ўзгариб туриши аниқланган, бироқ бу ўзгариш жуда кичик миқдорни ташкил қилади.

2-§. Қуёш фотосфераси: донаторлик ва машъаллар

Асосан кўзнинг кўриш чегарасида ётувчи тўлқин узунлигидаги нурларни чиқарувчи Қуёш атмосферасининг остки қатлами фотосфера деб аталади. Фотосфера



18-расм. Қуёш фотосферасининг донаторлик структураси.

телескоплар ёрдамида кузатилганда, у оддий кўз билан кузатиладиган равишан дискдан катта фарқ қилади. Йирик телескоплар ёрдамида олинган Қуёш тасвирида кўзга яққол ташиланадиган нарса, унинг сиртидаги асалари уясини эслатувчи донаторликдир (18-расм). Бундай донаторлик фанда грануляция деб аталади («гранула» — майда дона демакдир). Кейинги йилларда донаторликнинг аниқ расмлари махсус баллонлар ёрдамида стратосферага учирилган Қуёш телескоплари ёрдамида Шварцшильд (АҚШ) ва В. А. Крат (Россия) раҳбарлигидаги олимлар гуруҳлари иштирокида олинди. 1970 йил июль ойида учирилган «Стратоскоп» ёрдамида олинган расмлар жуда юқори сифатлилиги билан муҳимдир. Бу расмлар ёрдамида гранулаларнинг равшанлиги, «яшаш» даври ва спектрал ўрганишга доир кўп янги маълумотлар олинди. Гранулаларнинг ўртача катталиги 500 километрча бўлиб, аслида 200 километрдан 700—800 километрча катталиқдагилари учрайди. Ҳар бир грануланинг «яшаш» даври ўртача 6—7 минутдан ошмайди. Грануляция спектрал ўрганилганда, унинг марказий қисми бўйлаб газ массасининг кўтарилиши аниқланди. Қуёш сиртига кўтарилиб совиган плазма грануланинг чегараси бўйлаб қайта фотосферага оқади. Хулоса қилиб айтганда, донатор ячейкалар (гранулалар) фотосферага кўтарилаётган қизиган газ массалари учун махсус «канал»лардир. Гранулани чегараловчи чи-

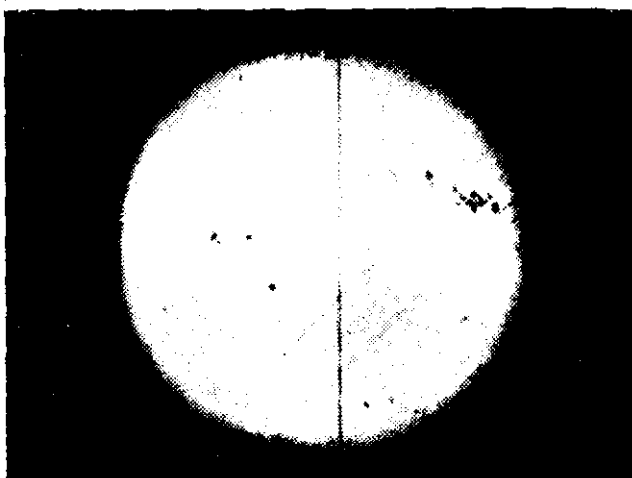
Эиқ қора тола шаклида бўлиб, бу толалар бўйлаб кучсиз магнит майдони мавжуд. Бу магнит майдонидаги кучланганлик шу қадар кучсизки, у гранула бўйлаб йўналган конвектив ва тўлқин ҳаракатга ортиқча таъсир кўрсата олмайди.

Фотосферада гранулалардан ташқари занжирсиз шуълали соҳалар ҳам телескопларда ҳосил бўлган Қуёш тасвирида яққол кўзга ташланади. Бундай соҳалар машъаллар деб аталади. Машъаллар, асосан, Қуёш доғлари билан биргаликда учрайди. Кўпинча машъаллар доғлар парчаланиб йўқолганидан сўнг ҳам узоқ вақт сақланади. Машъаллар Қуёшда $\pm 70^\circ$ ли гелиографик кенгликларгача тарқалган. Бироқ қутбга яқин жойлашган машъаллар табиатан кичик гелиографик кенгликлардаги машъаллардан фарқ қилиб, узоқ яшмайди.

Машъаллар фақат Қуёш дискининг чеккаларида бўлиб, унинг марказий қисмида кўринмайди. Бундан чиқадиган хулоса шуки, машъаллар юқори қисми фотосферага нисбатан равшанроқ бўлиб, остки қисми фотосферадан совуқроқ бўлган объектлардир. Машъалларнинг юқори қисмида кузатиладиган равшанлик, ундаги ҳарорат фотосфераникига нисбатан $100-150$ градус иссиқроқ эканлигидан дарак беради. Машъаллар ниҳоятда улканлиги билан эътиборни жалб этади. Айрим машъаллар эгаллаган майдон кўндалангига бир неча юз минг километрга етади.

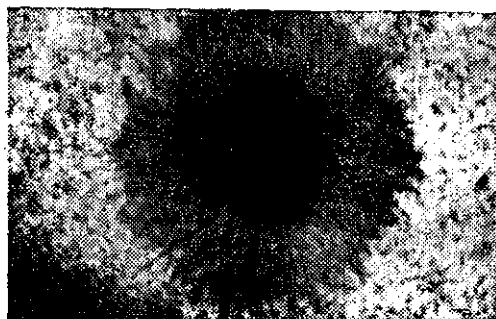
3- §. Қуёш доғлари — магнит ороллари

Қуёш фотосферасида кузатиладиган, физик табиати жиҳатидан жумбоқларга бой объектлар — доғлардир (19- расм). Қуёш доғларининг катталиги турлича бўлиб, бир неча минг километрдан бир неча юз минг километргача етади. 1858 йилда кузатилган Қуёш доғи — энг йирик доғлардан биридир. Унинг диаметри 230 минг километр бўлиб, Ер диаметридан 19 мартача катта бўлган. (20- расм). Агар Қуёш доғларининг катталиги 40 минг километрдан ортиқ бўлса, бундай доғларни оддий кўз билан телескопсиз ёки бошқа кузатиш асбобларисиз Қуёш дискида бемалол кузатиш мумкин. Шунинг учун ҳам, кўпгина қадимий қўлёзмаларда Қуёш сиртида доғлар кузатилганлиги ҳикоя қилинади. Бироқ у даврда бу доғларнинг бевосита Қуёшга тегишли эканлигига ҳеч



19- расм. Қуёш, сиртида доғлари билан.

бир кузатувчи ишонмаган. Жумладан, астрономияда ўзининг машҳур қонунлари билан танилган Иоганн Кеплер ҳам 1607 йилнинг 18 майида Қуёшда йирик доғларни кузатиб, бу доғлар — Меркурийнинг Қуёш олдида ўтишида проекцияланиши деб талқин қилади. Биринчи бўлиб, 1609 йилда доғлар Қуёшнинг ўзига тегишли эканлигини Падуа университетининг профессори Галилео Галилей ўзи ясаган телескоп ёрдамида аниқлади. Шун-



20- расм. Қуёш доғи.

дан буён ўтган уч ярим асрдан кўпроқ вақт давомида ўрганишлар, Қуёш доғларига тегишли кўп муаммоларни, жумладан, уларнинг пайдо бўлиши ва ривожланиши, физик табиатларига доир масалаларни тўла бўлмаса-да, қисман ҳал қилди. Қуёш доғлари унинг ҳамма қисмида пайдо бўлавермай, асосан маълум қисмида $\pm 5^\circ$ дан $\pm 45^\circ$ гача бўлган гелиографик кенгликларда пайдо бўлади ва ривожланади. Доғлар экватор атрофида ва 45° дан ортиқ гелиографик кенгликларда нисбатан кам учрайди. Қуёш доғлари, кўпинча унинг машъалли соҳаларида вужудга келади. Доғлар гранулалар орасида аввал кичик қора нуқта (пора) шаклида пайдо бўлади ва сўнгра катталаша боради.

Доира шаклидаги доғлар барча характеристикасига кўра сокин бўлиб, якка ҳолда учрайди ва нисбатан узоқроқ «яшайди». Бундай доғларнинг ривожланиши ва парчаланиши ҳам хромосферадаги актив ҳодисаларнинг келиб чиқишида катта роль ўйнамайди. Одатда, Қуёшда доғлар якка ҳолда жуда кам учрайди. Улар группа ҳолида кўпроқ кузатилади. Группада битта, кўпинча иккита йирик доғдан ташқари бир неча майда поралар (доғчалар) бўлади.

Доғлар қанча вақт яшай олади? Қуёш доғларининг яшаш даври турлича бўлиб, бир неча кундан бир неча ойгача давом этади. Бир неча ой яшай оладиган (яъни Қуёшнинг бир неча айланишида йўқолмай турадиган) доғлар кўп учрамайди. Гринвич каталоги (доғларнинг рўйхати)да қайд этилган 762 доғнинг атиги 24 тасигина Қуёшнинг бир айланиш даври давомида (салкам 1 ой) яшай олган, қолганлари ундан кам даврда парчаланиб йўқолган.

Шуни айтиш керакки, Қуёшнинг бир марта доғ ҳосил бўлган соҳаларининг активлиги (машъалларнинг ёки доғларнинг қайта ҳосил бўлиши) бир неча ой давомида сақланади.

Қуёш доғларининг ҳарорати фотосфераникидан пастлиги сабабли фотосферага нисбатан қора бўлиб кўринадди. Аниқланган фотосферанинг ҳарорати Кельвин шкаласида 5800 К га яқин бўлиб, Қуёш доғларининг эффектив ҳарорати 4600 К эканлиги маълум бўлди.

Қуёш физикасининг йирик муаммоларидан бири, ундаги доғлар сони йиллар мобайнида системали ўзгариб туришидир. Бу жараёни биринчи бўлиб, даниялик ҳаваскор астроном Т. Горрибов аниқлади. Бироқ Қуёш

доғларининг сони ўзгариб туриши даврий характерга эга эканлигини бошқа бир ҳаваскор астроном, немис аптекачиси Г. Швабе (Дессау шаҳарчасидан) 30 йиллик кузатишлари натижасида топди. Швабенинг аниқлашича, бу давр 10 йилга тенг экан.

Швейцариялик Р. Вольф ўзининг Цюрихдаги шахсий расадхонасида Қуёш доғларини системали кузатди. Қуёшда кузатиладиган доғларнинг нисбий сонини ҳисоблаш учун у қуйидаги формуладан фойдаланишни таклиф этди:

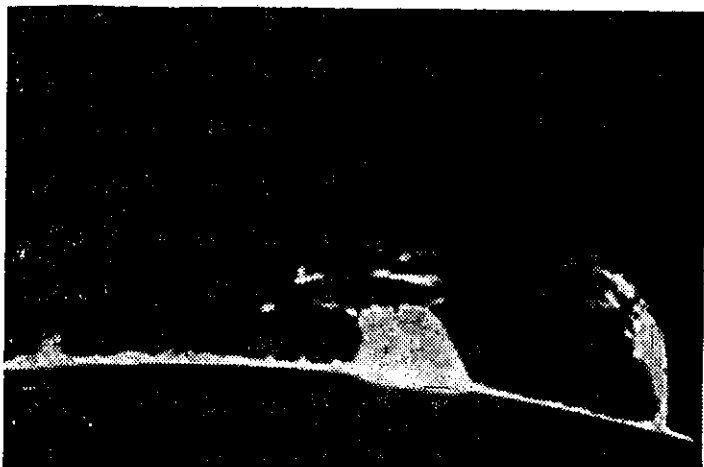
$$W = (10g + f),$$

бу ерда W — доғларнинг нисбий сони; k — ишлатилаётган телескопнинг қуввати билан боғлиқ бўлган катталиқ (Цюрих обсерваториясининг телескопи учун $k=1$ қилиб олинган); f — умумий доғларнинг сони (катта-кичик поралар билан бирга); g — Қуёш дискида кузатиладиган доғ группаларининг сони.

Қуёш доғлари сонига тегишли қарийб 100 йиллик материални йиғиб ва бир неча ўн йил кўп ҳаваскор астрономлар орасида системали кузатишни йўлга қўйган Рудольф Вольф Қуёш доғлари сони ўзгаришининг ўртача даврини катта аниқлик билан топди. Бу давр 11,1 йилга тенг чиқди. Бироқ бу даврдан кескин четлашиллар кузатилади. Масалан, 1788 йилдаги доғлар сонининг максимумидан кейинги максимумига қадар ўтган давр 16 йилга етган бўлса, ўтган асрнинг 20—30-йиллари орасида у 7 ярим йилгагина чўзилади. Қуёш доғлари, ундаги энг актив объектлардан эканлиги ва Қуёш атмосфераси қатламларида учрайдиган барча актив объектлар билан генетик боғланишда бўлганлиги туфайли Қуёш доғлари сонининг 11,1 йиллик даври — Қуёш активлигининг даври сифатида қабул қилинади. Қуёш активлиги ва унинг Ерга таъсирлари тўғрисида кейинроқ муфассал тўхталамиз. Ҳозирча яна шунни айтиш мумкинки, Қуёш активлигининг бошланғич фазасида доғларнинг пайдо бўлиши юқори — катта гелиографик кенгликларда ($\pm 45^\circ$) кузатилади.

4- §. Протуберанецлар — аланга «тил»лари

Протуберанецлар Қуёшда содир бўладиган энг чиройли ҳодисалардан, деса муболаға бўлмайди. Урта аср қўлэмаларида Қуёш тўла тутилганда протуберанецлар



21- расм. Қуёшда аланга «тили» — протуберанец.

кузатилганлиги ҳақида маълумотлар учрайди. Бироқ, ўтган асрнинг ўрталарига қадар Қуёшнинг Ой билан тўсилишида кўринган протуберанецлар Ой сиртидан кўтарилиувчи вулқонлар деб қаралиб, унинг табиати тўғрисида ҳақиқатга яқинроқ фикрлар йўқ эди. Ҳатто астрономлардан О. Струве ва Ф. Араго ҳам 1842 йили Қуёш тўла тутилиши пайтида кўринган протуберанецларни Қуёшдаги тоғлар, деб нотўғри талқин қилишди. Утган асрнинг 60- йилларида фотографик йўл билан олинган расмларгина протуберанецлар қуёш атмосферасида «осилиб» турувчи газ булутлари эканлигини тасдиқлади. Қуёшдаги бу объектлар ташқи кўриниши билан гулхан алангасининг «тили»ни эслатади (21- расм). Алангали «тил»ларнинг спектри, уларда газ босими, ҳарорати ва ҳаракат тезлигининг катталигини аниқлашга имкон беради. Айниқса, 1920 йилда француз олими Е. Петит таклиф қилган ва қўлланилган хромосфера спектрининг махсус чизиқларида уларни катта тезлик билан кинога олиш (секундига 16 кадр олинади) тез ўзгарадиган протуберанецларнинг эволюциясини ўрганиш учун жуда қўл келди. Протуберанецлар ҳам хромосфера каби водороднинг қизил (H_{α} — тўлқин узунлиги 6562 Å) чизигида кучли нурланади. Шунинг учун ҳам у кўплаб обсерваторияларда (жумладан, Тошкент обсерваториясида ҳам)

шу чизиқ тўлқин узунлигига тўғри келган нурни ўтказувчи монохроматик филтрлар билан қуролланган телескопларда ўрганилади. Протуберанецларнинг ривожланишида магнит майдонининг роли катта. Уларга тегишли магнит майдонининг кучланганлигини ўлчаш бундай экспериментнинг бир оз бўлсада мураккаблиги туфайли фақат 60-йиллардагина йўлга қўйилди.

Протуберанецлар, атрофи хромосферага нисбатан совуқ ва зич газ булути (ҳарорати $5000\text{--}10000^\circ$ бўлиб, зичлиги 1 куб сантиметрда $10^{10}\text{--}10^{12}$ заррага тўғри келади) дан иборат бўлиб, қарийб юз марта иссиқроқ қуёш тожи билан ўралган. Протуберанецлар тепалик, пичан ғарам, сиртмоқсимон ва воронка каби турли кўринишларда бўлади. Улар бир-биридан фарқланувчи сокин, актив ва эруптив (портловчи) группаларга ажратиб ўрганилади.

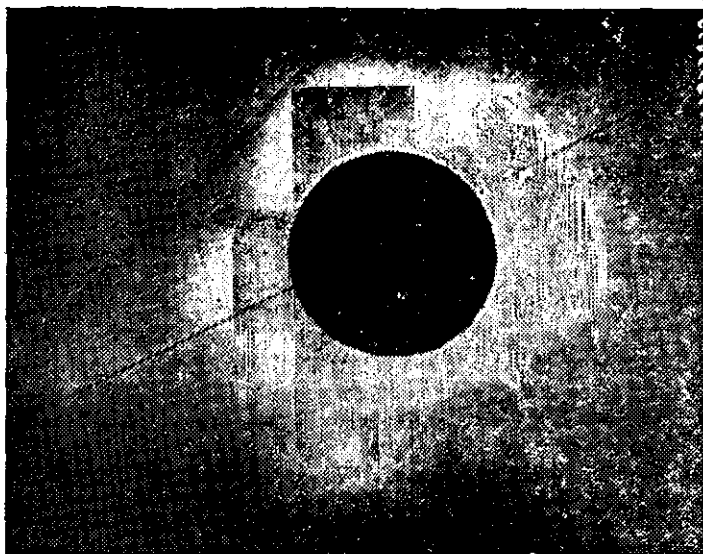
5-§. Қуёшда «портлашлар»

Қуёшдаги энг кучли жараёнлардан бири хромосфера чақнашларидир. Бир неча минут давом этган чақнашдан ажраладиган энергия миқдори соатига 100 триллиондан минг квадриллион киловатт ($10^{14}\text{--}10^{15}$ кВт) гача етади. Бу деган сўз, битта кучли Қуёш чақнаши давоми-ажралаётган энергия, Ердаги бутун ёқилғи запасларининг ёнишидан ажраладиган энергия миқдорига тенг демакдир. Хромосфера чақнашлари, Қуёш доғлари билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, асосан Қуёшнинг доғли соҳалари яқинида учрайди. Чақнаш жараёнида водород ёки бошқа атомлар спектрал чизиқлари тўлқин узунликларида кузатиладиган хромосферада, мазкур соҳа равшанлигининг ва майдонининг кескин ортиши кузатилади. Шунингдек, Қуёшнинг рентген нурланиши, турли радиодиапазонда радиосигналларнинг кескин интенсификацияси ҳамда гамма нурланиши ҳодисалари кузатилишининг сабаби ҳам хромосфера чақнашларидандир. Баъзи қувватли хромосфера чақнашлари, тезлиги секундига 10—100 минг километрга етадиган протонлар оқимини вужудга келтиради. Бундай протонларнинг энергияси 10—100 мегаэлектронвольт (МэВ) гача етиб, космонавтлар ҳаёти учун катта хавф туғдиради. Чунки бундай қувватли протонлар космик кема девори билан тўқнашганда, кема ичига бемалол кира оладиган ва ти-

рик организм учун катта хавф туғдирадиган гамма нурларини вужудга келтиради. Чақнашдаги газ ҳаракатини спектрал чизиқлар орқали ўрганиш, чақнаш маҳсули бўлмиш корпускуляр заррачаларнинг Қуёшдан ташқарига отилиш тезлиги — секундига 500 дан 1000 километргача етишини маълум қилди. Қуёшдан кўтарилган сийрак корпускуляр заррачаларнинг оқими — Қуёш шамоли деб юритилади. Бундай «шамол» 1,5—2 кунда Ер орбитасигача етиб келади. Унинг тезлиги, «Пионер-9» (АҚШ) сунъий йўлдоши томонидан аниқланишига кўра, 1130 км/с. ни ташкил этади. Ёрга етиб келган Қуёш шамоли геофизик ҳодисаларга сабабчи бўлади ва сезиларли даражада биосферага ҳам таъсир қилади. Бу тўғрида кейинроқ батафсил тўхтаимиз.

6- § Қуёш «тожи»

Қуёш тўла тutilаётганда, яъни Ой тўгараги уни биздан бутунлай тўсганда, Қуёш атрофида, осмоннинг қора фониди, 1—2 Қуёш радиуси (баъзан ундан ортиқ) ма-



22- расм. Қуёш «тожи».

софасигача чўзилган хира кумушсимон ёғду кузатилади (22-расм). Қуёш тожи дейиладиган бу ҳодиса, жуда қадимдан тўла тугилиш чоғларида кузатилган. Қадимий Миср обидаларида акс эттирилган «қанотли Қуёш» расмлари фикримизнинг далили бўла олади. Бироқ XIX асрга қадар «тож» бевосита Қуёш атмосферасига тегишли эканлиги ҳақидаги фикр шубҳа остида бўлиб, бу ҳодиса Ер атмосферасининг ёки Ой тоғларининг «иши», баъзида эса, Ой атмосферасининг Қуёш нурларини сочиши, деб нотўғри талқин қилиб келинган.

Қуёш тожи тез ўзгарувчи характерга эга бўлиб, уни ўровчи кучсиз нур фонидан кўплаб алоҳида нурлар дастасидан ташкил топади. 1878 йилда астроном Ланглей тож нурлари ичида 12 та қуёш диаметригача чўзилган нурларни кузатди. Тожнинг умумий шакли Қуёшнинг активлик даражаси билан бевосита боғлиқ бўлиб, у доғлар сонининг максимумига эришган даврида Қуёш атрофини деярли бир хил баландликда ўрайди, минимум даврида эса кумушранг шуъла экватор текислигида энг катта баландликка кўтарилади.

Комета думларининг пайдо бўлишида Қуёшдан келаётган корпускуляр оқим асосий роллардан бирини ўйнайди, деган назарияга амал қилинса, Қуёш тожи сийраклашган плазмасининг оқими Ергача ва ундан ҳам узоққа бориши маълум бўлди. Қуёш тожининг бу қисми ички тождан (Қуёш сиртидан баландлиги $0,5 - 1,0 R_{\odot}$, R_{\odot} — Қуёш радиуси) фарқли ўлароқ, ташқи тож деб юритилади.

Тождаги кузатиладиган ўзгаришлар ва структурасининг хусусиятлари, Қуёш атмосферасининг тож ости қатламларида бўладиган актив ҳодисалар билан боғланишда эканлигини кўрсатади. Қуёш тожининг энг ёруғ ва узун оқимлари, асосан, фотосферадаги доғли ва машъалли соҳалар тепасида учрайди. Қуёш тожини ташкил этувчи нурнинг асосий қисми унга тегишли бўлмай, фотосфера нурларининг Қуёш атмосферасининг тож қисмида жойлашган заррачаларда сочилишидан ҳосил бўлади. Бунини тож билан фотосфера спектрларини солиштириш ёрдамида билиш қийин эмас. Тож заррачаларида сочилган нурларнинг қутбланиш даражаси бу заррачалар асосан эркин электронлардан иборатлигини тасдиқлайди. Ҳисоблашлар ҳар куб сантиметрга 100 миллионга яқин электрон тўғри келишини кўрсатди.

7- §. Қуёш энергиясининг манбаи нима?

Табиатнинг энергия учун универсал қонундан маълумки, энергия сақланиш хусусиятига эга; у йўқ бўлмайди ва, аксинча, йўқдан вужудга ҳам келмайди. Модомики, шундай экан, тунда портлаётган минглаб юлдузлар ва Қуёшимизнинг энергия манбаи нимада? Балки улар кимёвий ёқилғи ёқилишидан энергия ажралиши ёки бир вақтлар йиғилган энергия зоҳираси ҳисобига нурланар? Лекин буларнинг барчаси юлдузлар энергиясининг манбаи ролини ўйнай олмаслиги аниқланганига анча бўлди. Чунки кимёвий ёқилғи ёнганида ажраланиган энергия шу ёқилғини ташкил этган атом ва молекулаларнинг тортилиш энергияси ҳисобига ажралади. У ҳолда юлдузлар марказидаги бир неча миллион градусли зонада молекулалар зум ўтмай парчаланиб кетган бўлар эди. Шунингдек, агар Қуёш (ёки юлдуз) ўз ҳажмида мужассамлашган зоҳира энергия ҳисобига нурланади, деб фараз қилинса, ҳисоблашлар бу зоҳира энергия 1,6 миллион йилдан (катта юлдузлар учун бир неча миллион йилдан) ортмаслигини кўрсатади. Қуёшнинг аниқланган «ёши» эса салкам 5 миллиард йилни кўрсатади.

Юлдузлар энергиясининг манбаи масаласи, айниқса, астроном олимларни кўпдан бери кизиқтириб келади. Бу тўғрида турли фикрлар, гипотезалар мавжуд. Фақат 1938—1939 йиллардагина астрофизиклардан А. Эддингтон, К. Вейцеккер ва Г. Бётелер юлдузларнинг энергия манбаи бўла оладиган ядро реакцияларининг назарий ҳисобини ишлаб чиқдилар.

Маълумки, атом ядросини ташкил қилувчи протон ва нейтронлар ўзаро жуда катта тортишиш кучи (бу куч ядро кучи деб юритилади) билан боғланган бўлади ва боғланиш энергияси ҳам жуда катта бўлади. Борди-ю, шундай боғланишдаги атом ядросига яна бир протон ёки нейтрон кирса, у янги ядро ҳосил қилади ва ядродан сезиларли энергиянинг ажралиб чиқишига сабаб бўлади. Чунки ядро заррачаларига қўшилган янги заррача ядро кучи орқали улар билан боғланади. Натижада пайдо бўлган ортиқча энергия ядродан протон ёки нейтрон билан, ёхуд электрон, ёки позитрон билан чиқиб кетади. Бундай ҳодисага ядро реакцияси дейилади. Бироқ, шубҳасиз, янги протон ёки нейтроннинг ядрога кириши осонликча бўлмайди, бунинг учун келиб қўшиланиган заррача атом ядросига, ядро кучлари таъси-

рига бериладиган даражада яқин масофага келиши (протон учун эса ядронинг итариш кучини ҳам енгган ҳолда) зарур бўлади. Демак, қўшилувчи протон ёки нейтрон ядро томон жуда катта тезлик билан (яъни энергия билан) яқинлашиши лозим. Назарий ҳисоблашлар, юлдузлар (жумладан Қуёш) марказидаги бир неча миллион градусли ҳарорат, протонларга худди шундай тезликлар бера олишини, у ерда термойдро реакцияси учун қулай шароит борлигини маълум қилди. Нейтронлар эса бундай юқори ҳароратда турғунлигини йўқотиб, ярим соатга стар-етмас протон, электрон ва нейтринога парчаланиб кетади, ядро реакцияларида деярли иштирок этмайди.

Юлдузлар марказидаги реакция (тўртта протоннинг бириктиб битта гелий атоми ядросини ҳосил қилиши)нинг узлуksиз такрорланиши юлдузнинг нурланиши туфайли космик фазога тарқалаётган энергиясини тўлдириб туради. Ҳар бир протоннинг массаси, атом бирликларида, 1,00813 ни ташкил қилиб, тўртта протонники 4,03252 бўлади. Гелий атоми ядросининг массаси 4,00389 эканлигини эътиборга олсак, бу ядронинг ҳосил қилувчи протонлар-атом оғирлигининг 0,02863 бирлигига (4,03252 — 4,00389 = 0,02863) тенг массаси, ажраладиган боғланмиш энергиясига эквивалент масса бўлиб, у масса дефекти деб юритилади. Битта гелий ядроси ҳосил бўлишида ажралган энергия, машҳур Эйнштейн формуласига кўра: $E = mc^2 = 1,67 \cdot 10^{-24} \cdot 0,02863 \cdot (3 \cdot 10^{10})^2 = 4,3 \cdot 10^5$ эрг га тенг бўлади. Бу ерда $c = 3 \cdot 10^{10}$ см/с — ёруғлик тезлиги, m — масса дефектидир.

Ҳозирги пайтда тўрт протондан гелий ядросининг ҳосил бўлиши ҳақида икки кетма-кетлик реакцияси маълум бўлиб, улардан биринчиси протон-протонли, иккинчиси эса углерод-азотли цикл деб юритилади.

8-§. Қуёш — буюк дирижёр

Ерда кузатиладиган кўплаб физик ва биологик ҳодисаларнинг, хусусан, иқлим шароитининг ўзгариши, хилма-хил касалликларнинг даврий равишда такрорланиши, ионосфера ҳодисалари, Ер магнит майдони «бўронлар» ва космонавтлар учун радиация хавфининг туғилиши — буларнинг ҳаммасига Қуёшда рўй берадиган ҳодисалар сабабчи эканлиги фанга анчадан бери

маълум. Гарчи бу муаммо тўла ҳал қилинмаган бўлса-да, Қуёш активлигининг Ерда кузатиладиган, эслатилган ҳодисалар билан алоқадорлигини ўрганиш борасида кўп ютуқлар қўлга киритилган.

Бир-биридан 150 миллион километр узоқликдаги бу икки осмон жисми (аниқроғи юлдуз ва унинг йўлдоши) орасидаги боғланиш қандай тушунтирилади? Бу катта масофада воситачи ролни нима ўйнайди?

Ерда ҳаёт манбаи Қуёш эканлиги ва бунда Қуёш нурлари ёритувчи ва иссиқлик бахш этувчи асосий воситалар эканлиги қадимдан маълум. Бироқ кейинги йилларда, Қуёшнинг электромагнит тўлқинларининг кўзга кўринмайдиган қисқа тўлқинли кенг қисмида ҳам стар-лича интенсив нурланиши аниқланди. Бу нурлар ульт-рабинафша, рентген ва гамма нурлари бўлиб, Қуёшда-ги актив ҳодисалар бу нурларнинг интенсивлигини оши-шида асосий манба бўлиб хизмат қилади. Қуёш чакнаш-лари ва эруптив протуберанецлардаги портлаш туфайли бу нурлар оқимига катта энергияли элементлар заррача-лар оқими ҳам қўшилади. Қуёш шамоли дейилувчи бу оқимнинг интенсивлиги йилдан-йилга кўпайиб ёки ка-майиб боради. Қуёшдан келаётган корпускуляр заррача-лар, радиацион нурлар интенсивлигининг бу хилда ўзга-риб туриши, Қуёшнинг активлик даражасига боғлиқ бўлиб, доғлар сонининг ўзгариб туриши билан бир хилда кечади. Шубҳасиз, «Қуёш шамоли» Ерга етиб келгач, турли геофизик ҳодисаларнинг келиб чиқишига сабаб бўлади. Геофизик ҳодисалар эса, ўз навбатида биологик сферага таъсир этади. Натижада кўплаб биологик ҳо-дисаларнинг кечишида Қуёш активлигининг ўзгариши ўз аксини топади. Қуёш активлигининг паст ёки юқори да-ражада кузатилиши, биринчи навбатда, Ер атмосфераси-нинг юқори қатламларида «акс садо» беради. Хусусан, Қуёш радиацияси туфайли ионосферанинг повланиш да-ражаси ортиб, бу эса ўз навбатида, атмосферанинг маз-кур қатламининг электр ўтказувчанлигини, электромаг-нит нурларни қайтара олиш қобилиятини ўзгартиради. Баъзан Қуёшдан келаётган кучли корпускуляр оқим ионосферада қисқа узунликдаги электромагнит тўлқин-ларининг ютилиш даражасини шу қадар орттирадики, натижада атомлар юқори даражада повланиши туфай-ли, узоқ масофага қисқа радио тўлқинлари узатилиши-да бир неча дақиқали узилиш кузатилади. 1959 йил 9 май туш пайтида (Москвада) Қуёшда кучли хромо-

сфера чақнаши кузатилди. 10 ва 12 майда ҳам бир неча чақнашлар кузатилди. 11 майда АҚШда радио, телеграф, телефон алоқалари анча муддатга ишдан чиқди. 12 майда эслатилган чақнашлардан отилган корпускуляр оқим Ерга етгач, осмонда қутб ёғдуси кузатилди.

Қуёш «шамоли» фақат атмосферанинг юқори қатламларигагина таъсир этмай, унинг пастки қатлами — тропосферага ҳам узлуксиз таъсир қилади. И. В. Максимов ва унинг шогирдлари аниқлашича, Қуёш активлигининг цикли ер атмосфераси циркуляциясида мос ўзгаришларни вужудга келтиради. Шунингдек, бу олимлар Қуёш активлигининг цикли билан Арктиканинг музлаш даражаси, океан сувлари сатҳининг ўзгариши ва Гольфстрим оқимининг, пульсацияси билан чамбарчас боғланишда эканлигини аниқладилар. Кўп ҳолларда ҳалокатли ҳодисалар ва вулқон отилишлари Қуёш активлигининг кўтарилиш даврига тўғри келиши ҳам характерли ҳолдир. Геофизиклар И. В. Максимов ва Данжон (Франция) Ер қутби ҳаракатининг ва Ер айланиш тезлигининг Қуёш активлиги билан боғлиқлиги ҳақида ишончли далиллар келтирдилар. Б. С. Виноградов, Н. И. Калабухов ва К. А. Дорофеевларнинг аниқлашича, кемирувчи ҳайвонларнинг кўпайиб-камайиб туриши ҳам даврий характерга эга бўлиб, бу давр 10—11 йилни ташкил қилади. Кемирувчи ҳайвонлар айрим эпидемик микробларнинг асосий ташувчиси бўлганидан улар кўпайган жойда шу касалликларнинг авжи кузатилади.

Қуёш активлиги ва эпидемик касалликлар опаслиги боғланишини ўрганишда рус олими профессор А. Л. Чижевскийнинг ҳиссаси катта. У кенг тарқаладиган ўлат, вабо, қайтарма тиф, бўғма каби эпидемик касалликларни ўрганиб, уларнинг бошланиши, ривожланиши ва тугаши Қуёш активлигига мос келишини аниқлади. Р. П. Богачева ва В. М. Бойколар эса, охириги бир неча ўн йиллик даврда, полиомелит касалликлари динамикасини Рига ва Ўзбекистонда ўрганиб, бу касалликларнинг авжи Қуёш активлигига жуда мос келишини аниқладилар.

Қуёшнинг кундалик активлиги унинг доғли соҳаларида рўй берадиган кучли чақнашлар билан бевосита боғлиқдир. Чақнаш натижасида юқорида эслатилгандек, катта тезликда Қуёшда корпускуляр зарраларнинг кучли оқими содир бўлади. Натижада бу зарралар оқимининг бир қисми Ерғача етиб келади ва геофизик жараён-

Йиллар	Касалланиш (ҳар минг киши ҳисобига)		Ўлимлар сони (ҳар минг киши ҳисобига)	
	Магнит-актив кунлар	Магнит-сокин кунлар	Магнит-актив кунлар	Магнит-сокин кунлар
1961	78,8	70,4	24,5	18,8
1962	73,5	65,3	35,0	25,7
1963	77,6	73,2	24,9	20,6
1964	62,0	57,0	36,4	21,7
1965	79,1	75,1	27,9	25,3
1966	90,8	75,4	59,5	40,9

ларда ўз аксини топади. Қуёш чақнашининг биологик ва физиологик таъсири ҳам етарлича сезиларлидир. Шунинг учун ҳам ҳозиргача Қуёшдаги чақнаш космонавтлар ҳаёти учун хавfli ҳисобланади. Қисқа тўлқинли радиоалоқалари узилишининг асосий сабаби ҳам чақнашлардир.

Олимлар Қуёш чақнашининг юрак-томир касаллигига таъсирини ўрганиб, миокард инфаркти касаллиги билан Қуёш чақнаши орасида кучли боғланиш мавжудлигини аниқлашди. Инфарктлар сони чақнашдан кейинги иккинчи кун энг юқори нуқтасига чиққан. Чунки корпускуляр оқимнинг Қуёшдан Ерга етиб келиши учун 1,5—2 кун вақт керак бўлади. В. П. Десятков, Н. А. Шульц, Б. А. Ривкин ва К. Ф. Новиковлар Ленинград, Свердловск, Томск ва Иваново-Франковск шаҳарларида Қуёш активлиги ва юрак-томир касалликлари орасидаги боғланишни бир неча ўн йиллик изланишлар асосида атрофлича ўргандилар. Бу тадқиқотлар кейинги йилларда Вильнюс шаҳрининг экспериментал ва клиник илмий текшириш медицина институти ходимлари ва Ставрополь медицина институти ходимлари томонидан тўла тасдиқланди. Свердловск шаҳрида 1961—1966 йиллар мобайнида ўтказилган текширишлардан олинган қуйидаги жадвал бу икки ҳодиса орасидаги боғланиш қанчалик аниқ эканлигини яққол кўрсатади (I-жадвал).

Қуёш радиацияси ўзгаришининг қон айланиш системасига таъсири биринчи марта 1956 йилда собиқ Совет Иттифоқида ўрганилди. Бутуниттифоқ врач-лаборантлар илмий жамиятининг Сочи филиали Қуёш активлигининг

Йиллар	1000 автомобилга тўғри келадиган бахтсиз ҳодисалар сони			Йиллар	1000 автомобилга тўғри келадиган бахтсиз ҳодисалар сони		
	Вольф сони	Токиода	Бутун Японияда		Вольф сони	Токиода	Бутун Японияда
1943	16	109	93	1955	38	67	64
1944	10	74	70	1956	142	68	71
1945	33	35	60	1957	190	66	73
1946	92	114	114	1958	185	272	124
1947	152	140	96	1959	159	314	134
1948	136	142	92	1960	112	248	130
1949	135	105	80	1961	54	192	115
1950	84	95	96	1962	38	111	92
1951	69	101	82	1963	28	95	89
1952	31	92	82	1964	10	30	72
1953	14	83	74	1965	15	66	63
1954	4	74	73				

қон ва қон айланиш системасига таъсири бўйича анча ютуқларни қўлга киритди. Маълумки, қон ҳар қандай ташқи таъсирга сезгирдир. 1956—1957 йиллардаги кузатишлар, аксарият кишиларда оқ қон таначаларининг нормадан пастлигини кўрсатди. Текширишлардан эса, шу йилларда Қуёш активлиги энг юқори даражада эканлиги маълум бўлди.

Қуёш активлиги билан инсон асаб системаси ўртасидаги боғланишни ўрганиш ҳам ижобий натижа берди. Қуёш чақнаши, киши асаб системаси нормал фаолиятининг вақтинча бузилишига сабаб бўлар экан. Бу соҳада Шира Масамуро томонидан Япониянинг ўнга энг йирик шаҳарларида ўтказилган эксперимент киши диққатини ўзига жалб этади. Олим ўз экспериментини Қуёш активлиги ва автомобиль авариялари, кўча тасодифий ҳодисалари орасида боғланиш борлигини аниқлашдек антиқа масалага бағишлади. Эксперимент натижаси, бу ҳодисалар орасида кишини ҳайратга соларли даражада кескин боғланиш борлигини маълум қилди. Текшириш натижасини ўзида акс эттирган қуйидаги жадвал бу ҳодисалар орасидаги боғланишни ҳар қандай шарҳлашдан ҳам аъло даражада кўрсатади (2-жадвал).

Биз Қуёш активлигининг Ер иқлими шароити, ўсимликлар биологияси ва бошқа жараёнларга таъсир муаммоларига тўхталмадик. Бироқ илк текширишлар, Қуёш активлиги бу жараёнларда ҳам ўз аксини топишини кўрсатмоқда.

IV боб. САЙЁРАЛАР ВА УЛАРНИНГ «ОЙ»ЛАРИ

1-§. Меркурий — Қуёшнинг «кенжаси»

Бу сайёра, Қуёш системасидаги тўққизта планета ичида Қуёшга энг яқини бўлиб, қадимда римликлар уни саёҳатчиларнинг паноҳи, савдо-сотиқ худоси номи билан Меркурий, араблар эса уни Уторуд деб аташган. Уторуднинг орбитаси бошқа сайёраларникидан фарқ қилиб, чўзинчоқ айлана (эллипс) шаклидадир. Шунинг учун ҳам бу сайёранинг Қуёшдан узоқлиги 0,31 дан то 0,47 астрономик бирликкача ўзгариб туради, ўртача узоқлиги эса 58 миллион километрни ташкил қилади. Меркурийнинг диаметри 4880 километр бўлиб, унинг сиртида тортиш кучи Ерникидан 2,6 марта кам. Бошқача айтганда, оғирлиги Ерда 80 килограмм бўлган одам Меркурийда атиги 30 килограмм чиқади.

Уторуд ўз орбитаси бўйлаб секундига ўртача 48 километрли тезлик билан ҳаракатланиб, Қуёш атрофини 88 кунда тўла айланиб чиқади. Қизиғи шундаки, Қуёш оиласи «кенжа» сининг бир кунининг икки йилига тенг, бошқача айтганда планетанинг бир кечаю-кундузиси Ернинг 176 кунига тенгдир.

Меркурий сиртининг кундузги ўртача ҳарорати $+345^{\circ}$ градусгача (Цельсий шкаласида) кўтарилгани ҳолда, кечаси -180 градусгача пасаяди. Бироқ шуни айтиш керакки, планета сиртининг майда тупроғи иссиқликни ёмон ўтказганлиги туфайли бир неча ўн сантиметр чуқурликда ҳарорат сирт ҳароратидан кескин фарқ қилиб, $70-90$ градусни ташкил қилади ва жуда кам ўзгаради. Бу назарий маълумот кейинчалик радиоастрономик кузатишлар асосида тўла тасдиқланди.

Меркурийнинг рельефи ва физик табиатига тегишли маълумотларни «қўлга киритиш»нинг мураккаблиги шундаки, бу сайёранинг йўли доимо Қуёшдан кичик бурчак оралиғида бўлади. Ҳатто планета Қуёшдан энг катта бурчак оралиғига (29 градусга яқин) узоқлашганда ҳам Қуёшнинг ёрқин нурлари уни кузатишга ҳалақит қилади.

Меркурийнинг «жамоли»ни яқиндан кўриш, сайёра-лараро автоматик станция «Маринер-10» га (АҚШ) на-сиб қилган экан. 1973 йилнинг охирларида сайёра томон йўлга чиққан бу станция, 1974 йилнинг 21 сентябрида Меркуридан 47 минг 981 километрлик масофадан ўта-ётиб, планета сиртининг 500 га яқин сифатли расмини олди. Бу расмлар «юз тузилиши» жиҳатидан кенжа сайёра Ойга жуда ўхшашлигини кўрсатди. Ой сиртида-ги каби Меркурий юзаси ҳам метеоритлар зарбидан «моматалоқ» бўлиб, турли катталиклардаги кратерлар билан қоплангани «Маринер-10» олган планета «портретлари» дан шундоққина кўриниб турибди.

Қизиғи шундаки, гарчи кўпчилик кратерларнинг диа-метри бир неча ўнлаб километрини ташкил қилса-да, чуқурликларига кўра улар Ойдаги кратерлардан қоли-шадилар. Бироқ кузатилган планета кратерлари, улар-ни ўровчи тепалик марзалари ва марказий тоғчаларига кўра Ой кратерларини эслатади. Сайёра юзидаги бу чўтирлик унинг ҳаётида ўзига хос «кундалик» бўлиб, Меркурий сиртининг шаклланиш тарихидан ҳикоя қи-лади. Шунингдек, планета кратерларининг айримлари, Ойдаги баъзи кратерлар каби радиал йўналишда чўзил-ган ёруғ нур системалари билан ўралган.

Бироқ Меркурийда кузатилган айрим объектлар, на Ойда ва на қўшни сайёраларда кузатилмаслиги билан киши диққатини ўзига тортади. Булардан бири — эс-карплар деб юритилувчи ўпирилишлар бўлиб, уларнинг баландлиги 2—3 километргача етади. Ўпирилишдан ҳо-сил бўлган бундай жарликларнинг узунлиги эса бир неча юз километрдан бир неча минг километргача бо-ради.

Меркурий сирт жинсларининг зичлиги, Ойникидай тартибда ($3,0—3,3 \text{ г/см}^3$) бўлиб, ўртачаси $5,44 \text{ г/см}^3$ эканлиги, унинг марказий қисмида темир ядроси борли-гини кўрсатади. Энг камда бу, Меркурий марказида силикат жинслар катта босим остида металл қолатга ўтаётганидан дарак беради.

«Маринер-10» планетанинг сийрак атмосфераси бор-лигини маълум қилди. Маълум бир планетада атмосфе-ранинг бўлиш-бўлмаслиги, одатда, талай факторлар билан аниқланади. Бироқ буларнинг ичида энг муҳими планетанинг сиртида тортиш кучининг катталиги ва ҳа-рорат энг муҳим ролни ўйнайди. Ҳароратнинг ортиши туфайли атмосферани ташкил этган молекула ва атом-

ларнинг тартибсиз иссиқлик ҳаракатлари ортади. Оқибатда маълум тезликка эришган ҳаво молекулалари планетани бутунлай тарк этади. Худди шу сабабдан Ер ҳар кунда 100 тоннача водородидан «жудо» бўлади.

Кичик массали Меркурий (Ер массасининг 5,5 фоизига тенг) сиртида бу қадар юқори ҳароратгача (+420°C) қизиш, планета атмосферасининг асосий қисмининг йўқолишига сабаб бўлган деб қаралади.

Планета атмосфераси асосан гелийдан ташкил топган бўлиб, босими бу газнинг Ер сиртидаги босимидан 200 миллиард марта камлик қилади. Сайёра сиртидаги барча газлар босими эса Ерниқидан ярим миллион мартача кам. Бироқ, олимлар Меркурий сиртида кутган бошқа бир газ — карбонат ангидрид «Маринер-10» олган расмларда ўзининг «қорасини ҳам кўрсатмай», астрономларни ҳайрон қолдирди.

1975 йил 16 мартда «Маринер-10»нинг Меркурий яқинидан учинчи марта ўтишида сайёранинг магнит майдонини аниқлашга имкон берди. Бунда автоматик станция сайёра сиртидан атиги 320 километргеина келадиган баландликдан ўтди ва унинг экватор соҳасида 3,5 эрстедли, қутбида эса 7 эрстедли майдон кучланганлигини қайд қилди. Шунингдек, сайёранинг магнит диполи, Меркурийнинг айланиш ўқи билан 7 градусли бурчак ҳосил қилиши аниқланди.

Меркурийнинг аниқланган магнит майдони, планеталарнинг магнит майдонларини вужудга келишлари ҳақидаги мавжуд гипотезани шубҳа остига қолдирди.

Ҳап шундаки, кейинги йилларда Ер магнит майдонининг пайдо бўлиши, унинг айланиши натижасида металл ядросида вужудга келадиган уюрмавий токнинг оқибатидан деб қараларди. Шунинг учун ҳам сайёра қанча массив бўлса ва қанча тез айланса, унда магнит майдонининг кучланганлиги шунча катта бўлади, деган хулоса маълум даражада, фанда ҳукмронлик қиларди. Шу боисдан кичик массали ва ўта секин айланувчи (бошқа сайёраларга нисбатан) Меркурийда Марс ва Ердан катта майдоннинг мавжудлиги қизиқ.

Меркурийга яқин «қариндош» Ой тупроғида микроорганизмларнинг йўқлиги, иқлим шароитига кўра Ойниқидан ҳам кескинлиги билан фарқ қилувчи Қуёшнинг «кенжаси»да ҳаёт бўлиши учун шароит йўқ, деб дадил айтишга тўла имкон беради.

Меркурийнинг йўлдоши йўқ.

2- §. Зуҳра — «тонг юлдузи»

Қадим рим мифологиясида севги худосининг номи «Венера» деб юритиладиган бу планетанинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 108 милдион километрди. Зуҳра орбитаси бўйлаб секундига 35 километрли тезлик билан ҳаракатланиб, 225 кунда Қуёш атрофида бир марта тўла айланиб улгуради.

Равшанлиги жиҳатидан Қуёш ва Ойдан кейин турадиган бу сайёра, жуда қадимдан кишилар диққатини ўзига тортиб, «қўзғалмас» юлдузлар фонида ҳаракатланиши биринчи бўлиб сезилган «адашган» ёриткичдир.

1610 йилдаёқ Г. Галилей бу планетани ўзи ясаган телескопда кузатиб, Ой каби турли фазаларда бўлишини кўрди. Бу ҳодиса, Зуҳра ҳам Ой каби сферик шаклдаги осмон жисми эканлигининг дастлабки исботи эди. Зуҳранинг катталиги салкам Ерникича бўлиб, диаметри 12 минг 100 километрни ташкил қилади.

1761 йил 6 июнда астрономлар «тонг юлдузи» билан боғлиқ қизиқ бир ҳодисанинг гувоҳи бўлдилар: сайёранинг ҳаракати Қуёш дискида проекцияланди. Бундай фаройиб ҳодисани кузатиш таниқли рус олими М. В. Ломоносовга ҳам насиб қилган экан. Олим Венеранинг Қуёш дискидан ўтишини кузатаётиб, сайёра қалин атмосфера билан қопланганлигини аниқлади. Узоқ йиллар давомида ана шу қалин атмосфера — «паранжи» мисол Зуҳранинг ҳақиқий жамолини биздан яшириб келарди.

Кези келганда шуни айтиш керакки, Венеранинг Қуёш дискига проекцияланиб ўтиши, жуда кам учрайдиган ҳодиса бўлиб, Ломоносовнинг XVIII асрдаги эслатилган кузатишидан сўнг атиги 3 мартагина кузатилди; навбатдаги ўтиши эса 2004 йилнинг 8 июнида бўлади. Сайёранинг сиртини спектроскопик ўрганишлар, унинг атмосфераси, асосан карбонат ангидриддан иборат дейишдан ортиқ маълумотларни беришга ожизлик қилди.

Сайёрани текширишнинг 60-йиллардан бошланган янги методи «тонг юлдузи»га тегишли кўп жумбоқларни ҳал қилишга имкон берди. Натижада Венеранинг ўз ўқи атрофида ва Қуёш атрофида ҳақиқий айланиш даврлари биринчи марта тўғри аниқланди.

Маълум бўлишича, планетанинг айланиш ўқи унинг орбита текислигига деярли тик жойлашиб (аниғи 87 гра-

дус) унда Ердагидек йил фасллари кузатилмайди. Шунингдек радиолокацион кузатишлар Зухранинг ўз ўқи атрофида айланиш даври 243 кунга тенглигини ҳамда у Қуёш системасининг шарқдан ғарбга айланувчи ягона сайёраси эканлигини маълум қилди (бошқа сайёралар ўз ўқлари атрофида ғарбдан шарққа айланади).

«Тонг юлдузи»нинг бир куни, яъни Қуёшга нисбатан ўз ўқи атрофида айланиш даври 117 кунга тенг бўлиб, бир йили унинг салкам икки кунига тенг.

Планета атмосферасининг химиявий таркиби, босими ва ҳароратига тегишли аниқ маълумотлар, бу сайёрага «саёҳат» қилган собиқ Совет ва АҚШ планеталараро автоматик станциялари ёрдамида олинди. Биринчи бўлиб, 1961 йили 12 февралда Зухрага Совет Иттифоқининг «Венера-1» автоматик станцияси йўл олиб, 97-кун у сайёрадан 100 минг километр наридан ўтди. Зухранинг Ерга яқин келган ҳолатларида, унгача масса 40 миллион километрдан кам бўлмаслигини эътиборга олсак, «Венера-1» планетамиз «қўшнисига» қанчалик яқин борганини тасаввур этиш қийин бўлмайди.

1967 йилда учирилган «Венера-4» станциясида эса биринчи марта сайёрага қўндирилувчи аппарат ишга туширилди. Бу аппарат, сайёра атмосферанинг 25 километрли қалин қатламини ўтиш пайтида «тонг юлдузи» атмосферасига тегишли маълумотларни Ерга узатиб турди.

Шунингдек, бу аппаратга ўрнатилган магнитометр ёрдамидаги ўтказилган ўлчашлар, Венерада деярли магнит майдон йўқлигини ёки, энг кўпи билан Ер магнит майдони кучланганлигидан 5000 марта кучсиз майдонга эга эканлигини маълум қилди.

1970 йилда учирилган «Венера-7» нинг қўндирилувчи аппарати муваффақият билан Зухра сиртига оқиста қўндирилди ва 23 минут давомида атмосферанинг босими, ҳарорати ва таркибига тегишли маълумотларни ўлчаб турди.

Айниқса, 1975 йил октябрида Венерага саёҳатга йўл олган «Венера-9» ва «Венера-10», Ер «қўшнисини» ўрганиш тарихида муҳим ўрин тутди. Бу иккала станция сайёранинг биринчи сунъий йўлдошлари орбиталарига чиқарилиб, уларнинг қўндирилувчи аппаратлари, сайёра сиртининг биринчи тасвирларини Ерга узатди (23-расм). Шунингдек, бу аппаратлар, сайёранинг сирт тупроғида табиий радиоактив элементларнинг миқдорини, шамол-



23-расм. Зухранинг «жамоли» (Венера-9, 10-расмлари)

нинг тезлигини, сув буғларининг атмосферадаги миқдорини, ҳарорати, босими ва ёритилганликларини ўлчадилар.

1978 йили эса «тонг юлдузи» томон «меҳмонга» тўртинчи автоматик станция йўлга чиқди. Булардан икkitаси собиқ Совет Иттифоқининг «Венера-11» ва «Венера-12» станциялари бўлса, қолган икkitаси АҚШнинг «Пионер — Венера-1» ва «Пионер — Венера-2» станцияларидир.

«Венера-11 ва 12» ва «Пионер—Венера-2» станцияларининг қўндирувчи аппаратларига ўрнатилган комплекс аппаратлар, планета атмосферасининг газ ва булутли компоненталарига тегишли химиявий таркибининг яна ҳам аниқроқ ўлчашга, булутли қатлам структураси ва заррачалари концентрациясини ўлчашга, ҳарорати, босими ва зичлигини ҳамда унинг бир неча районларига тегишли шамолнинг тезлигини ўлчашга имкон беради. Венеранинг сунъий йўлдоши бўлиб қолган «Пионер — Венера-1» буларга қўшимча қилиб, атмосферанинг динамикаси, циркуляцияси, турбулентлиги ва иссиқлик балансига тегишли маълумотларни қўлга киритди.

Хулоса қилиб айтганда, Венерага учирилган космик аппаратлар ёрдамида унинг атмосфераси ва сиртига тегишли қўйдаги янги маълумотлар қўлга киритилди:

сайёра атмосферасининг босими жуда юқори бўлиб, олимлар ҳеч кутмаган миқдорни —90 атмосферани кўрсатди. Унинг 97 фоизини карбонат ангидрид, сув буғлари, кислород эса атиги 1,5 фоизни ташкил қилиши маълум бўлди. Сайёра сирти яқинида ўлчанган ҳарорат +470 градусгача (Цельсий шкаласида) етди. Зухра атмосферасида ҳам Ердаги каби ионосфера қатлами аниқланди, у тахминан 140 километрча баландликда бўлиб, электронларнинг концентрацияси бир куб сантиметрда ярим миллиондан ортади. «Тонг юлдузи»нинг Ерда яна бир «қариндош»лиги шундаки, унинг осмонида ҳам қалин булутлар кузатилиб, уларнинг «тизгини» шамолнинг қўлида бўлади.

Қизиғи шундаки, сайёра атмосферасида булутлар бир неча қаватга эга. Асосий булутлар қатламининг юқори чегараси тахминан 65 километр атрофида бўлиб, пастки чегараси 48—49 километрли баландликда ётади. 65 километрдан то 85 километргача оралиқда сийрак тутунсимон қатлам жойлашиб, ультрабинафша диапозонда яхши кўринади.

Зухранинг булутлари, тузилишига кўра, бир неча километргача кўриш мумкин бўлган Ердаги сийрак туманга жуда ўхшаб кетади.

Махсус методлар ёрдамида булутларда нурнинг сочилишини ўрганиш, уларни ташкил қилган томчичалар, асосан сульфат кислотанинг 75—85 фоизли сувдаги эритмаси деган хулосага олиб келади. Планета сиртидан 40 километрга баландликда шамолнинг тезлиги секундига 100—140 метр бўлгани ҳолда, 10 километрга яқин баландликда кескин камайиб 3—4 м/с га тушиб қолади.

АҚШнинг «Маринер-10» аппарати, 1974 йили Зухра ёнидан ўтаётган расмларининг таҳлили, сайёра атмосферасининг юқори қатлами тўрт кунлик давр билан циркуляция қилишини аниқлади.

Шунингдек, «Венера-8...9...10» автоматик станциялари тегишли қўндирилувчи аппаратларнинг гамма-спектрометрлари ёрдамида уран, торий ва калийнинг изотопи каби радиоактив элементларни планета тупроғидан аниқлашга имкон берди. Маълум бўлишича, Зухра тупроғи радиоактив элементларининг миқдорига кўра, Ердаги базальтни эслатади.

«Пионер—Венера-2» га тегишли қўндирилувчи аппарат берган маълумотларнинг таҳлили, Венера сирти

Ўзаро кучсиз боғланган майда тупроқдан ташкил топганини маълум қилди. Диэлектрик сингдирувчанлик методи билан аниқланган унинг зичлиги бир куб сантиметрда 1 граммдан (сиртида) 4 граммгача (тахминан 3 метр чуқурликда) боришини маълум қилди.

Планетанинг ўртача зичлиги ҳақида космик аппаратлари ёрдамида олинган маълумотлар асосида «тонг юлдузи»нинг зичлиги, Марс ва Меркурийникидан анча ортиқлиги аниқланди.

Узоқ йиллар давомида олимлар «бошини қотирган» планетанинг асосий «тилсими» унинг сиртига тегишли юқори ҳарорати бўлди. Дарҳақиқат, Ерга нисбатан Қуёшга жуда ҳам яқин бўлмаган ва қалин атмосфера билан қопланган Зуҳра сиртида ҳароратининг бу қадар юқори $+470^{\circ}\text{C}$ бўлишининг сабаби нимада?— деган табий савол туғилади.

Гап шундаки, гарчи планетанинг қалин «тўни»— атмосфераси ичидан Қуёш нурланишининг жуда кам миқдорга унинг сиртига ўтса-да, бироқ бу «тўн» Зуҳра сиртидан ажралиб, космик бўшлиқни «кўзлаган» иссиқлик нурланишига деярли йўл бермайди. Натижада, «парник эффекти» дейилувчи бу эффект сайёра сиртининг қаттиқ қизишига сабаб бўлган.

Гарчи Венеранинг ички тузилишига доир тадқиқотларга ҳам ҳали «қўл урилмаган» бўлса-да, яратилган кўп методларга таянган ҳолда ҳозирдаёқ унинг ички тузилиши ҳақида етарлича асосли фикрларни бериш мумкин.

Планетанинг массаси, ўлчамлари, ўртача зичлиги, орбитал тезлиги ҳамда хусусий айланиш тезлиги ва унинг юқори қатламининг ҳарорати режими асосида Россия олими Козловская С. В. «тонг юлдузи»нинг моделини ишлаб чиқди. Бу моделга кўра сайёра 16 километргача қалинликдаги пўстлоқдан, силикат мантиядан ва темир ядродан ташкил топган. Силикат мантия ва темирдан иборат ядронинг чегараси тахминан 3224 километрли чуқурликда жойлашган дейилади.

Шубҳасиз, Зуҳра тўғрисидаги бу моделни тугалланган дейишга ҳали эрта. Бундай модель ҳақиқатга яқинлашсин учун планета сиртида кузатиладиган тектоник ёрилишлар ва вулқонларнинг изларига аниқ жавоб топish талаб этилади.

Зуҳрада ҳаёт масаласи, узоқ йиллар тортишувларга сабаб бўлган планетамиз «ён қўшниси»нинг муаммола-

ридан биридир. Бир вақтлар америкалик планетолог олим К. Саган (планетага космик аппаратлар «қадам ранжида» қилишларидан илгари) Зухрани яшаш мумкин бўлган осмон жисмига айлантириш мақсадида, унинг атмосферасини кислород билан бойитишнинг лойиҳасини тузди. У таклиф этган лойиҳага кўра, сайёра сиртида бир неча ўн йиллар давомида яшил майдонларни кўпайтириш зарур эди. Бироқ космик аппаратлар ёрдамида олинган сайёранинг физик табиатига тегишли маълумотлар, бу масалани ҳал этиш, олим ўйлаганчалик осон эмаслигини маълум қилди. Гап шундаки, сайёранинг сиртида ҳарорат эслатилганидек, Цельсий шкаласида 470° градусгача етади. Бу эса ҳар қандай бизга маълум органик молекулаларнинг мустаҳкамлик чегарасини бузиш учун етарлидир. Шунинг учун ҳам Венера сиртида Ердагига ўхшаш микроорганизмларнинг бўлиши, бор маълумотлар асосида ҳақиқатдан жуда узоқ бўлиб, илмий асосланмаган.

Шунга қарамай, яқинда К. Саган «Севги худоси» сиртидан тахминан 55 километрча баландликда босим ва ҳарорат, Ердаги нормал шароитниқига мослигига ишора қилиб, бундай баландликларда ҳаёт бўлиши эҳтимол, деган фикрни берди. Агар бундай баландликларда учрайдиган олтингугуртли булутлар, жуда кам миқдори сув буғи ва кислороддан иборат бўлиб, асосий қисми ис газидан ташкил топган сайёра атмосферасини эсласак, олимнинг бу фикрига ҳам қўшилиш қийин, тагин ким билади дейсиз?

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, гарчи охириги йилларда «тонг юлдузи»га тегишли талай кашфиётлар қилинган бўлса-да, бироқ ҳали у билан боғлиқ бундан кўп жумбоқлар ҳал қилинишларига навбат кутади. Планетага алоқадор кўплаб «тилсим»ларнинг ечилиши хусусида туғилган гипотезаларнинг жиддий қийинчиликлар ботқоғидан чиқариш учун анча изланишлар қилиш талаб этилади.

Зухранинг табиий йўлдошлари топилмаган.

Шубҳасиз, Венерага йўл оладиган навбатдаги космик станциялар яқин йилларда унинг бир қатор муаммоларининг ечилишида сезиларли ҳисса қўшади ва бу билан «севги худоси»нинг «паранжиси»ни очиб кўришга имкон яратади.

3-§. Ер — сайёра

Биз устида яшаётган осмон жисми, Қуёшдан ўзоқлиги бўйича учинчи ўринда турувчи планета бўлиб, Қуёшдан ўртача ўзоқлиги 149,6 миллион километрни ташкил этади. Планетамизнинг экваториал радиуси 6378 километр, яъни қутб радиусидан тахминан 21 километрга ортиқлик қилади. Ер, Қуёш атрофида секундига 30 километр тезлик билан ҳаракатланиб, 365,24 кунда бир марта тўла айланиб чиқади. Бир йилда тўрт фаслнинг планетамизда кузатилишининг сабаби, Ер ўқининг орбита текислигига 66,5 даража оғмалиги билан тушунтирилади.

Ер ўзи ўқи атрофида 23 соату 56 минута 4 секундда тўла айланиб чиқади. Бироқ унинг Қуёшга нисбатан айланиш даври бир оз узунроқ бўлиб, 24 соатни ташкил қилади. Сайёрамизнинг Қуёшга нисбатан айланиш даврининг узунлигига сабаб, Қуёшнинг юлдузлар оралиғида йиллик кўринма силжишидир (бундай силжиш, Ернинг Қуёш атрофида ҳақиқий ҳаракатланиши туфайли содир бўлади).

Ернинг ўртача зичлиги $5,5 \text{ г/см}^3$ га тенг бўлиб, массаси тахминан $6 \cdot 10^{24}$ килограммни ташкил этади. Планетамизнинг «тўни» дейилувчи атмосфераси минглаб километрли баландликкача чўзилиб, оғирлиги қарийб 5 минг 160 триллион тонна келади! Бундай «тўн» Ерда ҳаётнинг пайдо бўлиши ва ривожланишида муҳим роль ўйнаган. Хусусан, 20—30 километр чамаси баландликда жойлашган озон қатлами, Қуёшнинг қисқа тўлқинли ультрабинафша нурларини кучли ютиб, барча тирик жониворларнинг, жумладан одамзотни, бундай нурларнинг хавфли таъсиридан асрайди. Атмосферанинг 21 фоизга яқинини кислород, тахминан 78 процентини эса азот, қолган қисмини эса бошқа газлар: аргон, карбонат ангидрид ва сув буғлари ташкил қилади.

Ер гидросферасига (Ер юзидаги қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатидаги сувларнинг жаммуаси) кўра бошқа планеталардан кескин фарқ қилади. Унда фақат суюқ ҳолатдаги сувнинг ҳажми 1 миллион 370 минг триллион куб метр бўлиб, умумий майдони 3 минг 610 миллиард квадрат метрга тенг. Бошқача айтганда, Ер сиртининг қарийб 71 фоизини ташкил қилади. Қуруқликнинг ўртача баландлиги денгиз сатҳидан 875 метр бўлгани ҳол-

да, Дунё океанининг ўртача чуқурлиги 3800 метргача боради.

Сув ўзининг ажойиб хусусиятларига кўра, Ерда оптимал иссиқлик режимининг вужудга келишида муҳим роль ўйнайди. Сувсиз органик ҳаёт Ерда вужудга кела олмасди.

Сувнинг қаттиқ бўлаги — муз ҳам планетамизнинг анча қисмини эгаллаб, асосий қисми Антарктида ва Гренландия қуруқлигини қоплайди. Унинг умумий массаси 24 минг 200 триллион тоннага тенгдир! Бордию, бундай миқдордаги муз эриса эди, дунё океанининг сатҳи 60 метрга кўтарилиб, қуруқликнинг яна 10 фоизи сув остида қолган бўларди.

Ернинг қаттиқ қатлами литосфера дейилиб, бу қисмда планетамизнинг асосий қатлами мужассамлашган бўлади. Гарчи бир қарашда литосфера сиртида туриб, унинг ички тузилиши ҳақида маълумотга эга бўлиш мумкин эмасдек туюлса-да, аслида сайёрамизнинг инерция моменти ва ер қимирлашлари асосида унинг ички тузилиши ҳақида етарлича аниқ маълумотлар олиш мумкин.

Гап шундаки, сейсмик тўлқинлар бўйлама ва кўндаланг бўлиб, бўйлама тўлқинда заррачалар тўлқиннинг тарқалиш йўналиши бўйича силжигани ҳолда, кўндаланг тўлқинда тарқалиш йўналиши билан тўғри бурчак ташкил қилади. Кўндаланг тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги эса бўйлама тўлқинларникидан катта бўлади. Шунингдек, сейсмик тўлқинлар, турли зичликдаги қатламлар чегарасидан қайтиш ва синиш хусусиятига ҳам эгадир. Бундай маълумотлар асос қилиб олинган методларга таянган ҳолда, литосферанинг ички тузилиши ҳақида етарли даражада ишончли маълумотлар олинди.

Хусусан, суюқликнинг кўндаланг тўлқин силжишига қаршилиқ қилмаслиги туфайли, бундай тўлқин суюқликда тарқала олмаслиги базасида литосферанинг суюқ ядроси борлиги асримизнинг бошидаёқ аниқланган эди. Кейинги тадқиқотлар бу ядро асосан икки — радиуси 1300 километргача борадиган қаттиқ ва унинг устида 1100 километрли қалинликдаги суюқ қисмлардан иборатлигини маълум қилди.

Бу усуллар ёрдамида текширишлар, литосферанинг қаттиқ қатлами ҳам бир жинсли бўлмай, тахминан 40 километр чуқурликда кескин чегара борлигини бил-

дирди. Бу чегаравий сирт унинг кашфиётчиси номи билан Мохоровичич сирти деб юритилади. Бу сиртдан юқорн қатлам литосфера пўстлоғи ости эса мантия деб юритилади. Мантиянинг зичлиги $3,3 \text{ г/см}^3$ дан (Мохоровичич сиртида) $5,5 \text{ г/см}^3$ гача (ядро чегарасида) ортади. Ядро чегарасида зичлик кескин ортиб $9,4 \text{ г/см}^3$ ни ташкил қилади. Ер марказида зичлик $14,5\text{—}18 \text{ г/см}^3$ гача тартибда бўлиб, босим 1 миллион 300 минг атмосферага боради. Температура марказга томон ортиб бориб, мантиянинг қуйи чегарасида Кельвин шкаласида 5000 градусгача, марказда эса тахминан 10000 градусгача боради.

Ер — гигант магнит бўлиб, уни компас стрелкасининг планетамиз магнит майдони куч чиқиқларига параллел туриш учун ҳаракатланишидан билиш мумкин. Қизиғи шундаки, геомагнит қутблар Ер қутблари билан устма-уст тушмайди. Шимолий геомагнит қутбнинг географик кенлиги $78^\circ,5$, узунлиги эса 290° (шарқий узунлама)ни ташкил қилади. Бошқача айтганда, геомагнит ўқ Ер ўқиға $11,5^\circ$ ли бурчакка оғишган. Геомагнит майдоннинг кучланганлиги экватордан қутбга томон $0,25\text{—}0,35$ дан $0,6\text{—}0,7$ эрстедга қадар ортади.

Ер атрофи фазосининг геомагнит майдон кучланганлигининг планеталараро доимий магнит майдони кучланганлигидан (5—10 гаммадан) ортиқ бўлагини Ер магнитосфераси дейилади. Бу сфера Ер ўқиға нисбатан симметрик бўлмайди. Магнитосфера Ернинг кундузги томонида «сиқилган» бўлиб, 8—14 Ер радиусича масофага чўзилгани ҳолда, тунги томонида планетамизни «магнит думи»ни вужудга келтириб, бир неча ўнлаб Ер радиуси масофасигача чўзилади.

Охирги йилларда планетамиз — осмон жисмларининг ажралмас қисми сифатида актив ўрганилаётганига қарамай, ҳали унга тегишли муаммолар қўшни планеталарниқидан жуда кам эмас. Айниқса, унинг бағри ҳақидаги маълумотимиз ҳали жуда «камбағал» ҳисобланади.

Бироқ Ер «ўз қўлимизда» бўлиб, бошқа осмон жисмларини ўрганишга нисбатан уни тадқиқ қилишга катта имкониятларимиз борлигини ҳисобга олсак, планетамиз сирларини қўшни планеталардан анча илгари «фош» қилишга катта умид билан қарашга асосларимиз йўқ эмас.

4-§. Ойга саёҳат

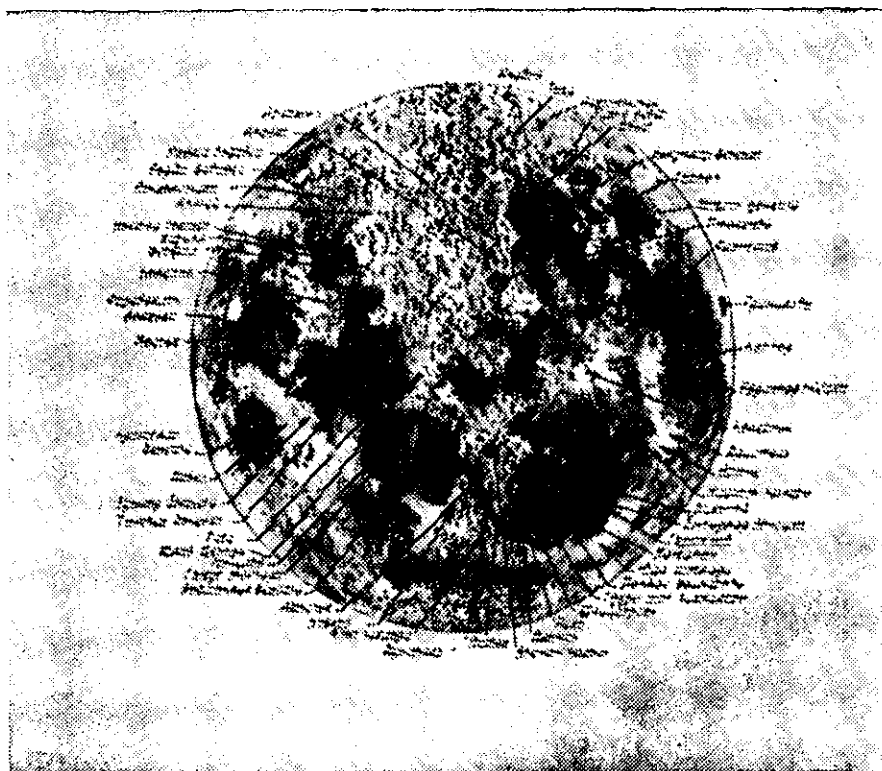
Ерга энг яқин осмон жисми Ой бўлиб, у планета-мизнинг табиий йўлдошидир. Ойнинг Ер атрофидаги орбитаси, барча планеталарнинг Қуёш атрофида айланиш орбитаси каби эллипс (чўзинчоқ айлана)дир. Шу туфайли Ойнинг Ердан узоқлиги бир оз ўзгариб туради. Ерга энг яқин келганда (орбитасининг перигейида) 363400 километр, энг узоқлашганда (апогейда) эса 405400 километрли масофада бўлади. Ойнинг диаметри 3476 километр бўлиб, унинг ҳажми Ер ҳажмининг 100 дан икки қисмини ташкил қилади. Ой сиртида тортиш кучи Ердигидан 6 марта кам. Ой осмонда Ғарбдан Шарққа томон айланиб, 27 кун 8 соатда Ер атрофини бир марта айланиб чиқади. Ой ўз ўқи атрофида ҳам худди шунча вақтда бир марта айланиб чиқади. Шунинг учун ҳам у бизга (яъни Ерга) доимо бир томони билан кўринади. Ой ўзидан нур чиқармайди, Қуёшдан ўзига тушаётган нурларни қайтаради.

Ой сиртининг ярми Қуёш билан ёритилган бўлади. Бироқ, Ердан қараганда доимо Ойнинг Қуёш билан ёритилган ярим сферасининг ҳаммасини кўришнинг иложи бўлмайди. Ойнинг Қуёш ва Ерга нисбатан туришига кўра, унинг Қуёш билан ёритилган юзасидан кўпроқ ёки камрогини кўриш мумкин. Агар Ой Қуёш томонга ўтса «янгиой», Қуёшга қарама-қарши (Ерга нисбатан) томонга ўтса, «тўлиной» бўлиб кузатилади. Ойда атмосфера деярли йўқ. Ойнинг массаси Ернинг массасидан 80 марта кичикдир.

Ойга тушган космонавт биринчи навбатда ўзини жуда енгил ҳис этади. Бу, эслатилганидек, Ойнинг тортиш кучи камлигидандир. Космонавт ўз скафандри билан Ерга 90 килограмм бўлса, Ойда атиги 15 килограмм бўлиб қолади. Шунингдек, Ойда кузатувчи Ерга кўниккан кўп ҳодисалардан фарқли ажойиботларнинг гувоҳи бўлади. Аввало, Қуёш чиқишидан олдин Ерга кузатиладиган чиройли қизилранг шафақ Ойда кузатилмайди. Қуёш, кутилмаганда бирдан уфқ остидан кўтарила бошлайди. Қуёшнинг уфқдан кўтарилиши Ердигидек, жуда шошилинич бўлмасдан, бутунлай чиқишига бир соатча вақт кетади. Қизиги яна шундаки, Қуёш кўтарила бошлаши билан осмонда юлдузлар йўқолмайди. Тим қоронғи осмонда Қуёш билан бирга бутун кун бўйи юлдузлар ҳам порлаб тураверади. Қуёш атрофида

қизил рангда ва тишлик шаклли ҳалқа — унинг атмосфераси кўринади. Протуберанецлар деб юритувчи — «каланга тил»лар Қуёш атмосферасида ажойиб манзарани вужудга келтиради. Қуёш ўзининг «тожи» билан биргаликда (Қуёш тожи Ерда Қуёш тутилганида яхши кўринади) оддий кўзга кўринадиган Қуёшдан бир неча марта катта шаклда кўзга ташланади. Ой осмонида юлдузлар, Қуёш тожининг кўриниши ва шафақнинг кўринмаслигининг сабаби, Ой сиртида атмосферанинг йўқлигидандир. Қуёш чиққандан сўнг то туш бўлгунча 7 кун-у 9 соат вақт кетади. Гарчи бу вақтда ҳарорат анча кўтарилиб қолган бўлса-да, Ойда «салқин» жойни топиш қийин эмас. Бунинг учун кратерлар атрофини ўровчи тоғлар, тепаликлар сояси жонга аро киради. Бу сояларда етарлича салқин бўлишининг сабаби, иссиқни «ташувчи» ҳаво молекулаларнинг йўқлигидир. Шу туйғайли Қуёш нурлари бевосита тушмаётган жойларда туннинг соғуғи узоқ вақтга етади. Ойга биргалашиб саёҳатга чиққан киши шеригини чақириб овора бўлмаслиги керак. Чунки у ҳеч қандай овозни эшитмайди. Товуш тўлқинларини ташувчи муҳит ҳам ҳаво молекулалари бўлиб, Ойда у молекулалар йўқ. Бунинг учун махсус радиопередатчиклардан фойдаланишга тўғри келади.

Ой осмонининг чиройли ҳодисаларидан яна бири, планетамиз — Ернинг кўринишидир. Ой осмонида Ер чиройли, кўкимтир шар шаклида, Ойнинг осмондаги кўринишдан тўрт мартача катта кўринади. Бироқ Ернинг ярмидан кўпи оқ булутлар ҳосил қилган «доғ»лардан иборат бўлади. Ер қитъалари бир оз ёришиб, океанлардан ранги билан фарқ қилиб туради. Қалин ер атмосфераси уларни алоҳида-алоҳида кўришга имкон бермайди. Ер ҳам осмонда Ой каби турли шаклларда (фазаларда) кўринади. Бу ҳолат унинг Қуёшга нисбатан Ойнинг қайси томонида турганига боғлиқ бўлади. Ер ўзининг «тўла ер» фазасида бўлганда Ой сиртини, «тўлиной» Ерни ёритгандагидан 40 мартагача равшанроқ ёритади. Ой осмонида «тўлиқ ер» кузатиладиган пайт — Ердан қараганда Ойнинг «янгиой» бўлган вақтга тўғри келади. Шунингдек, осмондаги Ер шари атрофида концентрик ҳалқалар шаклида тўқ қизил, сариқ, кўк ва ҳоказо ранглардан иборат чиройли камалак кузатилади. Агар космонавт Ой тутиллаётган пайтда Ой сатҳида бўлса, у Қуёш тутилишини кузата-



24- расм. Ой сиртининг рельефи.

ди ва бу тутилишнинг тўла фазаси Ергадайдй бир неча минутгина давом этмай, роса 1,5 соатча давом этади.

Ойда олам қутби Ердан қараганда атрофида юлдузлар айланма ҳаракат қиладиган Қутб юлдузига мос келмайди. Ерда, оламнинг Шимолнй қутби Кичик Айиқ юлдуз туркумининг альфа юлдузига тўғри келса, Ой учун қутб — Аждаҳо юлдуз туркумининг омега юлдузига тўғри келади ва шу юлдуз атрофида бошқа юлдузлар айланма ҳаракатланаётгандек туюлади (Ой ўз ўқи атрофида айланганлиги туфайли). Ойда адашган кишининг ҳам аҳволи анча мушкул бўлади. Ойнинг магнит майдони йўқлиги туфайли, у ерда компасдан фойдаланишнинг иложи йўқ. Фақат осмондаги юлдузлар воси-

тасида уфқнинг турли йўналишларини аниқлаш мумкин бўлади.

Тунда из қолдириб учадиган юзлаб «учар юлдузлар» ҳам у ерда кўринмайди. Ерда «учар юлдуз» ларнинг кузатилиши, осмон «дайди» тошларининг ерга тушишида атмосферада чўгланиб из қолдиришидандир. Ойда атмосфера йўқлиги эса, ҳар қандай катталиқдаги тошни ҳам Ой сиртига бемалол қизимай тушишини таъминлайди.

Ойнинг рельефи қандай? Ой рельефида Ерникига ўхшаш объектлар кўплаб топилади. Ойда ҳам паст текисликлар, тепаликлар, тоғлар бор (24-расм). Бу объектларни биринчи марта италян олими Г. Галилей 1610 йилда ўзи ясаган телескопдан Ойни кузатиб топган эди. У пасттекисликларга «денгизлар» деб ном берган. «Денгизлар» деган ном шартли равишда ҳозиргача қўлланилса-да, аслида у ерларда сувдан асар ҳам йўқ.

Ой сиртида ҳам Ердаги каби вулканик ҳодисалар бўлиб туришини 1958 йили собиқ СССР Фанлар академияси Бош астрономик обсерваториясининг (Пулково) профессори Н. А. Козиров аниқлади. Уша йили олим Альфонс кратеридан, 1961 йили эса Аристарх кратери зонасидан газ отилишини телескопдан кузатди.

Ойдаги тоғлардан энг йириклари Альп, Апенина ва Кавказ тоғлари деб номланган. Тоғларнинг баландлиги баъзан 9 километргача етади. Шунингдек, Ойда ҳалқали тоғлар кўплаб учрайди. Цирк деб аталувчи йирик ҳалқали тоғлардан Клавий ва Шиккардларнинг диаметрлари 200 километргача етади. Ердаги тоғлардан фарқли ўлароқ, Ой тоғлари кўпроқ тик чиққан бўлади. Ой орқа томонининг рельефи, биринчи марта, Совет Иттифоқининг 1959 йили учирган «Луна-3» автоматик станцияси Ойнинг Ердан кўринмайдиган орқа томонини олган расмларидан маълум бўлди ва Ойнинг тўла глобусини яшашга имкон беради. Ой орқа томони рельефи бизга кўринадиган олд томони рельефидан бир оз фарқ қилиб, «денгизлар» дейилувчи пасттекисликлар камроқ кузатилади.

Кейинги 15 йил давомида Ойни космик аппаратлар ёрдамида ўрганиш Ой «жамоли»ни яқиндан кўришга имкон берди. 1959 йил январида учирилган «Луна-1»дан сўнг, ҳозирга қадар шу типдаги 24 та, «Зонд» типда-

гисидан 9 та автоматик станциялар Ер — Ой «трасса» сида сафар қилишди. Кейинги навбатда, Ойга автоматик ёки космонавтлар ёрдамида бошқариладиган космик кемаларни Ерга қайтиб кела оладиган қилиб учирish мақсад қилинди. Собиқ Совет Иттифоқи бу планда автоматик бошқариладиган, АҚШ эса космонавтлар билан бошқариладиган космик кемаларни маъқул топишди. «Зонд-7 ва «Зонд-8» космик станциялар бу борада биринчи катта ютуқларни қўлга киритиб, Ойга қилинган саёҳат» давомида талай фотографик ва экспериментал материаллар билан қайтдилар. Совет автоматик станцияси «Луна-16» Ердан берилган «буйруқ» бўйича ишлаб, космонавт «қўлидан келадиган ишни» ўз зиммасига олди, автомат зиммасига юкланган барча вазифани «аъло» баҳога бажарди. «Луна-16» ва «Луна-20», «Луна-24» «Ойдан намуналар келтирди.

«Луна-17» ва «Луна-21» Ойга экспериментал лабораториялар («Луноход-1» ва «Луноход-2»)ни элтди. Бу лабораториялар Ойда бир неча ўн километрлик масофани ўтиб, унинг рельефи, тупроғининг таркиби, сейсмик ва вулқонли ҳодисаларни, космик нурларни ҳамда шу каби кўплаб ҳодисаларни узоқ вақт давомида ўрганиб, қўшнимизнинг миллионлаб йиллар давомида сақлаган сирларни «фош» қилди.

Ойдан келтирилган тупроқ намуналарининг анализи, Ой тупроғи асосан тўрт хил жинслардан, яъни майда донаторликдаги говак жинслардан, йирик донаторли жисмлардан, брекчия дейилувчи минераллар синиқларидан ва реголит (майда заррачалар ва чанг)дан ташкил топганини кўрсатди. Булардан биринчи уч хили кимёвий таркиби жиҳатидан бир хил бўлиб, реголит эса, метеор моддалар аралашмасидан иборатлиги аниқланди ва у Ой материкларига характерли жинс деган хулосага келинди.

1969 йилнинг июнида АҚШнинг «Аполлон-11» космик аппаратида икки астронавт — Армстронг ва Олдринлар Ойга қўндилар. Ой устида улар узоқ сайр қилиб, Ерга Ой сирти тошлари, тупроғи, кристалларидан иборат қимматбаҳо «сувинерлар» билан қайтдилар. «Аполлон»лар Ойга 12 астронавтни муваффақиятли қўндириб, тунги «соқчимиз» нинг рельефи, физик табиатига тегишли қимматли маълумотларни қўлга киритдилар.

Осойишталик «денгизи»дан олинган намунанинг

(«Аполлон-11») таркиби 40—45% алюминий, 4—6% титан ва магнийга эга бўлиб чиқди. Бўронлар «океани» дан олинган намуна («Аполлон-12») эса бир оз бошқача бўлиб, унда титан 2—3 марта кам, магний, кобальт, ванадий ва скандий эса аксинча кўп бўлиб чиқди. Агар Ер ва Ой жисмларининг кимёвий таркиби тўғрисида гапирилса, бу жинсларда анчагина фарқ топилди. Бу масалада, айниқса, Ой чанги деб номланган Ой сирти қатлами табиати жиҳатидан диққатга сазовордир. Унинг таркиби кристалл синиқларидан, темир-никель аралашмали шиша доначаларидан, бир жинсли тиниқ шиша парчаларидан ташкил топган бўлиб, юқори вакуум шароитида жойлашганидан жуда ёпишқоқлиги маълум бўлди.

Ойни ўрганишнинг қандай фойдаси бор?— деган савол туғилади. Ойни ўрганишнинг табиёт фанлари учун муҳимлиги, Ой атмосферадан холилигидандир. Ойга ўрнатилган кичик телескоп, Ердаги катта телескоплар ёрдамида Ердан олинган осмон жисмлари расмларидан бир неча марта сифатли материаллар олишга имкон беради. Ойда ўрнатилган ўртача катталиқдаги обсерватория, Ердаги ўнлаб обсерваториялар хизматини аъло даражада ўтай олиши мумкин. Шунингдек, ер атмосфераси электромагнит нурларининг жуда кам қисминигина ўтказиб, қолган қисмлари учун «тиниқ» эмас. Ойда эса барча тўлқин узунликларида Коинотни ўрганишнинг имконияти мавжуд.

Қосмосдан планетамиз томон турли тўлқин узунлигидаги нурлардан ташқари, элементар заррачаларнинг оқими ҳам узлуксиз келиб туради. Бу заррачаларнинг манбалари портловчи юлдузлар, туманлиқлар ва асосан Қуёшдаги актив ҳодисалардир. Космик нурлар деб, юритилувчи бу оқим заррачалари турли миқдорли энергияга эга бўлиб, катта энергиялилари, Ердаги махсус лабораторияларда тезлатилган заррачалари билан бемалол «беллаша олади». Космик нурларнинг Ер атмосферасида кўплаб ютилиб қолиши, уларни тўла ўрганишга имкон бермайди. Ой сиртида туриб, бу нурларни ўрганиш, физиклар учун кўп янгилик беради.

Шунингдек, Ойда қазилма бойлиқлар, қимматбаҳо минерал ва рудалар кони бўлиши мумкинлиги, унинг тупроқ намуналарини ўрганишдан маълум бўлди.

Ҳозирги замон фани Ойнинг келиб чиқишини қандай тушунтиради?

Яқин йилларга қадар Ойнинг келиб чиқиши ҳақида хукмронлик қилган гипотезани машҳур биолог Чарльз Дарвиннинг ўғли — математик ва астроном Джорис Дарвин таклиф қилган эди. Бу гипотезага мувофиқ, Ой Ердан унинг эволюциясининг дастлабки стадиясидан ажралиб чиққан деб тушунтирилади. Планеталарнинг Қуёшдан ажралганлиги ҳақидаги космогоник гипотеза, ҳисоблашлар натижасида ўзини оқламагач, Дарвиннинг шу гипотезасининг асосига ҳам путур етди.

Ҳозирги даврда Ойнинг келиб чиқиши ҳақида икки гипотеза бор: булардан бирига кўра (Юри, Дербигер ва Альвен) Ой, Қуёш атрофида Ерга яқин масофада айланувчи кичик планета бўлган ва вақт ўтиши билан Ерга яқинлашиб, у билан «ушланиб» қолган. Натижада Ернинг табиий йўлдошига айланган.

Иккинчи гипотезага кўра (Б. Ю. Левин бошчилигидаги группа) Ой, Ер атрофида йиғилган чанг заррачаларидан, Ернинг массаси ҳозирги массасининг қарийб 0,3—0,5 қисмини ташкил қилган даврларда ҳосил бўлган. Бу гипотезага кўра, Ойнинг «ёши», Ердан 100—200 миллион йилга камроқ бўлиши, ҳозирги замонда олинган маълумотларга мос келиши билан диққатга сазовордир. Бу икки гипотезадан қай бирига кўпроқ ён бериш ҳозирча қийин бўлса-да, Ойнинг ички структурасини ва ёшини аниқ ўрганиш, яқин келажакда бу космогоник муаммони ҳал қилишга тўла имкон беради.

5-§. Миррих — «уруш худоси»

Бундай ном билан юритиладиган Ер типидagi тўртинчи планета Миррих (Марс)нинг орбитаси, Ерникидан ташқарида ётади. Унинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 228 миллион километр. Марс Қуёш атрофида айланаётиб, ҳар 780 кунда Ерга яқинлашиб туради. Бундай яқинлашиш қарама-қарши туриш дейилади. Марс орбитаси эллипс шаклида бўлганидан, қарама-қарши туриш пайтида унинг узоқлиги 55 дан 102 миллион километргача ўзгариб туради. Марс Ерга энг яқин келганда (буюк қарама-қарши туриш пайтида), ундан бизгача нур атиги уч минутда етиб келади. Планетанинг буюк қарама-қарши туриши ҳар 15—17 йилда кузатилиб, охиргиси 1988 йилда бўлган эди.

Марс нисбатан кичик сайёра, унинг диаметри 6775

километр, массаси эса $6,44 \cdot 10^{23}$ кг (Ер массасининг 0,107 қисмини ташкил қилади). Ўртача зичлиги ҳам Ерникидан анча кам $3,94$ г/см³. Эркин тушиш тезланиши 372 см/с².

«Уруш худоси» ўзининг физик табиати жиҳатидан Қуёш системасининг планеталари ичида Ерга «қариндош»лиги билан ажралиб туради. Марс суткаси Ерникидан кам фарқ қилиб—24 соату 39,5 минутга тенг. Шунингдек, планетада йил фасллари бўлишини таъминловчи айланиш ўқининг орбита текислиги оғмалиги ҳам Ерникидан оз фарқ қилади— $65^{\circ}12$. Бироқ «қизил сайёра» йилининг узунлиги бизникидан анча ортиқ бўлиб, 687 ер суткасига (ёки 669 марс суткасига) тенгдир.

Марс Қуёшдан Ерга нисбатан ўртача 1,5 марта узоқлигидан унинг юза бирлигига тушадиган Қуёш энергияси, Ернинг шундай юза бирлигига тушадиган энергиянинг 43% инигина ташкил қилади. Шунинг учун планетанинг ўртача йиллик температураси Цельсий шкаласида -60° ни ташкил қилиб, сутка давомида кескин ўзгаради. 35 градусли кенгликда куз фаслида туш пайтига яқин ҳарорат минус 20° , кечқурун -40° , кечаси эса -70° га боради. Қиш пайтида 40° ли кенгликда ҳарорат минус 50° дан, 60° ли кенгликда эса минус 80° — 90° дан ортмайди. Марс сиртининг минимал температураси -125° дан пастга тушмайди.

Миррихнинг атмосфера «тўни»— жуда сийрак бўлиб, сиртида ўртача босим 6,1 миллибар (1 бар тахминан 1 атмосфера), яъни денгиз сатҳидаги Ернинг атмосфера босимидан қарийб 160 марта сийрак. Бироқ планетага тегишли аниқ маълумотлар «Марс» ва «Маринер», «Викинг» (АҚШ) типидagi планеталараро автоматик станциялар ёрдамида қўлга киритилди. Маълум бўлишича, Марснинг «тўни» 95% карбонат ангидриддан, 2,5% азот, 1,5+2,0% аргондан ва жуда кам миқдордаги кслород (0,2%) ва сув буғидан (0,1%) ташкил топган экан.

Телескоп ёрдамида Марснинг қутбларида жуда қадимдан кузатиладиган оқ «қалпоқ»лари, яқин йилларга қадар «уруш худоси»нинг асосий жумбоқларидан ҳисобланарди. Қизиғи шундаки, бу «қалпоқлар», Ернинг шимолий ва жанубий қутбларида кузатиладиган Шимолий муз океани ва Антрактидага жуда ўхшаб кетади. Шунингдек, Миррихнинг бу «қалпоқлари» сайёра қайси фаслни «бошидан кечираётгани»га кўра ўзгариб туради.

Қишда уларнинг эгаллаган майдони ортиб, шимолий ярим шарда 62 градусли кенгликкача, жанубий ярим шарда эса —55 градусгача бостириб келади. Шуни унутмаслик керакки, қиш ҳар иккала ярим шарда бир вақтда бўлмай, Ергагидек, бир-биридан ярим йилга (Марс йили билан) фарқ қилади.

Сўнгра баҳор бошланиши билан, «қалпоқ»ларнинг кескин эриши бошланади ва ёзда улардан айтарли нз қолмайди.

Махсус методлар ёрдамида «қутб қалпоқлари»ни ўрганиш, улар муз ҳолатдаги карбонат ангидрид эканини маълум қилди. Кейинчалик космик аппаратлар, Марс қутбларида температура, карбонат ангидридининг 6,1 бар босимда конденсацияли температурасига (-125°C) яқин эканлигини аниқлаш билан юқоридаги фикрни тасдиқлади.

Планета атмосферасининг таркиби аниқлангач, «қутб қалпоқлари»нинг сайёра атмосферасининг физикасида роли катта эканлиги маълум бўлди. Чунончи баҳорда «қутб қалпоқ»ларининг кучли эриши ва буғланиши ҳисобига, қутб тепасида атмосферага жуда кўп миқдорда карбонат ангидрид улоқтирилиб, босимни кескин ортишига сабаб бўлади. Оқибатда кучли шамол вужудга келиб, у жуда катта газ массасини жанубий ярим шарга олиб ўтади. Гарчи бунда шамолнинг тезлиги секундига тахминан 10 метрни ташкил этса-да, фаслий ўзгаришлар билан боғлиқ жараёнлар тезлиги, айрим ҳолларда секундига 70—100 метргача борадиган кучли шамолни вужудга келтиради. Бундай шамол таъсирида 100 миллионлаб тонна чанг атмосферага кўтарилади. 1971 йили худди шу хилдаги бўрон кўтарилиб, «уруш худоси» сиртини паранжи мисол биздан тўсди. Бу даврда кўтарилган ва бутун планета дискини қоплаган қизғиш чанг булутлари ҳатто «қутб қалпоқлари»ни ҳам кўришга имкон бермади. 1971 йил декабрида собиқ Совет Иттифоқининг «Марс-3» ва АҚШнинг «Маринер-9» космик аппаратлари бўрон айни «қутурган» пайтда сайёранинг кўринишларини акс қилувчи расмларни олди.

Марснинг рельефи бир-биридан кескин фарқланувчи районлардан иборат бўлиб, булар ичида жуда катта майдонни кратерлар эгаллайди. Кратерлар соҳаси, шимолда экватордан 40 градусли кенгликларгача боргани ҳолда, жанубда, экватордан 80 градусли кенгликларигача ястанади.

Марс рельефига тегишли объектлар ичида ўтган асрда кузатилган «марс каналлари» узоқ тортишувларга сабаб бўлди. 1877 йили планетанинг қарама-қарши туриши (Ерга яқин келиши) пайтида италиялик олим Скиапарелли «қизил планета» сиртида турли йўналишларга эга, бир-бирини кесиб ўтувчи ингичка қора «йўл»лар занжирини кузатди ва уларга каналлар деб ном берди. Бироқ бу «каналлар»нинг келиб чиқиши ҳақида олим лом-мим демади. Кўп ўтмай, Марсни кузатиш учун махсус обсерватория қурган америкалик астроном Лоуэлл, кузатиш материалларига таяниб, «марс каналлари» сунъий қурилма деган гипотезани ўртага ташлади.

«Марс» ва АҚШнинг «Маринер» автоматик станциялари ёрдамида олинган дастлабки расмлароқ, «марс каналлари» ҳақиқий каналлар билан ҳеч қандай умумийликка эга эмаслигини кўрсатди. Аслида каналлар ўрнида тоғлар ва кратерлар занжири жойлашган бўлиб, телескопик кузатишларда улар қўшилиб каналлар кўринишини олар экан. «Уруш худоси» ўз бағрида ястанган пасттекисликлари ва тоғлари билан планетамиз — Ерга жуда ўхшаб кетади.

Марснинг 20 дан 55 градусгача шимолий кенгликлари орасидан жой олган ва қарийб 2000 километрга чўзилган Эллада пасттекислигининг «Викинг»дан олинган расмларидан кўринишича, у қартерлардан холи ва атрофга нисбатан анча чўккан пасттекислик эканлиги аниқланди. Жанубий ярим шардаги бошқа бир йирик майдонли пасттекислик Аргир деб юритилади. Аргирдан шимоли-ғарб томонда улкан вулканик тоғ Тарсис ястанади. Унинг ортида шимолий ярим шарда машҳур Амазония ва Утопия пасттекисликлари жойлашган. 50° параллелдан то 70° гардусли параллелгача Катта Сахро ястаниб, у шимолий қутбни ўровчи тоғ ҳалқаси билан чегараланади.

Марс рельефининг асосий ажойиботларидан бири — планета тоғларидир. Планетанинг Тарсис районида тўртта конус шаклидаги тоғ қўкка бўй чўзади. Бу тоғлар вулқонли жараён таъсирида вужудга келган тоғлар бўлиб, улардан энг жанубда жойлашган Арзия тоғи асосининг диаметри 130 километрни ташкил қилади. Бу тоғлар ичида энг йириги Олимп тоғи бўлиб, у Ердаги вулқонлик тоғлардан бир неча марта устунлик қилади. Олимп тоғи конус асосининг диаметри 600 километрга, баландлиги эса 27 километрга боради (Ердаги энг йирик

тоғнинг баландлиги 9 километр, энг йирик вулқон асо-сининг диаметри эса 250 километрдан ортмайди).

Қолган вулқоник тоғлар Олимп баландлигидан қо-лишса-да, бироқ уларни 15 километрли баландликдаги чанг булутларидан ўтиб кўриниши (1871 йил олинган расмларда), бу тоғларнинг баландликлари ҳам 15—20 километрдан кам эмаслигини кўрсатади.

Ҳар тўрттала тоғда ҳам вулқоннинг тўхтаганига юзлаб миллион йил ўтган деб тахмин қилинди. Олимп тоғи чўққисидаги кратернинг диаметри 70 километргача бориб, баланд марза билан чегараланган. Бир вақтлар бу вулқондан отилган лава суюқ бўлиб, жуда узоқлар-гача оқиб борган.

Марс рельефининг энг қизиқ объектларидан бири, узунлиги бир неча юз километргача чўзилган жарлик-лардир. Арзния тоғидан 20 градус шарқда бундай жар-ликлардан бири жойлашиб, унинг узунлиги 400 кило-метргача, кенглиги айрим жойларида 30 километргача, чуқурлиги эса 2 километргача боради. Бундай жарлик жанубдаги 10 параллел бўйлаб йўналган яна ҳам «ба-ҳайбат» каньон дейилувчи водий билан тутшиб кетади. Маринер водийси деб ном олган бу каньон 3600 кило-метргача чўзилиб, чуқурлиги 5—7 километргача етади. «Маринер-9», «Марс-4—5» ва «Викинг»лар олган расм-лардан кўринишича, каньонлар атрофидаги жарликлар ҳозир ҳам емирилишда давом этиб, қизиғи, ўпирилган қисмлари суюқ лой кўринишида унинг тубига ва атрофга оқади. Маринер водийсининг кенглиги айрим жойларда 200 километргача етади.

«Қизил планета» сиртида кузатиладиган бошқа бир «тилсим» дарё ўзанларидир. Булар ичида 30 градуслар чамаси жанубий кенликда жойлашган Ниргал деб ном-ланган дарё ўзани 400 километрга чўзилган Марснинг қадимий дарёларидан ҳисобланади. Ниргал жуда катта ҳавзага қуйилганлиги «Маринер-9» олган расмларда яқ-қол кўринади.

Шунингдек, узунлиги 700 километргача борадиган бошқа бир дарё ўзани Маадимнинг айрим жойларида кенлик 80 километргача етади.

Бу дарё ўзанларида ҳозир ҳеч қандай суюқлик оқ-маслиги аниқ. У ҳолда, мазкур дарё ўзанларини нима вужудга келтирган?— деган савол туғилади. Ушбу са-волга жавоб топиш, бир неча йиллар давомида узоқ тортишувларга сабаб бўлди. Марснинг «қутб қалпоқ-

лари»нинг карбонат ангидрид музидан ташкил топганлиги, кузатилган дарёларда бир вақтлар суюқ ҳолда CO_2 оққан деган дастлабки гипотезанинг туғилишига сабаб бўлди. Бироқ кейинчалик, планета атмосферасининг таркиби ва физик табиати (температураси, босими)га тегишли аниқ маълумотлар олингач, бундай шароитда карбонат ангидрид сайёрага фақат қаттиқ ёки газ ҳолатда бўла олиши маълум бўлди. Бинобарин, миллионлаб йиллар олдин Миррих сиртида дарё ўзанлари кўринишида ўз «автографини» қолдирган суюқлик карбонат ангидрид эмаслиги аниқ.

Шунингдек, дарё ўзанларининг «муаллифи», бир вақтлар актив вулқонларнинг лавалари деган гипотеза ҳам «туғилган» вақтлариеъ, унга тегишли назарий ҳисоблашларга дош беролмай йўққа чиқди. Чунки бундай ҳисоблашлар, лава, сайёра сиртининг мавжуд шароитида дарё ўзанларининг бошидаёқ қотиб улгуришини маълум қилди.

«Уруш худоси»нинг қуриган дарёлари ҳақида туғилиб, йилдан-йилга кўпроқ тасдиқини топаётган гипотеза, қадимда бу дарё ўзанлари бўйлаб сув жўш урган деган назарияни олға суради.

Марсда, ҳозирга қадар, муз ҳолатида сув запаслари борлигининг фойдасига «гапирувчи» фактлар етарличадир. Жумладан, планетанинг маълум ярим шарида баҳор бошланиши билан, у ярим шарга тегишли «қутб қалпоғи» майдоннинг кескин камайиши кузатилади. Бироқ ёз чилласи тугагач, «қалпоқ»нинг кескин қисқариши тўхтайтиди ва унинг қутб атрофидаги ёруғ спирал тасмалари кўринишидаги қисми ёз бутунлай ўтгунча ҳам сақланиб қолади. Бунинг сабаби, қутб зонасида бир неча ўнлаб метр қалинликда, асрлар давомида йиғилган чанг билан кўмилган сув музи қатламининг жойлашганидандир деб тушунтирилади. Шунингдек, каньонлар «қирғоғи»даги ўпирилишларнинг ёйилиши табиати ҳам планетанинг сиртости муз қатламлари борлигидан далолат беради.

Бу далилларни эътиборга олган ҳолда, машҳур плантологлар В. Мороз ва К. Саганлар Марсдаги дарё ўзанлари, бир вақтлар бу ўзанлар бўйлаб оққан сувнинг «муруввати»дан бошқа нарса эмас, деган хулосага келдилар.

Ернинг «ён қўшниси»да ҳаётнинг бор ёки йўқлиги масаласи узоқ йиллардан буён олимларни қизиқтириб

келади. Г. Тихов ва америкалик У. Стинтон Марсда ҳаётнинг излари бўлмиш ўсимликлар билан узоқ йиллар қизиқдилар. Планетанинг қорамтир областларида инфрақизил нурларнинг сочилиши, табиати жиҳатидан Ер ўсимликларининг таркибий қисми бўлмиш углеводород ва бошқа молекуляр бирикмаларда бундай нурларнинг сочилишига ўхшашлигининг очилиши, олимлар томонидан ўтказилган дастлабки диққатга сазовор экспериментлардан ҳисобланади.

Кейинги йилларда олимлар томонидан Марснинг табиий шароитига яқин шароит яратилган махсус хоналарга киритилган ўсимликларнинг айрим турлари, бактериялар ва ҳатто анчайин йирик жониворлар бундай шароитга мослаша бошладилар ва кутилмаганда узоқ вақт яшаб, олимларни ҳайратда қолдирдилар. Жумладан, қизил кўзли тошбақалар босими ер сиртидан 16—17 километр баландликдаги ҳаво босимигача камайтирилган босимда, мавжуд илмий башоратларни «менсимаган» ҳолда тинчгина яшашда давом этавердилар. Кийик моҳи деб аталадиган ўсимлик эса, одамни ўлдирадиган даражадаги нурланиш дозасидан қарийб минг марта интенсив гамма нурлари билан нурлантирилганда ҳам бир оз сўлиб, сўнгра яна бемалол яшайверди. Бундай ҳол, «қизил планета» сиртигача келадиган ва ўсимлик ҳамда жониворлар дунёси учун жуда хавфли деб ҳисобланган кучли ультрабинафша, рентген ва гамма нурлар, аслида, маълум ўсимлик турлари учун айтарли хавфли эмаслигини тасдиқлади.

1975 йили, асосий мақсади Марсда ҳаётнинг бор ёки йўқлигини аниқлашга қаратилган ва ҳар бирининг массаси уч ярим тоннадан келадиган АҚШнинг «Викинг-1» ва «Викинг-2» космик аппаратлари «Уруш худоси» томон йўлга чиқишди. «Викинг-1» 350 миллион километр чамаси масофани ортда қолдириб, 1976 йилнинг 20 июлида Хрис текислигига, «Викинг-2» эса 4 сентябрда бу жойдан 6400 километр шимолий шарқ томонда жойлашган Утопия текислигига қўндирилди. «Викинг-1» қўнган куниёқ, «қизил планета» сирти юмшоқлигидан Ердагиларни огоҳ қилиб, атроф тасвирини Ерга узатди. Тасвирларда ҳар хил катталиқдаги ҳарсанг тошлар ва тупроқ барханлари яққол кўзга ташланади. Бундай барханларни пайдо бўлишида бўроннинг қўли борлиги шундоқ кўриниб турибди (25-расм). «Викинг-1» қўнгандан сўнг кўп ўтмай, Ерга қуйидаги метеорологик маълумотни



25- расм. Миррихнинг сирти («Викинг» расмлари)

юборди: кечқурун шарқ томондан эсгин кучсиз шамол, ярим кечадан сўнг жанубий ғарб томондан эса бошлаган шамол билан алмашган, унинг максимал тезлиги секундига 6,7 метргача етган; босим 7,7 миллибарга тенг бўлиб, эрта тонгда температура Цельсий шкаласида минус 85,5 градусни, кундузи эса минус 30 градусни ташкил қилган. Ерга узатилган тасвирлар айрим кратерлар тубидан ва ёриқлардан туман булути кўтарилаётганини маълум қилди. Бундай туман, асосан сув буғидан ташкил топганининг аниқланиши, «қизил планета» бағрида етарлича сув запаслари (муз ҳолатда) борлиги ҳақидаги гипотезанинг исботи учун яна бир далил бўлади. Марс тупроғини анализ қилиш мақсадида, космик станциянинг махсус аппарати ўз «ҳовучи» билан ариқча ясади. Бу сунъий ариқчанинг тасвиридан унинг чеккалари ҳўл қум қазилгандагидек ўпирилиб тушгани ҳам юқоридаги фикр фойдасига «гапиради».

Миррихнинг сирт тупроғи намунасининг анализи, унинг таркибида темир (12—15% гача), кремний (20% гача), алюминий (2—4% гача), кальций (3—5% гача), магний (5% гача), олтингугурт (3% гача) ҳамда кам миқдорда фосфор, рубидий ва стронцийлар борлигини маълум қилди.

Кўпчилик олимлар кутганидек, ҳар иккала станция телекамераларининг кўриш майдонларида, на ўсимлик ва на тирик жониворларнинг «оқи ҳам кўринмади».

Марсда ҳаётнинг бор ёки йўқлиги, тадқиқотлар программасида ўз аксини топган қуйидаги биологик экспериментлар ёрдамида аниқланиши зарур эди:

1) Микроорганизмлар томонидан радиоактив изотоп билан олдиндан нишонланган субстратни истеъмол қилиниши жараёнида радиоактив карбонат ангидридни ўлчашга асосланган; 2) $C^{14}O$ ва $C^{14}O_2$ ассимиляциясига асосланган ва, ниҳоят, 3) инкубация (етилтириш) камерасида микроорганизмларнинг ривожланиш жараёнида газ таркибининг ўзгаришига асосланган экспериментлар.

1976 йили 28 июль куни «Викинг-1» Марс тупроғидан намуна олиб, биологик тадқиқ қилишни бошлади. Биринчи эксперимент учун ажратилган камерадаги Марс тупроғига истеъмол моддалар намлигини ошириш учун глицерин ва глюкоза киритилади. Сўнгра кўпайиш жараёнида истеъмол субстрактлар карбонат ангидрид газини ҳосил қилиш билан бўлинади. Бу газнинг радиоактивлиги эса махсус счётчик ёрдамида қайд қилинади.

Дастлабки биологик эксперимент, Марсда микроорганизмлар борлигини тасдиқловчи карбонат ангидридни интенсив ажралаётганини қайд қилди. Бироқ кўп ўтмай, ажралаётган газ миқдори кескин камая бошлади. Уч кун ўтгач, бу тажриба қайтарилганда худди шундай ҳол қайтарилди. Гарчи иккинчи эксперимент учун мўлжалланган асбобда, ассимиляцияга асосланган тажриба ҳам планетада микроорганизмлар мавжуд деган хулосага далил бўлса-да, бироқ учинчи эксперимент натижаси бу масалада олимлар фикрини чалкаштиришга олиб келди. Бошқача айтганда, учинчи, газ алмашинувига асосланган экспериментда ҳам 1-экспериментдаги каби, дастлаб, кислороднинг ажралиши жуда интенсив бўлди (кутилганидан 15—20 марта интенсив). Бироқ кўп ўтмай, газ алмашинувининг интенсивлиги нолгача пасайди. Натижада олимлар «уруш худоси»да ҳаётнинг энг содда кўринишлари — микроорганизмлар бор, деган қатъий қарорга келиш учун етарли илмий асосга эга бўлолмадилар.

Биологик экспериментларни олиб бораётган олимлардан бири Б. Левин: «Эксперимент жараёнида газнинг ажралиши, одатдаги химик реакцияларда ажралишдан анча узоқ давом этгани ҳолда, микроорганизмлар фаолиятида ажралиши лозим бўлган вақтдан анча кам вақт давом этди.

Бинобарин, биз Марсда ҳаёт масаласида хулоса чиқариш учун аросатда қолдик», — деб тан олишга мажбур бўлди.

Ўтказилган тажрибалар натижасида газнинг ажралиши Марс тупроғининг химик хусусияти ёки микроорганизмлар туфайлими билиш учун «Викинг»лар контроль тажриба ўтказиш имкониятига эга эдилар. Контроль тажриба асосида махсус герметик контейнерга солинган Марс тупроғидаги микроорганизмларни (агар улар мавжуд бўлса!) куйдириш ва сўнгра ассимиляцияга ва газ алмашинувида асосланган тажрибаларни қайтариш ётар эди. Агар шундан сўнг ҳам газларнинг ажралиши счётчикларда қайд қилинса, у ҳолда тупроқ таркибида микроорганизмлар бор деб қарашга путур старди.

Шу асосда, махсус механик қўл ёрдамида герметик контейнерга солинган планета тупроғи Цельсий шкаласи бўйича плюс 160 градусда 3 соат қиздирилди ва сўнгра бу тупроқ билан тажрибалар қайтарилди. Қизиги шунда бўлдики, тупроққа микроорганизмлар учун истеъмол модда киритилиши билан ундан карбонат ангидрид ажралиши кузатилди. Бироқ, бу ҳол, узоққа бормади ва бир оздан сўнг кескин тўхтади. Натижада олимлар катта умид боғлаган контроль тажриба ҳам, «уруш худоси»да ҳаёт муаммоси билан вужудга келган қоронгуликни ойдинлаштира олмади.

Лекин шу нарсани унутмаслик керакки, маълум проблемани ечишга киришган ҳар қандай автоматнинг программаси чекланган, бинобарин унинг имкониятлари ҳам чекланган бўлади. Шуларга эътиборан, Марсда ҳаёт масаласига бағишланган тортишувларга нуқта қўйишга ҳали эрталиги аниқ бўлади. Бу муаммонинг ечилишига уринишлар, олимларни янги тадқиқотларга ундайди.

Марснинг иккита табиий йўлдоши бор. Улардан бири Фобос («Қўрқинч»), иккинчиси эса Деймос («Даҳшат») деб аталади. Ҳар иккала йўлдош ҳам 1877 йили август ойида америкалик астроном А. Холл томонидан топилган. Қизиги шундаки, бу иккала йўлдош ҳам шар шаклида бўлмай, картошка формасини эслатади. Фобоснинг икки ўзаро перпендикуляр ўлчамлари, мос равишда 18 ва 22 километр бўлиб, Деймоснинг шундай ўлчамлари 10 ва 16 километрни ташкил этади. Фобос, Миррихдан ўртача 6 минг километр нарида унинг атрофида 7 соату 30 минутда айланиб чиққани ҳолда, Деймос 30 соату 18 минутда айланиб чиқади. Ер атрофида айланадиган Ойдан фарқ қилиб, Марснинг унга яқин

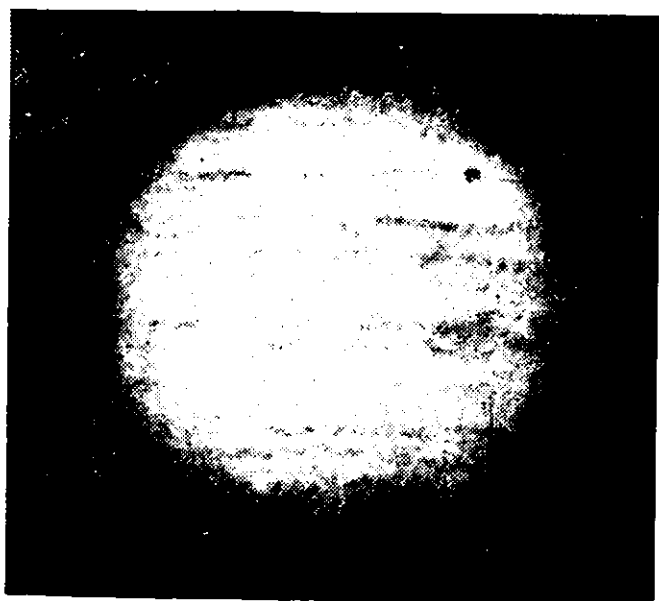
«ойи» — Фобос гарбдан чиқиб шарққа ботади. Қизиги яна шундаки, бир суткада Фобос кун ботиш томондан 3 марта чиқиб, кун чиқиш томонда 3 марта ботади.

Фобоснинг ўртача зичлиги $1,8 \text{ г/см}^3$ бўлиб, массаси $8 \cdot 10^{12}$ (8 триллион) тонна келади. Ерда 60 кг ли одам, у ерда атиги 30 грамм чиқарди. Бироқ шунга қарамай Фобосда юриш осон иш бўлмасди: Ерда 2,5 м баландликка сакрай оладиган спортчи бир сакраб Фобосни гашлаб кета олади!

Қўрқинч ва Даҳшат «қизил планета» билан бирга «туғилган» дейишга ҳеч асос йўқ. Планетанинг бу икки «ойи» Марсдан кўп узоқ бўлмаган майда планеталар орбитасидан «адашиб» чиқиб, бир неча ўнлаб миллион йиллар илгари «уруш худо»сининг домига дуч келган ва у билан «ипсиз боғланган» осмон жисмларидир. Энг камида, бу икки табиий йўлдошнинг — «қизил планета» атрофида бўлиб қолишини гипотеза шундай тушунтиради. Балки Миррих «ой»ларининг пайдо бўлишининг сабаби бутунлай бошқачадир. Шунинг учун бу масалада и-нинг устига барча нуқталарни қўйишга шошилмайлик. Буни вақт кўрсатади.

6- §. «Қизил доғ»ли улкан сайёра

Қуёш системасининг планеталари ичида энг йирик ҳисобланган Юпитер, табиати ва тузилишига кўра, жумбоқларга бойлиги билан астрономлар диққатини ўзига жалб этади. Юпитернинг ўртача радиуси, Ер радиусидан қарийб 11 марта катта бўлиб, 69 минг 150 километрни ташкил қилади. Бу гигант планета 778 миллион километр масофада Қуёш атрофида айланади. Планетанинг Қуёш атрофида айланиш тезлиги секундига 13 километр бўлиб, 12 йилда бир марта айланиб чиқади. Бошқача айтганда, Ердаги 60 ёшли одам Юпитер йили билан энди 5 ёшга тўлган бўлур эди. Қизиги шундаки, Юпитернинг ўз ўқи атрофида айланиши, Ер типдаги планеталар айланишларидан фарқ қилиб, экватор қисми тезроқ — 9 соату 50,5 минутли, ўрта кенгламалари эса секинроқ — 9 соату 56 минутли давр билан айланади. Планетанинг турли кенгламалари турлича бурчак тезлик билан айланишларига сабаб, у тузилишига кўра қаттиқ бўлмай, газ-суюқ ҳолатидаги осмон жисми эканлигидадир. Бунинг устига, унинг кў-



26- расм. Муштарий.

ринган сирти планета атмосферасида «сузиб юривчи» булутлардан ташкил топган.

Планетанинг тез айланиши туфайли вужудга келган марказдан қочма куч таъсирида Юпитернинг қутблари бўйлаб сезиларли сиқилиш кузатилади. Натижада унинг экваторлар диаметри, қутбий диаметрдан 9 минг 300 километрге катта бўлиб қолган.

Юпитернинг ҳажми Ерникидан 1314 марта ортиқ. Гарчи бу сайёранинг зичлиги Ерникидан 3,5 марта кам бўлса-да, катталиги туфайли унинг массаси Ер массасидан 318 марта ортиқдир. Шунинг учун ҳам Юпитернинг тортиш кучи, Ергагидан икки ярим марта ортиқ, яъни 60 килограммли одамнинг оғирлиги Юпитерда 150 килограммдан ортади. Гигант планетага телескоп орқали қаралганда, унинг сиртида турли хил объектлар кузатилади. Бу объектлар ичида табиати ҳалигача жумбоқлигини сақлаётган, экваторга параллел қора-қизғиш камарлар киши диққатини ўзига жалб этади (26-расм).

Бу камарлар охириги йиллар материаллари асосида

планета атмосферасининг қалин булутлари деб тушунтирилади. Улар планетанинг параллеллари бўйлаб йўналган бўлиб, экваторга нисбатан симметрик кўриниш ҳосил қилади. Сайёра булутларининг бундай занжирли структураси ± 40 градусли кенгликкача бориб, айрим ҳолларда, диаметри 1 минг километргача борадиган кўнғир ёки кўкиш доғларни ҳосил қилади.

Муштарийнинг қадимий «тилсим»ларидан бошқа бири 1878 йили топилган узунлиги 30 минг, эни 13 минг километрга чўзилган катта Қизил Доғдир. Қизиги шундаки, бу Доғ планетанинг сирт деталлари қатори унинг суткалик айланишида иштирок қилиши билан бирга гоҳ у ёнига, гоҳ бу ёнга бир неча градусгача силжийди. Бундай ҳол, Катта Қизил Доғ планета сирти билан боғланмаган деган хулосага олиб келди. Г. Голицин таклиф этган гояга кўра, Катта Қизил Доғ планета атмосферасининг узоқ давом этадиган гигант уюрмасидир. Ухшашлик принципи асосида ишлаб чиққан унинг бу назарияси, кейинги йилларда бир неча факторлар билан тасдиқланиши билан эътиборга сазовор гипотеза ҳисобланади, АҚШнинг «Пионер Х» ва «Пионер Х1» космик аппаратлари ёрдамида Катта Қизил Доғнинг олинган расмларида унинг деталлари, структураси анчайин тиниқ кўринса-да, ҳали бу йирик Доғга тегишли муаммолар етарлича кўп, жумладан унинг қизил ранги ҳам ҳозиргача сир ҳисобланади.

Юпитер атмосфераси Ерникидан кескин фарқ қилиб, водород, гелий, метан ва аммиак газларидан ташкил топган. Атмосферанинг асосий қисмини водород ва гелий ташкил қилади. Планета спектрида гелий ўз «автограф»ини қолдирмаслиги, олимларни узоқ вақт ажаблантирди, чунки назарий ҳисоблашлар гелий унинг атмосферасида кенг тарқалганлигини инкор этмасди. Бу масала 1973 йили ҳал бўлди: Юпитер яқинида ўтаётган автоматик станция «Пионер Х» Ерга юборган «радиограммаси» да планета атмосферасида гелий борлигини маълум қилганда астрономлар «енгил нафас» олишди. Бу олинган маълумотлар гелий миқдори планета атмосферасининг 28% ини ёки 70 Ер массасича келишини кўрсатди. Планета атмосферасининг «ҳукмрони»— водород эса, унинг 70% ини ёки 225 Ер массасига тенг қисмини ташкил қилади.

Шунингдек, планетага тегишли спектрограммаларнинг анализи, унинг атмосферасида сезиларли миқдор-

да ацетилен (C_2H_2) ва этан (C_2H_6) борлигини маълум қилди. Бу бирикмалар Қуёшнинг ультрабинафша нурлари таъсирида атмосферада рўй берадиган фотохимик реакция туфайли метаннинг парчаланишидан вужудга келади деб тахмин қилинади. Юпитер атмосферасида CO ва CO_2 каби молекуляр бирикмаларнинг топилиши астрономлар учун «сюрприз» бўлди, чунки водородли атмосферада карбонат ангидрид тез парчаланиши кузатилади ва шунинг учун ҳам олимлар муштарийнинг атмосферасида уни кутмаган эдилар. Кам миқдорда бўлса-да, Муштарий ўз «тўни»да заҳарли — цианли водород (HCN) ва водородли германий (GeH_4) каби бирикмаларнинг запасини асрайди.

Гигант сайёра атмосферасида сув бугларининг топилиши ҳам катта воқеа бўлди, чунки Ердан кузатиладиган планетанинг булутли қатламларидаги минус 120—130 градусдан паст температурада сув буглари доимо муз ҳолатидагина бўлиши мумкин деб тахмин қилинар эди.

Юпитерни инфрақизил нурларда ўрганиш, бошқа планеталардан фарқли ўлароқ у ўзидан, Қуёшдан олган энергиясидан қарийб икки ярим баробар кўпроқ энергияда нурланишини маълум қилди. Шу муносабат билан америкалик таниқли планеталар тадқиқотчиси Д.ж.Койпер Юпитер марказида ҳам Қуёш ва юлдузлардаги каби энергиянинг термоядро манбаи мавжуд деган хулосага келди. Бошқача айтганда, Юпитер планеталардан кўра юлдузларга «қариндош» деган назарияни берди. Бироқ кейинги йилларда олинган материаллар фонида бу гипотеза ўзини оқламади. Планетага тегишли сирларни «фош» қилишда 1973 йилнинг 4 декабрида Юпитердан 130 минг километрли масофадан ўтишда у билан «салом-алик» қилган «Пионер-Х» (АҚШ) автоматик станциясининг хизмати катта бўлди. Бу космик аппарат Ердан учирилгач, қарийб икки йиллик саёҳатдан сўнг Қуёш системасининг тўнғичи Юпитерда «меҳмон» бўлди. Автоматик станция Юпитерга 6,5 миллион километр яқинлашгандаёқ, планета магнитосфераси Юпитерга «пешвоз» чиқди. Муштарийнинг магнитосфераси асосан уч қисмдан иборат бўлиб, 20 сайёра радиуси масофагача чўзилган ички қисмида диполли (икки қутбли) магнит майдон ҳукмронлик қилади. 60 радиус чўзилган ўрта қисмида эса, сайёранинг магнитосфераси, марказдан қочма куч таъсирида кучли деформацияла-

ниши оқибатида, сфера кўринишини йўқотиб, диск кўриниши олади ва ниҳоят 90 радиусгача борадиган ташқи қисм эса, «қуёш шамоли» (Қуёшдан келаётган плазма оқими) таъсирида кучли деформацияланади.

Магнитосферани ташқи томондан зарбий тўлқин чегаралайди. Бундай зарбавий тўлқин Қуёшдан келаётган плазманинг тормозланишидан пайдо бўлади. Юпитернинг тунги томонида магнит майдони Ерники каби, узун дум ҳосил қилиб, бир неча миллион километргача чўзилади.

Маълумки, электронлар магнит майдонда ҳаракатланганда икки хил нурланади. Бу нурланишлардан бири циклотрон нурланиш дейилиб, нисбатан кам қувватли электронларнинг (0,5 МэВ гача энергияли) ҳаракатланишидан, иккинчиси эса синхротрон нурланиш дейилиб, релятивистик электронларнинг (тезлиги — ёруғлик тезлиги катталигига яқин электронларнинг) ҳаракатланишидан вужудга келади.

Гигант планетанинг магнит майдони зарядли космик заррачалар билан таъсирланишиб, уларни ўз сферасида «қафас»га туширади ва натижада бундай ҳолат, планета атрофида, Ерникига ўхшаш кучли радиация камарларининг пайдо бўлишларига олиб келади. Тороидал шаклидаги (тешиккулча кўринишли) радиацион камар, сайёранинг экватор текислигига бир оз оган ҳолда бўлиб, 1,5 дан то 6 планета радиусигача масофага чўзилади. Бу поясада магнит майдони «асир олган» электронларнинг энергияси 3 дан 30 МэВ гача оралиқда бўлади. Планетанинг магнитосфераси ва радиация камарлари, зарядли заррачалар учун улкан табиий тезлатгич (ускоритель) бўлиб хизмат қилади. Ерда қайд қилинадиган кичик энергияни электронлар, Юпитернинг бу табиий тезлатгичларининг маҳсули эканлиги, улар учун характерли 10 соатлик даврнинг сайёранинг айланиш даври билан бир хиллигидан аниқланади.

Шунингдек, Муштарийнинг метрли радиодиапазонда кучли нурланишининг манбаи ҳам электронларнинг магнитосферада синхротрон нурланиш билан алоқадорлиги маълум бўлади. Улкан планетанинг метрли диапазонда ишлайдиган бир неча «радиостанциялари» 11 метрдан 30 метргача оралиқдаги кичик диапазонни ўз ичига олади. Булардан «радиобўрон» деб ном олган планета радионурланишининг чақнашлари ҳам сайёрадан аён-аёнда қайд қилинади. Ҳисоб-китобларнинг кўрсатиши-

ча, бу хилдаги радиочақнашларнинг манбаи, қуввати жиҳатидан, Ерда момақалди роқ пайтида чақнаган яшидан миллиардлаб марта ортиқ қувватга эга бўлган сайёра атмосферасидаги «чақмоқ» бўлиши лозим.

Юпитер, Қуёшдан Ерга нисбатан 5 марта ортиқ ма софада бўлганидан унга тегишли маълум юза бирлигининг Қуёшдан оладиган энергияси Ерникидан 27 марта камлик қилади. Бироқ шунга қарамай, бу сайёранинг маълум юзаси Қуёшдан олган энергиясидан қарийб 2,5 марта кўп энергия билан асосан радио ва инфрақизил диапазонларда нурланади. Бу — Муштарийнинг қаърида номаълум механизми энергия манбаи, юлдузларники каби термоядро синтези бўла олмаслигидан дарак беради. Бинобарин, планета нурланишида энергиянинг бирдан-бир манбаи гравитацион сиқилиш бўлиши мумкин. Худди шундай назария, айни пайтда, ҳақиқатга энг яқин гипотеза деб тан олинган. Инфрақизил спектрометр ёрдамида, сайёранинг бу диапазондаги нурланиши асосида аниқланган Юпитер сиртининг ҳарораги, унинг кундузги ва тунги қисмларида температура бир хил бўлиб, Цельсий шкаласида минус 133 градус эканлигини қайд қилди. Муштарийнинг сиртидан марказга томон температура тез ортиб бориши ва оқибатда жуда катта чуқурликка, унинг моддаси фақат газ-суюқ ҳолатда бўла олиши ҳам охириги йиллар ҳисоб-китобидан маълум бўлди. Планета ҳақида қўлга киритилган энг сўнгги маълумотлар асосида бу улкан сайёранинг ички гузилиши математик моделлаштирилди. Ушбу моделга кўра, Юпитер атмосферанинг баландлиги 2 мингдан 6,5 минг километргача чўзилган. Агар ўртача баландлик (4,2 минг км) асосида атмосфера қатламининг тубидаги босим ҳисобланса, унинг миқдори 200 минг атмосферага, температура эса 2000 градус чиқади. Сайёра сирти суюқ водороднинг гелийли аралашмасидан иборат ғовак океан кўринишида бўлиб, тахминан 0,91 планета радиуси сатҳидан остида босим ва температура, моддалардан электронларни ажрата оладиган миқдорга эришади. Афтидан уларнинг ҳаракати Муштарийнинг магнит майдонини вужудга келтиради. Ҳисоблашлар тахминан 0,74 планета радиуси чуқурлигидан сўнг 1 миллион атмосферали босимда водород металл ҳолатига ўтишини кўрсатади. Ниҳоят, марказий қисм металл силикатлар, магнит оксиди, темир ва никель металлари аралашмасидан иборат суюқ ядродан ташкил топган.

Бу қисмда босим 20—100 млн атмосферага етгани ҳолда, температура 15—25 минг градусга етади.

Юпитер ўз йўлдошлари билан катта бир «оилани» ташил қилади, унинг атрофида 16 та йўлдош айланади. Бу «Ой»лардан тўртта энг йирик 1610 йилда Г. Галилей томонидан топилган бўлиб, охириг иккитаси 1974 ва 1975 йилларда топилди.

Муштарий йўлдошларини 3 гурппага бўлиш мумкин. Биринчи гурппага тўртта Галилей йўлдошлари (Ио, Европа, Ганимед ва Каллисто) ва унинг сиртидан атиги 110 минг километр масофада айланувчи Амальтия кирди. Бу гурппанинг энг узоқ йўлдоши Каллисто планетадан 1,8 млн километр нарида унинг атрофида 16,7 ер суткасига тенг давр билан айланади. Бу гурппада энг кичик йўлдош Амальтея бўлиб, диаметри 150 км, энг йириги Каллистоники эса 5300 километрдир. Галилей йўлдошларининг ўртача зичлиги, планетадан узоқлашган сайин камаяди: 3,2—3,6 г/см³ дан (Ио учун) 1,6 г/см³ гача (Калисто учун). «Пионер-10» нинг маълум қилишича Ганимед ва Ио нинг атрофида атмосфера мавжуд. Ганимед сиртида ҳарорат Цельсий шкаласида минус 115 градусга боради. Галилей йўлдошларининг альбедосини (Қуёш нурларини қайтара олиш қобилиятларини) ўрганиш, уларнинг сирти қалин муз билан қопланган деган тахминни беради.

600 метрли радиотелескоп ёрдамида Галилей йўлдошларини ўрганиш, уларнинг радиодиапазонда аниқланган равшанлик температуралари ҳайратга соларли даражада юқорилигини кўрсатади. (Каллисто учун — 90°С, Ганимед учун — 105°С). Бу сайёралар учун ҳисобланган мувозанат температурадан анча юқори бўлиб, унинг манбаи кўп километрли муз қатлами остида «яширинган» дейишга асос беради. Энг юқори равшанлик температураси Ио да кузатилиб у шу қадар каттаки, олимлар, бу йўлдош кучлигина магнит майдонга ва атрофида радиацион камарига эга деган гипотезани ўзаро баҳс учун ўртага ташлашдан бошқа иложлари қолмади. Иккинчи гурппа йўлдошлар, тахминан 12 млн километрли масофада сайёра атрофида 250 ер суткасига яқин давр билан айланадилар. Бу гурппага кирувчи йўлдошлар нисбатан кичик бўлиб, улар ҳақида ҳозирча жуда кам нарса маълум. Иккинчи гурппа аъзоларининг сони ҳам 5 та бўлиб, булардан иккитаси янги 1974 ва 1975 йилда топилган.

Учинчи группа йўлдошлари сони 4 та бўлиб, улар планетадан ўртача 23 млн километр масофада, тахминан 2 йиллик давр билан айланади. 1979 йили март ойида Юпитердан 278 минг километр наридан ўтган АҚШ нинг «Вояжер-1» автоматик станцияси Муштарий ва унинг йўлдошларига тегишли талай янгиликларни очди. «Вояжер» олган расмларда планетанинг 30 минг километрга чўзилган қутб ёғдуси ва атмосферасида 17 марта разряди — яшинни эслатувчи чақнаш кузатилди. Планета сиртидан 57 минг километр баландликда кенглиги 8 минг 700 километр, қаллиниги 30 километрдан катта бўлмаган, Сатурнникига ўхшаш ҳалқаси борлиги маълум бўлди. Олимларнинг аниқлашича, бу ҳалқа, катталиги бир неча ўн метрдан бир неча юз метргача борувчи қоя тошлардан ва муздан ташкил топган.

Автоматик станция сайёранинг йўлдоши Иодан энг яқин (19 минг км) масофадан ўтиб, унинг сиртида айни пайтда «ишлаётган» вулқонни (баландлиги 160 км), бир неча юз километрга чўзилган тоғлар ва жарликларни кузатди. Ганимед ва Қаллисто сиртида кўринган ўнлаб ёруғ доғлар эса, афтидан, кратерлар бўлса керак деб тахмин қилинади. Қаллистодаги кратерлардан бири бир неча концентрик тоғ ҳалқалари билан ўралган бўлиб, айрим жойларда бу тизмаларнинг оралиги 1 минг 600 километргача етади.

Гарчи охириги йилларда улкан сайёра Муштарий ва унинг йўлдошларига тегишли анчайин асрий сирлар «фош» бўлган бўлса-да, ҳали яна бир неча ўн йилга яширинган муаммолар унда мавжуд. Бу «тилсим»лар ўз сирлари билан ўртоқлашиши учун навбатдаги космик станцияларни кутадилар. Бироқ шуни айтиш керакки, бундай космик аппаратларнинг қўндирилишига гигант Юпитер унча рўйхушлик бермаса-да, унинг йирик йўлдошлари жуда «меҳмондўст»дирлар. Шунинг учун ҳам олимлар, келажакда, бу улкан сайёра системасига кирувчи осмон jismlari билан яқиндан танишиш мақсадида навбатдаги автоматик станцияларни унинг «ой»ларидан бирига қўндиришни мўлжалламоқдалар.

7-§. Ҳалқали Зуҳал

Планета қадимги римнинг вақт ва тақдир худоси — Сатурн номи билан аталади. Бу планета шарқда Зуҳал, грекларда Кронос номи билан юритилган бўлиб, Қуёш

системасининг қуролланмаган кўз билан кўриш мумкин бўлган охириги планетасидир. Шунинг учун ҳам, қадимда узоқ йиллар Зуҳалнинг орбитаси Қуёш системасининг чегараси деб таъкидланган.

Сатурн катталиги жиҳатидан фақат Юпитердан кейин туради, унинг диаметри 120 минг 800 километр. Қуёшдан ўртача узоқлиги 9,5 астрономик бирлик, яъни Қуёшдан 1 миллиард 427 миллион километр нарида ётади.

Орбитаси бўйлаб ҳалқали бу сайёра секундига 9,6 километрли тезлик билан учиб, 29 йилу 5 ой 16 кун деганда Қуёш атрофини бир марта айланиб чиқади. Сатурннинг ўз ўқи атрофида айланиши, Юпитерники каби турли кенгликларда турличадир. Экватор зонасининг айланиш даври 10 соату 14 минут бўлгани ҳолда, қутбга яқин районлари 10 соату 28 минутли давр билан айланади.

Планетанинг экватор текислиги, унинг орбита текислигига 26 градус 45 минутли бурчакка оғишган. Сатурн, атрофида эни 60 минг километргача, қалинлиги 10—15 километргача етадиган ҳалқаси борлиги билан бошқа планеталардан кескин фарқ қилади. Гарчи бу ҳалқа, дастлаб 1610 йили Падуя (Италия) университетининг профессори Г. Галилей томонидан кузатилган бўлса-да, олим ҳалқанинг ҳақиқий шаклини белгилаб бера олмади. Бунинг сабабларидан бири, Галилейнинг «қўлбола» телескопида ясалган тасвирнинг сифатсизлиги бўлса, иккинчиси — ўша даврда планета Ерга «ёнбош» тургани туфайли унинг ҳалқаси кузатувчига қирраси билан кўрилганлигида эди. Сатурннинг бу хилда «ёнбош» туриши, Қуёш атрофини бир марта тўла айланиб чиқиши давомида икки марта кузатилади.

Галилейнинг бу муваффақиятсиз уринишидан сўнг ярим асрча вақт давомида Зуҳал ҳақида ҳеч қандай янгилик туғилмади. 1657 йилда ёш астроном Христиан Гюйгенс ўзи ясаган телескопини Сатурнга қаратиб, унинг атрофида чиройли ҳалқани кўрди.

Сатурн атрофида ҳалқанинг кузатилиши жуда кўпчилик олимларнинг эътиборини ўзига тортди. Гап шундаки, то бунга қадар биронта ҳам сайёранинг атрофида ҳалқа кузатилмаган эди. Шу сабабдан Зуҳал ҳалқасининг табиатини ўрганиш учун талай астрономлар бирданига киришдилар. Италиялик Джовани Кассини, инглиз Роберт Гук, немис Иоганн Энке, америкалик

Джорж Бонд ва рус Софья Ковалевскаялар шулар жумласидан эди.

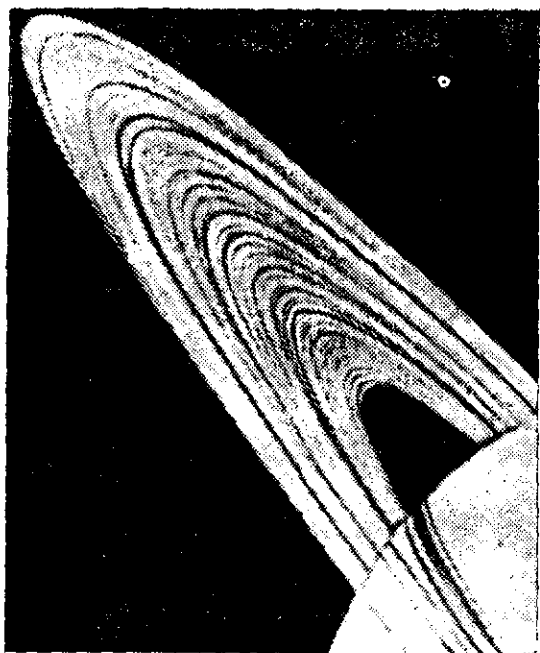
1750 йилда Сатурннинг ҳалқаси ҳақида Томас Райт шундай ёзган эди: «Агар биз Сатурнни етарли даражада қувватли телескопда кузатсак эди, у ҳолда ҳалқа, биз йўлдошлар деб атайдиган жисмлардан анча пастда ётувчи чексиз кўп майда сайёралардан иборатлигини кўрар эдик». Кейинги тадқиқотлар ҳалқа ҳақидаги Томас Райтнинг бу башорати ҳақ эканлигини тасдиқлади.

1857 йили машҳур инглиз физиги Джеймс Клерк Максвелл Зухалнинг ҳалқаси монолит бўлмай, қаттиқ заррачаларнинг тангасимон уюшмаси эканлигини назарий йўл билан исботлади. Кўп ўтмай, Максвеллнинг айтганлари машҳур рус астрофизиги А. А. Белопольский ва америкалик Дж. Э. Клерк томонидан ўтказилган экспериментлар асосида қувватланди. Бироқ, 1934 йилда Г. А. Шайн ўзининг Семейз обсерваториясидаги (Қрим) қатор нозик кузатишлари асосида сайёра ҳалқаси чангдан ташкил топган деган фикрга қарши чиқди.

Бошқа бир олим И. С. Бобров Сатурн ҳалқасини ўрганишга бағишланган бир неча йиллик тадқиқотларини докторлик диссертацияси кўринишида ҳимоя қилди. Унинг билдиришича, ҳалқа кесми 10 сантиметр чамаси катталиқдаги типик қаттиқ жинслардан ташкил топган бўлиб, баъзан улар ичида диаметри бир неча метргача борадиганлари учрайди.

Кейинги йилларга тегишли тадқиқотлар, планета ҳалқаси ҳақида маълумотларни кескин бойитди. Сатурнни ўрганишда йирик қадам 1979 йилнинг 1 сентябрида 6 йиллик планеталараро «сайр»дан сўнг Зухалдан 21 минг 400 километр наридан ўтган Американинг «Пионер Х1» автоматик станцияси томонидан қўлга киритилди. «Пионер»нинг кузатишлари М. С. Бобровнинг натижаларини маълум даражада тасдиқлаб, ҳалқа зарраларининг катталиклари бир неча сантиметргача бориб, ўртача бир сантиметр эканлигини маълум қилди. Автоматик станция, диаметри атиги 400 километрча келадиган сайёранинг янги йўлдошини топди. Спектроскопик ва радиометрик кузатишларга таяниб аниқланган ҳалқа ҳарорати эса, минус 200 градусга яқин чиқди.

1980 йилнинг кузида Сатурн яқинидан АҚШнинг



27- расм. Зуҳал ҳалқалари. 1

бошқа бир станцияси — «Вояжер-1» ўтди. Оғирлиги 825 килограммли бу станция 1977 йилнинг 5 сентябрида «Титан-Кентавр» учирувчи ракета ёрдамида Ердан Зуҳалга томон йўл олган эди. Станциянинг сайёра яқинидан туриб олган Сатурнга тегишли расмлари, ҳалқа ўнлаб, ҳатто юзлаб мустақил ҳалқачалардан тузилган бўлиб, унинг текислигида катталиги 80 километргача бўлган майда — митти йўлдошлар айланишини маълум қилди (27-расм).

Автоматик станция томонидан кузатилган ҳалқа структурасига тегишли айрим маълумотлар, ҳалқанинг асрий сирларини «фош» қилиш билан бирга янги муаммоларнинг туғилишига ҳам сабаб бўлди. Хусусан, айрим фоторасмларда ички ҳалқанинг давоми планета атмосферасига қадар тушишининг ҳамда айрим ингичка ҳалқаларнинг арқондек бир-бирига эшилишининг кузатилиши шулар жумласидандир. Шунингдек, ҳалқанинг

айрим қисмларида боғловчи тугунларнинг ва радиал йўналишдаги ёруғ белбоғларнинг кузатилиши ҳам сайёра ҳалқаси бобида янги муаммолардан ҳисобланади.

Спектроскопик ва радиометрик методлар ёрдамида кузатиш асосида ҳисоблашлар, сайёра сиртида ҳарорат, Цельсий шкаласида, минут 180° атрофида эканлигини маълум қилади.

Сатурн сиртида экваторга параллел ҳолда кузатиладиган йўл-йўл тасмалар ва ундаги деталлар Юпитер сиртидаги шундай тасмалар ва ундаги деталлардан кам контрастлилиги билан ажралиб туради. Умуман олганда ҳам «Сатурн турли катталиқдаги деталларга Юпитерга нисбатан анча «камбағаллиги» билан фарқ қилади.

Планета атмосферасида ҳам Юпитерникидаги каби метан гази билан биргаликда аммиак учрайди. Сатурнда аммиакнинг топилиш тарихи қизиқ. Дастлаб 40-йилларда астроном Т. Данхем планета спектридан топилган ютилиш тасмалари аммиакка тегишли деб эълон қилади. Бироқ кўп ўтмай, Зуҳалнинг спектридаги Данхем топган чизиқлар метанга тегишли эканлиги маълум бўлди. 1970 йили Совет олимларидан Л. А. Бугенко, Л. С. Галкин ва А. В. Мороженколар томонидан Сатурн спектрида топилган, тўлқин узунлиги 6450 \AA бўлган соҳа яқинидаги ютилиш тасмаларигина аммиакга тегишли эканлиги маълум бўлди.

Сатурннинг булутлари табиатига тегишли муаммони ҳал қилишда аммиакнинг роли катталиги туфайли бундай газни сайёра спектрида топиш жуда муҳим эди. Гарчи планета атмосферасида аммиакнинг миқдори юз мингдан бир қисмини ташкил қилса-да, бундай миқдор, Сатурн атмосферасида аммиак булутларини ҳосил қилиш учун етарли эканлигини унча мураккаб бўлмаган ҳисоблашлар тасдиқлади.

1974 йили сайёра атмосферасида этан (C_2H_6) топилди. Зуҳалнинг элемент таркиби Куёшникидан фарқ қилмай, водород ва гелий 99% ни ташкил этади деб қаралади. Планета атмосферасининг қалинлиги эса унинг радиусининг ярмигача борса керак деб тахмин қилинади.

Сатурннинг атрофида сезиларли магнит майдонининг мавжудлиги «Пионер XI» томонидан аниқланди. Ер ва Юпитернинг магнит майдонларидан фарқли ўла-

роқ бу сайёранинг магнит ўқи унинг айланиш ўқи билан устма-уст тушади.

1655 йил ҳалқали сайёранинг биринчи йўлдошини ҳам Гюйгенс топди. Планета йўлдошларини топишда, айниқса. Ж. Кассинининг изланишлари сермахсул бўлди. Гюйгенсдан сўнг кўп ўтмай у, орқама-орқа Сатурнининг тўртта йўлдошини топди.

«Ҳалқали гигант» атрофида тошилган жами йўлдошларининг сонини ўн еттитага етди. Уннинг ўнинчи йўлдошини Париж астрономик обсерваториясининг ходими Одуэн Долфус 1966 йили топди. Сайёранинг ўнинчи йўлдошига қадимги Рим афсоналарининг икки юзлама худоси Янус номини берилди.

Сатурн йўлдошларидан энг йириги — Титан бўлиб, Қуёш системасидаги планеталарнинг «ой»ларидан катталигини жиҳатидан иккинчи ўринда, яъни Ганимеддан (Юпитернинг йўлдоши) кейин туради. Диаметри 4850 километр. 1949 йилдаёқ Ж. Қойпер Титаннинг спектрида метаннинг «из»ларини кўриб, планетанинг бу йўлдоши қалин атмосферага эга эканлигини биринчи бўлиб аниқлади. Кейинчалик Титан атмосферасида старлича кўп миқдорда водород кузатилди. Зухалнинг бу йирик йўлдоши ҳақида олинган маълумотлар, 1979 йил 2 сентябрда Титандан 356 минг километргеина наридан ўтган «Пионер ХІ» автоматик станциясининг тадқиқотлари билан тўла тасдиқланди. Шунингдек бу космик аппарат ёрдамида Сатурннинг яна бир йўлдоши топилди ва космик станция шарафига «Пионер қояси» деган ном олди.

Сатурн йўлдошларидан яна бири — Япет (диаметри 425 километр) сирт тузилиши жиҳатидан жуда «ранг-баранг»лиги билан киши диққатини ўзига тартади. Бу йўлдошнинг равшанлиги, Сатурн атрофида айланиш даври давомида қарийб олти мартагача ўзгаради. Бунинг иккита сабаби бўлиши мумкин: биринчисига кўра Япет сферик формага эга эмас деб тушунтирилса, иккинчисини — Сатурннинг бу йўлдошининг ёруғ ва қоронғи ярим шарлари Қуёш нурларини икки хил қайтаришининг натижаси деб уқтиради.

1980 йил «Вояжер-1» Сатурн яқинидан ўтаётиб, унинг 6 та янги йўлдошини топди.

Вақт ва тақдир худосига тегишли асосий жумбоқ, унинг атрофида бундай йирик ҳалқанинг пайдо бўлиш тарихидир. Шунингдек, нима учун планета сиртида ўр-

тача эллик минг километрча нарида айланувчи бу тош, чанг ва муз бўлакчалари вақт ўтиши билан қўшилиб унинг йўлдошига айлана олмайди, деган савол ҳам астрономларни «уйқусини олган» муаммолардан ҳисобланади.

Планета ҳалқасининг пайдо бўлишини тушунтиришга қаратилган гипотезалар ичида француз астрономи Рошнинг назарияси диққатга сазовордир. Бу назарияга кўра, планетанинг йўлдошлари марказий сайёрадан маълум критик масофада кичик ораликда мустақил яшай олмас эканлар. Сатурн учун ҳисобланган бу критик масофа, унинг икки ярим радиусига (150 минг километрга) тенг бўлиб чиқди. Агар планета йўлдошларидан бири унга, аниқланган бу масофадан яқин келса, сайёранинг тортиш майдони вужудга келтирган кўтариш кучи таъсирида йўлдош ҳалокатга юз тутиб, парчаланиб кетади. Ҳисоби жойида бўлган бу назарияга кўра, Сатурннинг ҳалқаси, планетанинг йўлдошларидан бирининг қадимда «эҳтиётсизлик» қилиб унга яқин келгани туфайли бўлса керак деган гумоннинг туғилишига сабаб бўлди.

Кейинчалик, планеталар атрофидаги икки ярим сайёра радиусига тенг критик масофа ҳамма планеталар учун ҳам ўринли бўлган умумий қонун эканлиги тасдиқланди ва бу критик масофа чегараси — гипотеза автори шарафига, Рош чегараси деб юритиладиган бўлди. Дарвоқе, яна шуни айтиш жонзки, Зухалнинг учинчи топилган йўлдоши Янус ҳам бу критик чегарага жуда яқин бўлиб, келажакда бу йўлдошнинг ҳам ҳалок бўлишининг эҳтимоли кам эмас.

8- §. Уран — «Енбош» планета

Уран планетаси, аслида музыкачи, кейинчалик машҳур астроном даражасига кўтарилган В. Гершель томонидан 1781 йили тасодифан топилди. Маълум бўлишича, планета очилгунга қадар, қарийб юз йилча илгаридан кузатилиб келинган экан. Бироқ астрономлар унга ҳар доим хира юлдуз деб қараб, ортиқча эътибор бермаган эканлар. Планета орбитасини биринчи бўлиб Петербург академиги А. И. Лексель ҳисоблади.

Ураннинг диаметри 49 минг 600 километр бўлиб, массаси Ерникидан 14,6 марта катталиқ қилади, ўрта-

ча зичлиги $1,60 \text{ г/см}^3$. Бу сайёра Қуёшдан ўртача 19,2 астрономик бирлик масофада унинг атрофида айланади. Планета диски (гардиши)ни кўриш учун, уни кам деганда, 100 мартача катталаштирувчи телескопда кузатиш зарур бўлади.

Ураннынг орбитал тезлиги секундига 6,8 километр-ни ташкил қилади ва Қуёш атрофида 84 йилда бир марта айланиб чиқади. Бироқ, у ўз ўқи атрофида нисбатан тез айланади. Суткасининг узунлиги 10 соату 49 минут.

Гарчи планета сирти деталларини кўриб бўлмаса-да, даврий равишда бу сайёра сирти равшанлигининг ўзгариб туриши яққол сезилади.

1977 йилнинг 10 мартада Ураннынг ҳаётига тегишли қизиқ бир янгилик очилди: унинг атрофида ҳам, Сатурн атрофидаги каби, ҳалқа топилди. Бу кун америкалик ёш астроном — олимлардан Ж. Эллиот, Э. Данхем ва Д. Минклар «учар обсерватория» деб ном олган махсус самолётга ўрнатилган телескоп орқали Уранны SAO 158687 деб номланган юлдузни бекитиб ўтишини кузатдилар. Кутилмаганда, юлдузнинг Уран билан тутилишига 40 минут қолганда, унинг равшанлиги кескин камайиб, бир неча секунддан сўнг дастлабки ҳолатига келган. Шундан сўнг планета юлдузни тўсгунга қадар бундай ҳол яна тўрт марта қайтарилган. Ва, ниҳоят, юлдузнинг планета диски билан тўсилиши 25 минутча давом этгач, яна навбат билан юлдузнинг равшанлиги беш марта камайиб олдинги ҳолатига келган. Кузатувчилар бундай ҳодисанинг сабабчиси, Уран атрофида бирин-кетин бешта ҳалқа жойлашганлигидан деб тўғри фаҳмладилар.

Кейинчалик Уран ҳалқаларини ўрганишлар, улар планета марказида 42 мингдан 51 минг километргача масофалар орасида жойлашганини ва уларнинг кенлиги ўртача 4—8 километр атрофида бўлиб, энг чеккадагисиники эса 50 километрга боришини аниқладилар.

Ҳозирча Уран атрофида ҳалқа қандай пайдо бўлганига олимлар жавоб топа олганларича йўқ.

Планетанинг экватори, орбитаси текислигига 98 градусли бурчак остида ётиб, унинг айланиш йўналиши, Венераники каби, барча бошқа планеталарнинг айланиш йўналишига қарама-қарши бўлади. Бу, ўз навбатида, планетада йил фасллариининг ва кеча-кундузнинг алмашинувларига қизиқ бир тус беради. Жумладан

саксон тўрт йиллик Уран «Йили»нинг 21 йил давомида Қуёш доимо горизонтдан кўтарилиб боради. Сайёранинг маълум бир ярим шарида ёз ҳам бир неча йил давом этади, бироқ Қуёшнинг тафти унгача яхши етиб бормади, чунки Уран осмонида Қуёш гардиши, атиги 2 минутга яқин бурчак остида кўринади холос. Уран сиртини радио нурлар асосида ўлчашлар, унинг ўртача температураси, Цельсий шкаласида, минус 200 градус эканлигини маълум қилди.

Уран асосан водород ва гелийдан ташкил топган бўлиб, унда қисман метан ҳам борлиги аниқланган.

Бу планетанинг топилган йўлдошларининг сонини бешта. Шулардан иккита энг йиринчи Гершель томонидан топилди, Титания ва Оберон деб номланган. Биринчи марта бу номлар француз эносиди XII асрдан сўнг учрайди. Кейинроқ бу номлар билан В. Шекспирнинг «Ёзги тундаги туш» комедиясининг қаҳрамонлари юритилгандан сўнг, улар айниқса, оммабоп бўлди.

Ураннынг бу йўлдошлари топилгандан сўнг 64 йил ўтгач, астроном Лассель сайёранинг яна икки йўлдошини топди. Бу икки йўлдош ҳам Шекспир асарини қаҳрамонларининг номлари билан Умбриэл ва Арвел деб аталди. Ва ниҳоят, 48 йили Ж. Койпер Ураннынг бешинчи йўлдошини топди ва анъанага кўра, Шекспирнинг «Бўрон» эртак — пьесасининг қаҳрамони — Миранда номи билан атади.

Сайёранинг дастлабки топилган бешта йўлдоши ҳам унинг атрофида, планетанинг айланиш йўналиши билан бир хил йўналишда айланади. Айланиш текисликлари, Ураннынг экватор текислигига жуда яқин.

Бир «Уран йили» давомида унинг йўлдошларини икки марта ён томондан ва икки марта қутблари томонидан кўриш мумкин. Гарчи сунъий космик аппаратларининг (АҚШнинг «Пионер X») «оёғи Уран орбитасига етган бўлса-да, бироқ, у ёнбош сайёра ҳақида бизга маълумот бериш имконига эга бўлмади.

1986 йилнинг 24 январиди АҚШнинг «Вояджер-2» планеталараро автоматик станцияси эса, Ердан жўнаганидан 8 ярим йил кейин Уран сайёрасидан 81 минг 200 километр наридан ўтаётди, у ҳақда қизиқ маълумотлар тўплади. Унинг «айтишича», планета атмосферасининг асосий қисми молекуляр водороддан иборат бўлиб, унинг устки қисмини атомар водородли «тож» безайди. Шунингдек автоматик станция, сайёра

атмосферасининг 15 фойзига яқинини гелий ташкил қилишини аниқлади. Охирги йилларда Уранни Ердан туриб ўрганишлар, унинг атрофида дастлаб 5 та кейинроқ эса 9 та ҳалқаси борлигини топган эди. «Вояджер-2» Уран марказидан 50 минг километрли масофада унинг ўнинчи ҳалқасини очди. Дастлабки маълумотлар ушбу ҳалқа «тошлари»нинг ўлчамлари, айрим ҳолларда, бир метргача боришини маълум қилди. Сайёралараро бу станция Ураннинг Миранда деб номланган йўлдошидан 29 минг километрли масофадан ўтиб, сайёрага тегишли бу «ой»нинг рельефи — кратерлар, водийлар, тоғ тизмалари ва жарликлардан иборат эканлигини билдирди. Сайёранинг Оберон деб аталадиган «ой» ида эса автоматик станция баландлиги 6 километрга тенг тоғни «топди». «Вояджер-2» Ураннинг шу пайтгача бизга номаълум бўлган 10 та янги йўлдошини очди, улардан энг каттасининг диаметри 160 километр бўлиб, сайёра атрофида 18 соатлик давр билан айланиши аниқланди.

9- §. Қалам учиди топилган сайёра

1820 йилга қадар Қуёш оиласи асосан қуйидаги етти сайёра: Меркурий, Венера, Ер, Марс, Юпитер, Сатурн ва Уран ҳамда уларнинг йўлдошларидан ташкил топган деб қараларди.

1820 йили парижлик астроном А. Бувар, Юпитер, Сатурн ва Уранларнинг координаталари жадвалини жуда катта аниқлик билан ҳисоблади. Бироқ ўн йил ўтгач, Уран олдиндан ҳисобланган ўз ўрнидан 200 секундли ёйга илгарилаб кетди. Яна ўн йил ўтгач, илгарилаш 90 секундга, 1846 йилга келиб эса 128 секундга етди. Осмон механикаси, назарий ҳисоблашлар билан практика орасида бу қадар катта фарқ чиқишига йўл қўймаслиги керак эди. Астрономлар, Ураннинг ҳаракатидаги бу четлашиш, унинг орбитасидан ташқаридаги бошқа планетанинг таъсири туфайли деган қарорга келдилар.

Бундай мураккаб математик масалани ҳал қилиш учун бир вақтда бир-бирларидан беҳабар ҳолда икки астроном «бел боғлади». Булардан бири француз математиги У. Леверье, иккинчиси эса ёш инглиз астрономи Дж. Адамс эди. 1846 йили математик ҳисобдан планетанинг ўрни аниқлангач, У. Леверье телескопик юл-

дузларнинг тўла картаси бор бўлган Берлин обсерваториясига мурожаат қилади. 1846 йил 23 сентябрида бу обсерваториянинг астрономи — профессор М. Галле планетани Леверье айтган жойдан атиги бир градус наридан топди. Планета денгиз ва океанлар худоси Нептуннинг номи билан аталди.

Бу планета осмонда «қуролланмаган» кўз билан кўриш мумкин бўлган юлдуздан олти мартача хира кўринади, бироқ шунга қарамай уни анчайин кучсиз телескоп билан ҳам кўрса бўлади.

Қизиғи шундаки, Нептуннинг очилишидан анча илгари 1795 йили 8 ва 10 майда — икки марта астроном Лаланд кузатди. Бироқ ўшанда у планетани хира бир юлдуз деб ўйлаб, бу икки кунда олинган фото пластинкаларда кузатилган сайёра силжишини — ўлчашнинг хатолигидан деб тушунди. Агар ўшанда Лаланд хулоса қилишга шошилмай, бир — икки кун бу «хира юлдузча» ни эътибор билан кузатганда эди, у Нептунни Леверье ва Галледан ярим аср олдин топган бўларди.

Нептун Урандан бирозгина катта бўлиб, унинг диаметри 50 минг 100 километр дур. Зичлиги 1 куб сантиметрида 1,6 грамм. Қуёшдан ўртача узоқлиги 30,1 астрономик бирлик. Массаси Ерникидан 17,2 марта катта. Планетанинг орбитал тезлиги секундига 5,5 километр бўлиб, Қуёш атрофида айланиш даври 164 йил-у 280 кун. Ўз ўқи атрофида Нептун 15,8 соатда бир марта айланиб чиқади.

Спектроскопик кузатишлар, Нептунда водород ва метан борлигини маълум қилди. Планета зичлигини Юпитер ва Сатурн зичлигидан ортиқлиги унинг таркибида оғирроқ элементлар кўпроқ деган хулоса олиб келади.

1846 йили астроном Лассель Нептуннинг катта йўлдошини топди ва унга денгиз худоси Посейдоннинг ўғли Тритон номини берди. Тритон жуда массив бўлиб, диаметри 4500 километрча келади. Тритон Нептундан ўртача 383 минг километр масофада тескари орбитал ҳаракат билан планета атрофида айланади. Шунингдек, Сайёранинг бу йирик йўлдоши анчайин қалин атмосфера билан ҳам қопланган деб фараз қилинади.

1949 йил планетанинг яна бир йўлдошини Койпер топди ва унга қадимги грекларнинг севимли худоса Нерей қизининг номи — Нереида берилди. Унинг диаметри атиги 300 километр.

АҚШнинг «Вояджер-2» автоматик станцияси 1989 йилнинг 25 августида Нептунда «меҳмон» бўлиб, ундан атиги 4825 километр наридан ўтди. Бунда у орбитасининг мўлжалланган нуқтасидан бори-йўғи 30 километр наридан чиқиб, жаъми бўлиб, 1,4 секундгагина кечикди. Бу даврда Нептуннинг Ердан узоқлиги 4,5 миллиард километрни ташкил қилди. Шундан сўнг салкам 5 соат ўтгач, автоматик станция Нептуннинг энг йирик йўлдоши Тритондан 36,5 минг километр наридан ўтиб, у ҳақда ҳам Ерга маълумотлар узатди. Келаётган сигналнинг қуввати электрон қўл соатлари батареячасининг қувватидан 20 миллиард марта камлигига қарамай, бу сигналлар кучайтирилгач, Нептун ва унинг йўлдошларининг чиройли тасвирларини телеэкранда намойиш қила олдилар. Натижада «денгизлар худоси» нинг атрофида ҳам 5 та ҳалқа топилди. Нептун сиртининг температураси минус 213°С, айланиш даври эса 16 соату 3 минут эканлиги аниқланди. Планета сиртида шамолнинг тезлиги секундига 300 метргача кузатилди. Диаметри 640 километрли Нептуннинг йўлдоши — Тритон 800 километр қалинликдаги газ қобиққа эга эканлиги очилди. «Вояджер-2» Нептунга «ташриф» буюргунга қадар, сайёранинг атиги 2 та йўлдоши топилган эди. Автоматик станция унинг яна 6 та йўлдошини очди.

10- §. Сирли Плутон

Леверьенинг муваффақиятидан илҳомланган инглиз астрономи Форбс 1880 йилдаёқ, Нептундан узоқда ҳам Қуёш оиласининг аъзоларидан бўлишини гумон қилиб, унинг ўрнини ҳисоблашга киришди. Мураккаб ҳисоблашлар натижасида астроном номаълум сайёранинг ўрни Тарози юлдузлар туркумида ётишини аниқлади. Форбс бир неча тунларни уйқусиз ўтказди, осмоннинг бу соҳасини расмга олди ва қўлда лупа билан фотопластинкалардан, ташқи планетанинг «автографи»ни тиним билмай излади. Бироқ барча уринишлар фойдасиз бўлиб чиқди. Нептун ортидаги планета кўзга илинмади. У билан бир вақтда бу ишга «бел боғлаган» бошқа бир астроном — Тодднинг уринишлари ҳам натижасиз бўлиб чиқди.

Асримизнинг бошида транснептуннинг ўрни билан астроном П. Ловелл қизиқди. Унинг математик ҳисоб-

лашлари шу қадар мураккаб эдики, бу ҳисоблашлар олдида Леверъенинг ҳисоблашлари оддий мактаб масаласи каби эди. Ниҳоят, бир неча йиллик ҳисоблашлар натижасида олим номаълум сайёранинг аниқ ўрнини топди. Бироқ олинган фотопластинкаларда планетани кўриш Ловеллга ҳам насиб қилмаган экан, у 1930 йили вафот қилди. Худди шу йили 13 мартда Ловелл обсерваториясининг ёш астрономи К. Томбо фотопластинкада транснептуни кўрди ва Ловеллни ҳисоблаган ўрнининг нақадар катта аниқликка эга эканлигига ишонч ҳосил қилди. Афсус қиладиган жойи шунда эдики, Ловелл вафот қилгач, у олган фотографияларни текширилганда, уларнинг бир нечасида Плутон қайд қилинганлиги маълум бўлди. Афтдан, Ловелл планета равшан кўриниши керак деган гумон билан Плутоннинг хира юлдузча кўринишидаги тасвирини эътиборсиз қолдирган кўринади.

Плутон кўз илғайдиган энг хира юлдузлардан ҳам 4 минг марта хира равшанликка эга. Унинг орбитаси ҳам жуда чўзинчоқ эллипс шаклида бўлиб, перигелийида (Қуёшга энг яқин келганда) Қуёшга Нептундан ҳам яқинроқ келади, афелийида (орбитасининг Қуёшдан энг узоқдаги нуқтасида) Нептун орбитасидан салкам 3 миллиард километр нарига кетади. Қуёшдан ўртача узоқлиги эса 5,9 миллиард километрни (39,5 астрономик бирлик) ташкил этади. Агар бундай катта масофадан туриб Қуёшга назар ташланса, у кичкина ёритувчи нуқтага айланиб, планета сиртини, Ер сиртига нисбатан 1600 марта кам ёритиши ҳисоблашлардан аниқ бўлади. Температураси минус 220 градус атрофида, бу сайёранинг физик табиати ҳам шу туфайли яхши ўрганилмаган.

Плутоннинг диаметри аниқ ўлчана олинганича йўқ, ҳисоблашлар у 3700 километрдан катта эмаслигини кўрсатади. Унинг равшанлиги 6,4 кунлик давр билан ўзгариб туради ва бу вақт, планетанинг айланиш даври деб тахмин қилинади.

Бу сайёранинг ўз орбитаси бўйлаб тезлиги, барча бошқа планеталарникидан кам бўлиб, секундига 4,7 километр, «Плутон йили»нинг узунлиги эса 248 йилни ташкил қилади.

Плутоннинг орбитаси текислиги бошқа планеталарнинг орбиталаридан яна бошқа бир хусусияти билан ҳам фарқ қилади, унинг текислиги Ер орбитаси текис-

лиғи билан жуда катта бурчак ҳосил қилиб, бу бурчак 17°. Натижада у ҳаракати давомида маълум даврга, бошқа планеталардан фарқли ўлароқ, зодиак юлдуз туркумлари соҳасидан чиқиб кетади. Айни даврда Плутон Сунбула юлдуз туркумида, унинг Вероника сочлари юлдуз туркуми билан чегараси яқинида ҳаракат қилади.

Плутон атрофида топилган йўлдош Харон, сайёрадан 18—20 минг километр узоқда туриб, унинг атрофида 6,4 кунда айланиб чиқади. Олимлар унинг диаметрини 1200 километрдан кам эмас деб баҳолашди.

У б о б. ҚУЕШ СИСТЕМАСИНING МАЙДА ЖИСМЛАРИ

1-§. Майда планеталар (Астроидлар)

1596 йили босилган «Космография сирлари» асаридаёқ Иоганн Кеплер, Марс билан Юпитернинг орасида ҳам бир сайёра бўлиши керак деган гумон билан чиққан эди. Илмий мулоҳаза асосида туғилган Кеплернинг бу гипотезаси икки асрдан сўнггина, планеталарнинг Қуёшдан ўртача узоқликлари орасидаги боғланишни ифодаловчи ажойиб эмперик муносабатнинг очилиши билан тасдиқланди. 1772 йили Виттенберглик астрономия профессори Иогани Тициус планеталарнинг астрономик бирликларда ифодаланган катта ярим ўқлари, қуйидаги муносабатдан осон топилишини аниқлади:

$$r = 0,4 + 0,3 \cdot 2^n \text{ а. б.}$$

Қуйидаги жадвалда планеталарнинг орбиталари катта ярим ўқларининг юқоридаги формула ёрдамида топилган қийматлари уларнинг Қуёшдан ҳақиқий узоқликлари билан солиштирилган.

Тициуснинг кашфиётидан хабар топган берлинлик астроном Иоганн Боде, бу эмперик муносабатни қайта

Планета	n	Тициус формуласи ёрдамида ҳисобланган масофа (а. б. ларда)	Қуёшдан ҳақиқий узоқлиги (а. б. ларда)
Меркурий	—∞	0,4	0,4
Венера	0	0,7	0,7
Ер	1	1,0	1,0
Марс	2	1,6	1,52
?	3	2,8	—
Юпитер	4	5,2	5,2
Сатурн	5	10,0	9,5

кўриб, тўғрилигига ишонч ҳосил қилди ва кенг тарғиб қилишда катта хизмат кўрсатди. Шундан сўнг бу қонуният Тициус — Боден қонуни номи билан дунёга машҳур бўлди. 1781 йили Ураннынг топилиши ва унга масофанинг бу қонуниятга мос келиши, Тициус кашфиётининг обрўсини яна орттирди.

Натижада бу қонуниятга кўра, Марс билан Юпитернинг ораллиғида Қуёшдан 2,8 астрономик бирлик масофада яна бир планета бўлишига ҳам энди кўпчилик астрономлар шубҳа қилмайдиган бўлишди ва 1796 йил Готтеда бўлган астрономик конгрессда фаразий планетани топиш учун 24 астрономдан иборат группа ташкил қилинди. Бу группага кейинчалик «осмон полициясининг отряди» деган ҳазил ном беришди. Зодиак соҳа, отряд аъзоларининг сонига мос равишда 24 бўлакка бўлиб олинди ва «етишмайдиган планетани» системали қидириш бошланди.

Тўрт йиллик тартибли қидирув ижодий натижа бермади. Биринчи майда планетани «осмон полицияси отрядига» ҳеч алоқаси бўлмаган Палермо (Сицилия) обсерваториясининг директори Джузеппе Пиаци 1801 йилнинг 1 январь кечаси Савр юлдуз туркумидан топди. Илгари Пиаци ўзи топган бу осмон жисмини комета бўлса керак деб ўйлади ва бунга ишонч ҳосил қилиш учун ҳеч кимга ўз кашфиёти ҳақида оғиз очмай, уни кузатишда давом этди. Фақат 24 январга келиб, у очган объекти ҳақида Берлинга ва Миланга (Италия) хат йўллади. Бу даврда Европада Наполеоннинг юриши авжга чиққан, Италия эса урушувчи армияга тўлиб-тошган пайти эди. Шунинг учун ҳам Пиаци мактублари Берлинга 20 марта, Миланга эса ундан ҳам кеч — 5 апрелда етиб борди. Бахтга қарши бу даврда топилган планета, Қуёш нурларига яширинган эди. Бинобарин, уни Қуёшдан маълум катталиқдаги бурчакка узоқлашгач қайта кўриш учун орбитаси ҳисобланган бўлиши керак эди. Масала яна мураккаб тус олди, чунки Пиаци кашф этган планетасини ҳаммаси бўлиб 40 кунча кузатган эди холос. Бу даврда сайёра осмонда атиги уч градусли (салкам 6 ой диаметрига тенг) ёйни ўтган эди. Уша пайтдаги астрономлар учун бундай «камбағал» маълумот билан осмон жисмининг орбитасини ҳисоблаш деярли мумкин эмас эди.

Бу муаммони Гетейген университетининг 24 ёшли доценти Карл Гаусс топди. У осмон жисмининг уч марта кузатилишидан олинган маълумот асосида орбитасини ҳисоблашга имкон берадиган янги методни ишлаб чиқди ва 1801 йилнинг ўзидаёқ Пнаццининг йўқотган планетасининг орбитасини ҳисоблаб берди. Аниқланишича, бу осмон жисми Тициус — Боденинг қонунига тўла амал қилиб, Қуёшдан ўртача 2,8 астрономик бирлик масофада жойлашган экан. Бироқ планета ўрни аниқлангандан сўнг ҳам, булутли осмон узоқ вақтга қадар «йўқолган» планетани топишга имкон бермади. Фақат бир йил ўтгач, берлинлик астроном Ольберс 1801 йилнинг охири — янги йил кечаси планетани Сунбула юлдуз туркумидан топди. Шу билан изланган планетанинг топилганидан хурсанд бўлиб, олим бу изланишларга нуқта қўйса бўларди, бироқ кутилмаганда Ольберс 1802 йил 28 мартда Церерани кузатаётиб, унинг яқинида яна бир таниш бўлмаган юлдузчага кўзи тушди. Икки соатлик кузатиш, бу объектни юлдузлар фонида елжишини маълум қилди. Натижада Қуёш оиласига яна бир майда планета қўшилди ва у Паллада деб ном олди. Гарчи Паллада орбитасининг катта ярим ўқи ҳам 2,8 а. б. катталиқка эга бўлса-да, унинг орбитасининг текислиги, Ер орбитасининг текислигига жуда катта бурчакка — 34° га оғишган эди.

Шундан сўнг Ольберс ажойиб гипотезани ўртага ташлади. Унинг айтишича, Марс билан Юпитернинг оралиғида айланаётган йирик бир планета, қандайдир сабабга кўра ҳалокатга учраган ва унинг парчалари турли томонга учиб, Қуёш атрофида, ўзаро диаметрал қарама-қарши нуқталарда кесишувчи орбиталарда ҳаракатланадиган бўлиб қолган. Ҳатто у орбиталарнинг кесишиш нуқталари Сунбула ва Ҳут юлдуз туркумларида ётади деган фикрни ҳам берди.

Ольберс назарияси кутилганидан ҳам зиёд тасдиқланди. 1804 йил 2 сентябрда Ҳут юлдуз туркумидан Гардинг, кейинчалик Юнона деб номланган майда планетани, 1807 йил 29 мартда эса Ольберс тўртинчи астероид — Вестани топди.

Шундан сўнг, Марс билан Юпитернинг оралиғида номаълум планетанинг ҳалокатига, астрономлар янада кўпроқ ишонч ҳосил қила бошладилар. Бу эса, ўз навбатида, ҳали Марс билан Юпитер оралиғида «теша

тегмаган» планеталар кўпи деган хулосани берди. Унлаб астрономиянинг ишқибозлари тунларни бедор ўтказиб, митти сайёраларга «қармоқ ташлашда» давом этдилар. Бироқ бу уринишларнинг кўпи бефойда кетди. Фақат 1845 йилга келиб 15 йиллик тинимсиз изланишлар астрономия «ишқибози» — почта чиновниги Карл Генкени янги астероид билан «мукофотлади». Бешинчи бу майда планета Астрея деб номланди.

Бу ҳодисадан сўнг митти планеталарнинг очилиши тезлашиб кетди. Кейинги ўн йилда уларнинг сони 36 тага, 1890 йилга келиб эса 302 тага етди.

Дастлаб майда сайёралар қадимги рим афсоналарининг қаҳрамонлари, худолари номлари билан юритилди. Сўнгра уларнинг сони жуда кўпайиб кетгач, улар 45-сидан бошлаб, оддий аёлларнинг номи билан, кейинроқ эса астероидларга философия, Геометрия, Юстиция каби фаний номлар ҳамда географик номлар ҳам бериладиган бўлди. 852 номерли астероид Ленин номи билан Владилена деб аталади.

Майда планеталарга тегишли яна бир қизиқ жойи шундаки, улардан кўпи топилгач, орбиталарини ҳисоблашга улгурмай туриб йўқотиб қўйилади. Шу хилда «йўқолган» митти планеталарнинг сони мингдан ортиқ. XX асрнинг биринчи беш йиллиги (1901—1905 й.) оралиғида топилган 300 майда планетадан 179 таси «йўқотиб» қўйилди, 1936—1940 йиллар давомида топилган 1176 астероиддан эса рўйхатга атиги 136 таси мустаҳкам ёзилди.

Буни олдини олиш учун 1873 йилдаёқ Берлин ҳисоблаш институти ташкил этилди ва у, то 1945 йилга қадар митти сайёраларни тадқиқ қилиш маркази бўлиб келди. Урушдан кейин бу вазифани 1920 йилда ташкил этилган собиқ СССР Фанлар академиясининг Ленинград назарий астрономия институти ўз зиммасига олди. Бу институтнинг осмон жисмлари орбиталарини ҳисоблашга тегишли жадваллари бутун дунё астрономик обсерваториялари томонидан фойдаланилади.

Орбиталари ҳисобланиб, майда сайёраларнинг рўйхатидан мустаҳкам жой олган астероидларнинг сони ҳозирга келиб 2000 дан ортиб кетди.

2- §. «Думли юлдузлар» тарихидан

«Комета» — грекча сўз бўлиб, «сочли» деган маънони англатади. Кометаларга «сочли» ёки «думли юлдузлар» деган ном, уларнинг Қуёш яқинидан ўтаётгандаги кўринишлари асосида берилган бўлиб, аслида ҳаракатлари давомида уларнинг кўринишлари кескин ўзгариб боради. Хусусан, комета Қуёшдан жуда узоқ масофада бўлганда (у пайтда комета планетамиздан ҳам узоқ масофада туради), унинг асосий массаси мужассамлашган ядро деб аталувчи қисми хира юлдузча шаклида кўзга ташланади. У Қуёшга яқинлашган сайин ядро атрофини кома дейилувчи сийрак газ булути ўрайди. Шунингдек, бу даврда комадан Қуёшга қарама-қарши томонга қараб равшан «дум» чўзилади (28-расм).

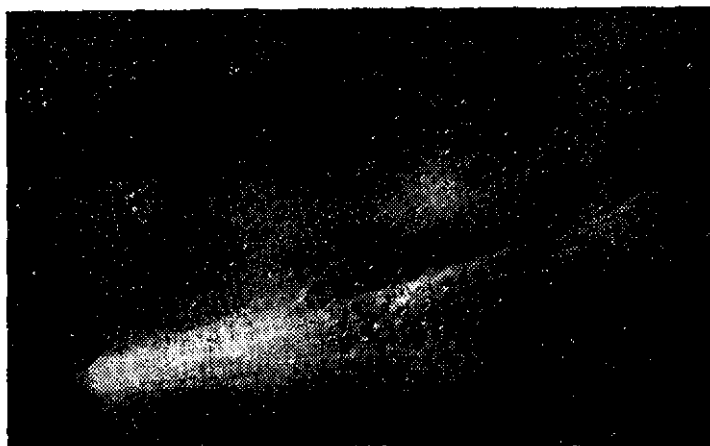
Комета Қуёшга яқинлашган сайин кометанинг диаметри ва «думи»нинг узунлиги орта боради. Қизиғи шундаки, диаметри миллион километргача тартибдаги кома ҳам ва узунлиги бир неча юз миллион километргача етадиган «дум» ҳам катталиги атиги бир неча километр келадиган ядродан, у Қуёш ҳароратидан «баҳраманд» бўлгач ажралади.

Кометанинг ядроси кома билан биргаликда унинг боши дейилади. «Бош» ва «дум»дан ташкил топган бу антиқа «юлдуз» ўзини фанга ҳозиргидагидек таништиргунга қадар ўз кўриниши билан одамларни кўп ташвишга солган осмон жисмларидан ҳисобланади.

Бу осмон жисми ҳақида тарихни «тилга киргизсангиз», у бизни бу «сочли юлдузлар» билан боғлиқ бўлган талай қизиқ ҳангомалардан огоҳ қилади. Мана улардан айримлари:

837 йилнинг булутсиз тунларидан бирида француз қироли Людовик сарой мунажжимини чақириб унга деди: «Бор, саройни айвонига чиқиб, тезда мени олдимга қайт ва нима кўрганингни айт менга, чунки бу юлдузни мен кеча кечқурун кўрганман. Сен эса уни мендан яширдинг, кўрсатмадинг, бироқ менга маълумки, у комета ва у менинг мамлакатимда подшолик қилувчи шахсни алмашинишидан дарак беради. Мени қайғу кутади!»

1527 йилда кузатилган комета ҳақида Симон Гуляр исмли франциялик бошқа бир кимса эса шундай ёзди: «У (комета — М. М.) шундай кучли ваҳима туғдир-



28- расм. «Думли юлдузлар»нинг вакили.

дики, айримлари даҳшатдан ўлдилар, бошқалари эса бетоб бўлиб қолишди. Юзлаб одамлар уни кўрдилар ва уларнинг барчасига у қонли бўлиб кўринди. Унинг тепа қисмида қиличини ушлаб, уни уришга тайёр тургандек қўлни яққол кўрдилар. Қиличининг учи устида учта ёруғ юлдуз кўриниб, қиличга тегиб тургани равшанлигига кўра қолган иккитасидан устунлик қилади. Комета нурунинг икки томонида эса кўплаб қонли ханжарлар ва шамширлар кўриниб уларнинг ораларидан ўрни олган, танасидан жудо қилинган бир неча сочли ва соқолли бошлар эса, бу манзарага яна ҳам ваҳимали тус берар эди».

Ҳатто XVII асрда Фарбда тарқалган «Мўъжизалар тарихи» тўпламида ҳам «думли юлдузлар» худо ғазабининг элчилари деб талқин қилинган. Хусусан, эслатилган тарихда шундай сўзлар битилган: «Комета бахтсиз ҳодисаларнинг аниқ белгиси бўлиб хизмат қилади. Ҳар доим кишилар Ой тутилишини, кометани кўришгач, Ерни қимирлаши, сувни қонга айланиши ва шунга ўхшаш бахтсизликлар рўй бериб, шундан сўнг кўп ўтмай эса даҳшатли воқеалар: қон тўкишлар, одам ўлдиришлар, буюк монархларнинг ўлими, сотқинликлар, империя ва қиролликларнинг барбод бўлиши, очлик, қимматчилик, хуллас бир сўз билан айтганда, инсониятни бахтсизлик ўз исканжасига олади. Шунинг учун

ҳам ҳеч ким қиёмат ва даҳшатли сурон яқинлашаётганлигидан, аниқроғи, остонада туриб эшик қоқаётганидан дарак берувчи самонинг бу элчилари ва мўъжизаларига шубҳаланмаслиги керак».

Яқин-яқин йилларгача ҳам комета бахтсизлик элчиси дейдиганлар топилиб турарди. Хусусан, айрим маърузаларда келтирилган кометалар ҳақидаги хабарларни тушуниб бўлмайдиган даражада кўпиртириб ва таниб бўлмайдиган ҳолдаги уйдирмалар кўринишигача келтириш, узоқ йиллар давомида кометаларни «худо қаҳрининг элчилари» сифатида қайд қилинишига сабаб бўлди. Худди шундай ваҳималардан бири 1773 йилда Францияда тарқалди. Париж фанлар академиясининг навбатдаги йиғилишларидан бирида қилиниши лозим бўлган, машҳур астроном Лаланднинг маърузаси ҳақидаги биргина эълоннинг ўзи, таъсирчан французларга, яқинда Ер қандайдир комета билан учрашади ва қиёмат-қойим кузатилади дейиш учун асос бўлди. Уша даврнинг ёзувчиларидан ҳисобланган Бошман ўзининг «Махфий мемуарлари»да 1773 йилнинг 6 майида бу ҳақда шундай сўзларни ёзиб қолдиради: «Фанлар академиясининг охириги жамоа мажлисида, жаноб Лаланд шу пайтгача ўқилган маърузаларнинг ҳаммасидан ҳам қизиқ бир маъруза қилиши кўзда тутилган эди, бироқ вақтнинг зиқлиги туфайли, у бу маърузани қилишга улгурмади. Унинг маърузаси кометаларга боғлиқ мунозараларни ўз ичига олиб, бу кометаларнинг Ерга яқинлашиши туфайли Ернинг фазовий ҳаракатида ўз йўлидан четга чиқишлари ҳақида гап боради. Бундай мулоҳазалардан хабар топганларнинг ташвишини борган сайин ортиши ва подонлик билан қўллаб-қуватланиши оқибатида турли афсоналар келиб чиқади...»

Кометалар фанда салкам XVI асрнинг охириларига қадар Ер атмосферасининг яшил ёки қутб ёғдуси каби ҳодисаларидан бири деб қаралар эди. 1577 йили машҳур даниялик амалий тадқиқотчи, астроном Тихо Браге кометалар — планеталар орасида ҳаракатланувчи осмон жисмлари эканлигини астрономик кузатишлар асосида тасдиқлади. Шундан сўнг кўп ўтмай, XVII асрнинг бошларида И. Кеплер ва Г. Галилей «думли юлдузлар» Қуёш системасини тўғри чиқиқ бўйлаб кесиб ўтади ва кейин унга бутунлай қайтмайди деб тахмин қилдилар. Кометалар табиати ҳақида Кеплер 1619 йили шундай ёзади: «Ифлос материя бир

жойда тўпланиб, кометанинг бош қисмини вужудга келтиради. Унга тушиб унинг бағридан ўтган Қуёш нурлари эса, кометани яна қайта эфирнинг майда заррачаларига айлантиради, ва ниҳоят, тескари томонда ундан чиққан кометанинг думи дейилувчи чўзилган ёруғ йўлни ҳосил қилади. Шундай қилиб, комета ўзидан дум чиқариб ўзини емиради ва йўқ қилади». Гарчи кометанинг табиати ҳақида битилган Кеплернинг бусўзлари ҳақиқатдан анча узоқ бўлса-да, у биринчилардан бўлиб кометанинг пайдо бўлишида Қуёшнинг ролини яхши баҳолай олганлардан ҳисобланади.

Комета кўринишларининг ўзгаришида унинг ҳаракат траекториясини ўрганиш муҳим роль ўйнайди. Бу борада Тихо Браге ва Кеплердан сўнг таниқли поляк астрономи Гевелийнинг хизмати катта бўлди. Кометалар ҳақидаги йирик трактатнинг автори Гевелий кометаларнинг траекторияси эгри чизиқдан иборатлигини аниқлади. 1681 йили Георг Дерффель кометаларнинг орбиталари парабола кўринишида бўлиб, унинг фокусиди Қуёш туришини аниқлади. Бироқ кометалар ҳаракатининг параболик орбиталар бўйлаб кузатилишини исботлаш буюк инглиз физиги Ньютонга насиб қилган экан. Ньютон ўзи очган бутун олам тортишиш қонунлари асосида, осмон жисмлари ҳаракатлари турларининг хоссаларини «Натурфилософия»нинг математик боши» асарида баён қилади.

Кузатилган барча кометаларнинг орбиталарини бошқа бир англиялик олим — Ньютоннинг шогирди Эдмунд Галлей ҳисоблади. У 1337 йилдан 1698 йилгача даврда кузатилган 24 комета ҳақида маълумот йиғиб, уларнинг орбиталари ҳисобланган биринчи каталогни 1705 йилда нашр қилдириди.

Қизиғи шунда эдики, бу кометалардан учтасининг, аниқроғи 1531, 1607, 1682 йилларда кузатилганларининг орбита элементлари деярли бир хил чиқди. Бу ҳол тасодикий эмаслигига қаттиқ ишонган Э. Галлей 1705 йилда шундай ёзади: «1531 йили Аппан томондан кузатилган комета, 1607 йилда Кеплер ва Лонгомонтан томонидан ва 1682 йили мен ўзим кузатган кометанинг ўзи бўлиши керак деган фикр менга тинчлик бермайди. Бу учала кометанинг элементлари аниқ мос келади, тўғри, уларнинг даврларида озроқ фарқ бор, бироқ уни физик сабаблар деб бўлмайди.

Шунинг учун ҳам мен бу кометанинг 1758 йили қайтиб келишини ишонч билан айта оламан. Агар у қайтиб келса, у ҳолда бошқа кометаларнинг ҳам Қуёш яқинига қайтиб келишларига шубҳа қолмайди».

1742 йили Галлей вафот қилди. 1758 йил кириб Галлей башорат қилган кометанинг Қуёшга қайтиш вақти яқинлашаётган эди. Бу даврда француз математиги ва астрономи А. Клод-Клеро осмон механикасининг ўзаро таъсир кучлари таъсирида ҳаракатланадиган машҳур «уч жисм масаласи» устидаги ишларини якунлаш арафасида эди. Олимни кўпроқ «уч жисм масаласи»ни ечиш жараёнида толган ўзининг формулалари, Ньютоннинг тортишиш қонунини текширишга қанчалик имкон бера олиши қизиқтирарди. Худди шунинг учун ҳам Галлей башорат қилган комета, Қуёш таъсиридан ташқари яна планеталар, асосан Юпитер ва Сатурн таъсирида бўлишини билган К. Клеро бу планеталарнинг комета ҳаракатига, бинобарин унинг даврига қанчалик таъсир қилишини ҳисоблашга киришди. Вақт оз қолган эди. Фан душманлари кометанинг қайтмаётганлиги, тортишиш қонунларининг уйдирмалигидан дарак беради деб, «дўппиларини осмонга ота бошладилар».

Бу давр ҳақида К. Клеро шундай ёзган эди: «Фаннинг ҳақиқий ишқибозлари кометанинг қайтишини сабрсизлик билан кутардилар. Чунки унинг кўриниши, Ньютоннинг қонунларининг исботидан дарак беради. Бироқ кўпчилик астрономлардаги бу бетоқатлик ва номаълум нарсага эътиқодни кўриб мийиғларида кулишар ва комета бутунлай қайтмайди деб ишонттиришга уринардилар». Клеро ҳисоблашларни тезлатишга қарор қилди, акс ҳолда — кечикилса, бундай мураккаб ҳисоблашларнинг қиймати «бир пул» бўлиб қолиши ҳеч гап эмас эди. Унга ёрдамга машҳур француз астрономи Лаланд, математик аёл Гортензия Лепотлар келишди.

Клеро ва Лаландга ёрдамга келган бу жасоратли аёлнинг номи кейинроқ антиқа бир сабаб билан тарихда қолди. Воқеа бундай бўлган эди.

1761 йил Франция фанлар академияси астроном Лежантилни жуда кам кузатиладиган ҳодиса — Венеранинг Қуёш дискида проецияланиб ўтишини кузатиш учун Ҳиндистонга жўнатди. Бироқ Лежантиль тушган кема кечикиб, астроном бу ҳодисани кузатишга муваф-

фақ бўла олмайди. Лежантиль бу қимматли ва хавфли «сайр»ни яна қайтармаслик учун Венеранинг навбатдаги Қуёш дискидан ўтиш вақтига қадар, яъни яна саккиз йил Ҳиндистонда қолишга қарор қилди (Венеранинг Қуёш дискидан кетма-кет ўтиш даври 8 ёки 125 йилни ташкил қилади). Бироқ 8 йил кутиш ҳам унга ютуқ келтирмади: 1767 йили Қуёш дискидан Венеранинг навбатдаги ўтиш пайтида тўсатдан пайдо бўлган булут бу ажойиб ҳодисани кузатишга имкон бермади. Лежантиль Францияга Ҳиндистондан ҳали Европаликлар кўрмаган янги бир гул кўчатини келтирди. Астрономиядаги хизматлари эвазига математик аёл Гортензия Лепотнинг номи билан Европада бу гул Гортензия деб аталадиган бўлди.

«Уч жисм масаласи» устида учала олимнинг тинимсиз ишлаши ўз натижаларини берди. Кометанинг кўринишига 2 ой қолганда барча ҳисоблаш ишлари якунланди: «Менинг ҳисоб-китобимга кўра,— деб ёзган эди Клеро ўшанда,— Юпитер туфайли кометанинг навбатдаги даври олдингисига нисбатан 518 сутка ортиқ бўлади. Сатурн эса уни яна 100 кунгача чўзади, шунинг учун ҳам менинг ҳисобимда комета перигелийдан апрелнинг ўрталарида (1759 йил 13 апрелда) ўтади». «Шунингдек, у ўз ҳисоблашларининг хатолиги 1 ойгача бўлиши мумкинлигини таъкидлади. Олимлар кўп янгиликларни эди. Галлей башорат қилган «думли юлдуз» 1759 йилнинг 12 мартда перигелийдан ўтди. Кометани ҳаммадан олдин—1758 йилнинг 25 декабрида Дрезден атрофида яшовчи деҳқон—астрономия ишқибози Г. Палич кўрди. Францияда биринчи бўлиб кометани Париждаги Денгиз обсерваториясининг ходими Мессье 1759 йилнинг 21 январидан кузатди. Комета февралнинг бошларигача яхши кўринди, кейинчалик ҳавонинг аййиниши ва кометанинг Қуёшга яқинлиги анча вақт уни кўришга имкон бермади. 1 апрель кунн тонг шафағи фонида комета яна осмонда ярқираб кўринди. Думининг узунлиги бу даврда 25 градусгача етди. Майнинг охириларида комета Қуёш ва Ердан узоқлаша борди ва олдий кўз билан кўриб бўлмайдиган бўлиб қолди. Июннинг бошларида эса у кўздан йўқолди.

Шундай қилиб, Галлейнинг башорати қойилмақом бўлиб тасдиқланди. Бу эса, ўз навбатида, Ньютоннинг тортишиш қонунини исботлади. Натижада Қуёш системасининг аъзоси эканлиги тасдиқланган комета,

унинг кашфиётчиси шарафига Галлей деб аталадиган бўлди.

3-§. Сочли юлдузнинг «боши» ва «думи» ҳақида

Кометаларни системали ўрганишга Н. Ньютон асос солди. 1680 йили у Қуёшга яқинлашган кометани ўрганиб, унинг бош қисмининг диаметри 1 миллион 200 минг, думининг узунлиги эса 240 миллион километр эканлигини аниқлади. Бинобарин, кометалар йирик осмон жисмлари эканлиги маълум бўлди. Бироқ бу улкан «думли юлдуз»ларнинг планеталар ҳаракатига таъсирининг сезилмаслиги, уларнинг массалари жуда кичиклигидан далолат берарди.

1680 йилда кузатилган комета Қуёшдан атиги миллион километрча чамаси наридан ўтди. Қуёш нурлари таъсирида унинг бутунлай буғга айланиб кетмаганлиги, Ньютонда, кометанинг фақат газлардан иборат бўлмай, унинг бош қисмида жуда катта бўлмаган ядрони ҳосил қилувчи қаттиқ моддалар ҳам борлигидан дарак беради, деган хулосанинг туғилишига сабаб бўлди. Ньютоннинг фикрича кометаларнинг думи — унинг ядросидан ажралган буғлардан пайдо бўлади ва қуёш нурларини қайтариш ҳисобига кўринади. Комета думининг Қуёшдан тескари томонга йўналишини тушунтириш учун Ньютон шундай гипотезани илгари сурди:

«Комета думини ташкил этган заррачаларни бу хил ҳаракати, Қуёш иссиқлигининг таъсирида материянинг сийраклашиши туфайли содир бўлади. Камин мўрисида иссиқдан сийраклашган ҳаво, қўшни — иситилмаган ҳавога нисбатан енгил бўлиб, тутун зарраларини ўзи билан бирга олиб, юқорига кўтарилади. Шундай экан, нима учун комета думига тегишли зарралар кўтармаслиги керак? Комета буғлари жуда сийрак эфир материясини қиздириб, уни янада сийраклаштиради ва у билан бирга кўтарилиб думни ҳосил қилади».

Комета думининг пайдо бўлишини бу хилдаги мулоҳаза асосида тушунтириш ҳақиқатдан узоқ эди, албатта. Бу ҳақдаги ҳозирги замон тасаввурларига яқин тушунчани буюк рус олими М. В. Ломоносов берди. У комета думининг вужудга келишини электр майдонининг кучи таъсиридан деб қараб, бу ҳодисани Шимолий Қутб ёғдусига ўхшатди.

Ҳозирги замон комета астрономиясининг асосчиси, уруғ рус тадқиқотчиси Ф. А. Бредихин XIX асрнинг иккинчи ярмида, барча асосий комета ҳодисаларини тушунтира оладиган ихчам механик назарияни яратди. Бредихин «думли юлдузлар» булутли массаларининг ҳаракатига тегишли итарилувчи тезланишларни бево-сита аниқлашга имкон берувчи методларни биринчи бў-либ ишлаб чиқди. Натижада Қуёшнинг кометага таъ-сир этувчи тортишиш кучидан бир неча марта ортиқ катталиққа эга бўлган итариш кучи ҳам борлиги то-пилди. Дастлаб таниқли олим Целльнер бундай кучни қувватли зарядланган Қуёш таъсиридан деб тушунтир-ди. Бу фикрни кейинчалик Бредихин ҳам қувватлади. Бироқ ҳисоблашлар, Қуёш бу қадар қувватли заряд-ланган осмон жисми бўла олишини инкор этгач, нур-ларнинг моддий жисмларга таъсири асосида комета думларининг йўналишини бошқача тушунтиришга им-кон тугилди. XIX асрнинг ўрталаридаёқ Максвелл, нурнинг оқими унинг йўлига қўйилган тўсиққа босим билан таъсир қилишини кўрсатди. Бироқ бу босимнинг миқдори ниҳоятда кичик бўлиб, уни тажрибада кўрса-тиш жуда катта санъат талаб қилар эди. 1900 йили рус олими П. Н. Лебедев томонидан бундай нозик тажри-ба қойилмақом қилиб бажарилди. Маълум бўлишича, нурнинг босими ҳақиқатан ҳам мавжуд бўлиб, фақат массив жисмларга унинг таъсири деярли билинмас экан. Бироқ сийрак газ молекулалари ёки майда чанг заррачаларига бўлган унинг босими сезиларли дара-жада катта эканлиги аниқланди.

Нурнинг бундай босимига таяниб, сийрак комета думидаги буғларнинг Бредихин башорат қилган ита-рувчи кучлар тўғрисида Қуёшдан тескари томонга чў-зилишини тушунтириш қийин эмас. Ўтган асрларга гегишли ўнлаб ва XIX асрнинг ҳамма ёруғ кометала-рини тадқиқ қилиб, Бредихин ажойиб натижаларга эришди. Маълум бўлишича, кометаларнинг думлари Қуёш нурлари босим кучининг ўртача миқдорига кўра гўрт типга бўлинар экан. Унинг ҳисоблашига кўра, I типга кирувчи думлар ингичка тўғри чизиқ бўйича чўзилиб, нурнинг босими туфайли майдонга келган итариш кучлари, Қуёшнинг тортишиш кучларидан қа-рийб 20 мартача ортиқлик қилади. II типдагиларда эса дум ёруғ, кенг ва бир оз эгилган кўринишда бўлиб, тортишиш кучи тенг ёки ундан атиги бир неча мар-

тагина кучли бўлган итариш кучлари таъсирида вужудга келади. III типга кирувчи комета думларида заррачалар нисбатан кам тортишиш кучлари таъсирида Қуёшга томон ҳаракатланади. Бундай думлар одатда жуда калта бўлиб, Қуёшга нисбатан қарама-қарши йўналишга каттагина бурчак остида йўналади. Аномал думлар дейилувчи IV типга Қуёшдан эмас, аксинча Қуёшга қараб йўналган думлар киради. Аномал думлар Қуёш нурлари таъсирида бўлмайдиган зарралардан ташкил топган бўлиши ёки баъзан комета думининг кузатувчига нисбатан маълум шароитда проекцияланиши асосида шундай кўриниши мумкин.

Ёруғ комета самонинг ажойиб ҳодисаларидан бўлиб, ёзувчилар, қадим қўлёзма муаллифлари бу ажойиб ҳодисани кўрганларида унинг гўзаллигини тавсифлаш имконини бир марта бўлса ҳам қўлдан чиқармасликни йўлини қилганлар. Машҳур Л. Толстойнинг «Уруш ва Тинчлик» асарининг қаҳрамони Пьер Безухов 1812 йил Ватан уруши арафасида ярим туи қўйнида ётган қоронғу Москва бўйлаб кетаётиб, осмонда кометага кўзи тушади: «Арбат майдонига чиқишда Пьернинг кўзи олдида юлдузлар осмонининг кенг қисми намоён бўлди. Пречистинский бульварининг тепасида, осмоннинг қоқ ўртасида ҳар томондан ёғилаётган саноксиз юлдузлар билан ўралган йирик ва ёруғ комета турарди. Гўё яшин тезлигида параболик эгрилик бўйлаб, осмоннинг ўлчаб бўлмайдиган катта масофасини ўтгач, у бирдан ерга қадалган ёй ўқи каби қоронғу осмондан ўзига жой танлаб тўхтаган ва шиддат билан баландликка дум чўзиб порлаётган ва сон-саноксиз милтиллаётган бошқа юлдузлар орасида ўз гўзаллигини кўз-кўз қилиб ўйнаётган бу «думли юлдуз»га Пьер қувончли ва ёшдан намланган кўзи билан узоқ тикилиб қолди».

Тихо Браге кометаларнинг космик табиатини аниқлагач, самонинг бу объектлари борган сайин кўпроқ олимларнинг эътиборини жалб қила бошлади. Жумладан поляк астрономи Гевелий XVII асрда бир талай кометаларни топиб, «думли юлдузлар»га бағишланган «Продромус кометикус» китобини нашр қилдирди. XVII асрнинг охири XVIII асрнинг бошларида телескоп кузатишларнинг кенг қўлланилиши натижасида деярли ҳар йили биттадан комета топилиб турди. Телескоп ёрдамида биринчи кометани 1680 йилнинг 14 но-

ябрида Кобургда астроном Г. Кирх топди. Бу даврда Ш. Мессье, Е. Мешен ва Королина Гершель кабилар кометанинг биринчи уста «овчилари» сифатида из қолдирдилар. XIX асрнинг биринчи ярмида «думли юлдузлар»ни тутиш бўйича Понс бундай «овчилар» ичида «устаси фаранг»лиги билан ажралди. У дастлаб Францияда, сўнгра Италияда қидирув ишларини олиб бориб, 1802 йилдан 1827 йилгача 33 та комета очди. Бошқа бир астроном В.Темпель эса 1858 йилдан 1885 йилгача 19 та комета очди.

Ўтган асрнинг охири ва асримизнинг бошларида америкалик Д. Свифт ва В. Брукс (25 та комета топган) ва англиялик Деннинг кабилар кометаларни тутишда «ов»лари ўнгидан келган астрономлардан ҳисобланади.

Кометалар рўйхатини тўлдиришга Москва университетининг профессори Г. Швейцер, Семенз обсерваториясининг ходими С. Н. Беляевский, астрономия ишқибози Н. Златинский ва Г. Н. Неуйманлар катта ҳисса қўшдилар. Г. Н. Неуйман 1913 йилдан 1941 йилгача 7 та кометани топди, шулардан учтаси қисқа даврли бўлиб, унинг номи билан аталадиган бўлди.

1920 йилдан бошлаб комета «ов»ида Ван Бисбрук (АҚШ) энг катта ютуқни қўлга киритганлардан ҳисобланади. У эллик йил давом қилган астрономик кузатишлар натижасида 240 дан ортиқ кометани кузатди. Булардан ўттизга яқинини ўзи топди. Ҳозирги пайтда бу соҳада катта ютуқлари билан танилган астроном мисс Элизабет Ремер бўлиб, у қувватли фотографик рефлектор ёрдамида 60 га яқин Қуёшга даврий равишда қайтувчи кометани аниқлади.

1950 йилга қадар 1000 га яқин комета қайд қилинди, шулардан 400 га яқини телескоплар ихтиро қилганигунга қадар, қолганлари эса телескоплар ёрдамида очилди. 1948 ва 1967 йиллар кометаларга бой йиллар ҳисобланади. 1948 йили 10 та янги комета топилди ва 14 та олдин очилган комета кўринди. Шундай қилиб, бу йили жами 24 та комета кўринди. 1967 йили дунё обсерваторияларида 14 та янги «думли юлдуз» топилди. Охириги йилларда Қуёшга яқинлашганда жуда равшан «думли юлдузга» айланган бир қанча йирик кометалар очилди. 1956 йилдав Бельгиянинг Икки обсерваториясида очилган Аренда—Ролан ва АҚШ нинг Маунт—Вильсон обсерваториясида 1961 йилнинг 1 сен-

тябрида топилган Юмасон кометаси шулар жумласидандир.

1970 йили перигелийдан 7 янги ва 8 эски комета ўтди, жаъми бўлиб 25 та комета кузатилди. 1972 йил нашрдан чиққан америкалик Бриан Мароденнинг кометалар орбиталарининг тўла каталогига 2058 йил ичида (эрамиздан олдин 86 йилдан 1972 йилгача) кузатилган 924 комета ҳақида маълумот берилади. Бошқа бир астроном Больденнинг «Кометы до начала 1948 года» китобида эса 1619 та кузатилган «думли юлдузлар» ҳақида маълумот келтирилган. Агар 1948 йилдан то 1972 йилгача кузатилган кометалар бу сонга қўшилса, кузатилган кометаларнинг сони 1834 тага етади. Албатта буларнинг ичида қуролланмаган кўз билан кузатилганлари жуда кам миқдорни ташкил қилади.

Айрим кометалар Қуёшдан ва Ердан жуда катта масофадалигидаёқ хира туман доғга ўхшаб кўринишни бошлагани ҳолда, бошқа бировлари, Қуёш чиқишидан олдин ёки ботгач, бирдан чўзинчоқ равшан думи билан осмонда кўриниб қолади. Бирдан кўриниб қоладиган бундай «думли юлдузлар» одатда, Қуёшга яқинлашаётганда, Ердан қараганда, унга жуда яқин бурчак оралиқда бўлади ва шунинг учун ҳам Қуёш нурларида кўмилиб, кузатувчига кўринмайди. Худди шундай кометалардан бири 1910 йилда Жанубий Америкада, бошқа бири — Григ-Скьелерупа кометаси 1927 йилда кузатилди. Бу кометаларнинг равшанлиги шу қадар кучли эдики, улар Қуёш яқинида кундузи кўринган пайтда очилади.

Қуёш системасида ҳаракатланувчи «думли юлдуз» лар катталиклари ва массаларига кўра унда қандай ўрин тутадилар? Бу ўринда француз олими Бабинэннинг кометалар ҳақида «кўринадиган ҳеч нарса» деб берган баҳосидан аниқроқ бир нарса дейиш қийин. Дарҳақиқат, кометаларгача оралиқ аниқланганда ҳисобланган, уларнинг бош қисмининг катталиги — диаметри 50 мингдан 250 минг километргача етади. 1811 йилда топилган кометанинг боши катталиги жиҳатидан Қуёшдан ўзиб кетди. 1892 йилда кузатилган туманли Холмс кометасининг диаметри эса, Қуёшникидан икки барабар катта чиқди. 1941 йилда топилган бошқа бир кометанинг боши, Б. А. Воронцов — Вельяминовнинг ўлчашича 2 миллион километрга, яъни бир ярим Қуёш диаметрига тенг эканлиги аниқланди. Одатда, комета-

ларнинг боши Қуёшдан узоқлигига кўра ҳар хил ўзгариб, перигелийга яқинлашаётиб, камайиш хусусиятига эга. Хусусан, Галлей кометасининг боши 1909 йили Қуёшдан Марсга нисбатан икки баравар нарида бўлганда, Ердан икки марта катта бўлгани ҳолда Марс орбитасига яқинлашганда, у Ердан 15 марта ортган; перигелийда эса икки марта камайган. Ўз орбитаси текисликларида ётувчи кометаларнинг думларининг узунлиги ҳам Қуёшдан узоқлигига кўра ўзгаради. Бироқ дум, кома катталигининг ўзгариш тенденциясидан фарқ қилиб, Қуёшга яқинлашган сайин ортиб боради. Ириқ кометаларда думнинг «ўсиши» суткасига миллион километргача етади. Перигелийдан ўтаётган йирик кометалар думларининг узунликлари бир неча юз миллион километрни ташкил қилади. Йирик кометаларнинг ҳажми Қуёшнинг ҳажмидан юзлаб мартача ортади. Агар уларнинг зичлиги ҳам Қуёшниқидек бўлса эди (Қуёшнинг ўртача зичлиги 1 куб сантиметрда 1,4 грамм), у ҳолда бундай «думли юлдуз» барча планеталарни орбитасидан чиқариб юборарди, ҳатто Қуёшни ҳам ўз атрофида «гиргитдон» қилар ёки ўзига тортиб олар эди. Бироқ маълумки, комета Қуёш атрофида айланади ва бундай ҳаракати давомида бошқа планеталар ёнидан ўтаётганида, у сайёраларнинг «пинагини ҳам буза олмайди». Аксинча, кометаларнинг ўзлари массив планета ёнидан ўтаётиб «изларидан чиқиб» кетдилар. Гарчи кометанинг планеталарга сезиларли таъсири йўқлиги туфайли уларнинг массаларини аниқ ҳисоблашнинг имкони бўлмаса-да, бундай ҳолларда ўрганилаётган комета массасининг юқори чегарасини ҳисоблаб топиш мумкин. Натижада, ҳисоблашлар шу пайтгача кузатилган «думли юлдузлар»нинг массаси ўн мингдан бир Ер массасидан катта бўлмаганлигини кўрсатади. Аслида, бошқа маълумотларга ҳам таянилса, кометаларнинг массаси миллиондан бир Ер массасидан ҳам кичик чиқади.

1960 йили Б. А. Воронцов — Вельяминов «1943 I» кометасининг турли қисмларига тегишли зичликни ҳисоблади. Бу кометанинг газли ўрамининг массаси 80 минг тонна бўлиб, зичлиги унинг ядросидан узоқлигининг квадратига тесқари пропорционал равишда камайиши аниқланди. Хусусан, ҳисоблашлар ядро яқинида бир куб сантиметрга 100 миллиард молекула тўғри келгани ҳолда, ундан 370 минг километр нарида ҳар куб

сантиметрга атиги 2 та циан ва битта углерод молекула-
си тўғри келишини кўрсатди! Шунинг учун ҳам коме-
танинг ядро қисмидан бошқа ҳамма участкалари орти-
дан, ҳатто жуда хира юлдузлар ҳам бемалол кўрина-
веради. Кометаларнинг ядросигина қаттиқ ҳолатда бў-
либ, комета массасининг асосий қисми ҳам шу ядрога
муҳасамлашган бўлади.

Кометанинг бош ва дум қисмини ташкил этган газ
асосан қандай молекуляр бирикмалардан ташкил топ-
ганлиги ҳамда бу молекуляр бирикмаларни кометанинг
товланишида қандай роли борлиги масаласи астро-
номларни қадимдан қизиқтириб келарди. Кометанинг
товланиши фақат Қуёш нурларини оддий қайтариш
ҳисобигагина бўлса эди, у ҳолда унинг равшанлиги,
Қуёшдан узоқлигининг квадратига тескари пропорцио-
нал катталиқда ўзгариши лозим эди. Бироқ гап шун-
даки, «думли юлдуз»нинг равшанлиги Қуёшга яқин-
лашган сайин унгача оралиқнинг квадратига эмас,
балки учинчи ёки тўртинчи даражасига тескари про-
порционал равишда ўзгаради. Бинобарин, бу коме-
танинг нурланишида унинг зарраларидан Қуёш нурлари-
нинг оддий қайтишидан ташқари, газ молекулалари-
нинг Қуёш нурлари таъсирида совуқ нурланишдан
ҳам дарак беради.

Бельгиялик астроном Свингснинг маълум қилишича,
кометанинг бир қисм газ молекулалари Қуёшнинг маълум
тўлқин узунлигидаги нурланишини ютиб, яна шу
тўлқин узунлигида нурланади (физиклар бундай нур-
ланишни резонанс нурланиш деб юритадилар). Газ мо-
лекулаларининг бошқа бир қисми эса Қуёшнинг ульт-
рафиолет диапазонидаги нурланишини ютиб, кўзга кў-
ринадиган диапазонларда нурланади (бундай нурла-
ниш эса флуоресценция деб аталади). Кейинги йиллар-
нинг спектрал тадқиқотлари комета товланишининг
илмий асосга эга эканлигини борган сайин кўпроқ тас-
диқламоқда. Спектрал тадқиқотлар кометанинг боши
углерод молекулаларидан (C_2), циандан (CN), углево-
дороддан (CH) ташкил топганини маълум қилди. Шу-
нингдек, яқинда унинг таркибида азот гидриди (NH)
ҳам гидроксил (OH) топилди. Комета равшанлигида
айниқса углерод билан циан молекулаларининг совуқ
нурланишлари асосий роль ўйнашлари аниқланди.

Комета Қуёшга жуда яқин келганда, унинг спект-
рида натрий ва темир чизиқларининг пайдо бўлиши,

унинг ядросида юқорида келтирилган молекулалар бирикмаларидан ташқари бу хилдаги металллар ҳам борлигидан дарак беради.

Кометанинг дум қисмига тегишли спектр эса, бу қисмда ионлашган карбонат ангидрид (CO_2), ис газ (CO) ва азот молекулалари (N_2) борлигини маълум қилади.

4- §. Кометалар Ер билан тўқнашадими?

Кометалар перигелийга келаётиб ёки ундан ўтаётиб бошқа планеталар таъсир сферасига кириши ва улар билан жумладан Ер билан тўқнашишининг эҳтимоли қандай? Борди-ю тўқнашса, асосан заҳарли газлардан ташкил топган унинг бош ёки дум қисми планета атмосферасини булғамасмикан, хусусан Ер атмосферасининг бундай заҳарли газлар билан «ифлосланиши» ундаги ҳаётга ҳалокатли таъсир этмасмикан?— деган табиий саволлар туғилади.

Дарҳақиқат, охириги асрларда кометаларнинг «худо қаҳрининг элчилари» борасидаги сирлари очилиб, унинг осмонда кўриниши, кишиларда ортиқча ваҳима туғдирмай қўйди. Бироқ уларнинг ҳисобланган орбиталаридан уларнинг бир қанчалари Ер орбитаси яқинидан ўтишлари маълум бўлгач, кишилар бошқа бир нарсадан— уларнинг айримлари Ер билан тўқнашиб кетмасмикан деган хавфдан қўрқа бошладилар. Олимлар бундай тўқнашувнинг эҳтимолини ҳисоблаб чиқдилар. Бундай ҳисоб-китобнинг маълум қилишича, Қуёшдан ўртача узоқлиги бир астрономик бирликка тенг бўлган масофагача келган 400 миллион кометадан фақат биттасининггина ядроси Ер билан тўқнашиши мумкин экан. Йилига Қуёшдан бундай масофада ўртача 5 та «думли юлдуз» ўтишини эътиборга олсак, у ҳолда комета ядросининг Ер билан ўртача тўқнашуви ҳар 80 миллион йилда биттага тўғри келиши маълум бўлади! Бу деган сўз, 80 миллион оқ рангли шарлар ичидаги битта қора шарни ҳар йили биттадан шар кўтарганда чиқишининг эҳтимоли қандай бўлса, Ернинг комета ядроси билан учрашишининг эҳтимоли ҳам шунча деган сўз бўлади. Бундай тўқнашув, эҳтимоли кам бўлишига қарамасдан бундай ҳодиса рўй берса, Ер учун талафотнинг кучи қай даражада бўларди?— деган савол туғилади. Маълумки, комета ядросининг массаси

Ерники билан солиштирганда, ҳисобга олмаслик даражада кам чиқади. Совет олими Б. Воронцов — Вельяминовнинг ҳисобига кўра, комета ядроси гарчи фақат тошдан ташкил топган бўлсаям, бундай ядрога тош жуда катта бўлмаган айрим бўлақлардан иборат бўлмоғи лозим. Бундай бўлақлар Ерга тўшаётиб сочилиб кетади ва Ерга бир-бирдан ўнлаб километрли оралиқларда тушади. Яна шуни ҳам қайд қилиш керакки, Ер атмосферасининг қаршилигига учраган бундай тошларнинг тезлиги ҳам кескин камаяди ва натижада уларнинг Ерга урилиш кучи ҳам, мос равишда, камаяди. Бундай урилиш туфайли енгил ер қимирлаши ва атиги бир неча километрли майдондаги қурилишлар вайронага айланиши мумкин.

Бироқ, кометанинг боши ва думи, эслатилганидек, улкан катталикларга эга бўлганидан «думли юлдуз»нинг бу сийрак газ қисмлари билан Ернинг тўқнашишининг эҳтимоли нисбатан катта бўлади. Лекин шуни айтиш керакки, кометанинг бош ва дум қисми жуда кам зичликка эга бўлганлиги туфайли тўқнашув, Ернинг ҳаракатига ҳеч таъсир қила олмаслиги анча илгари аниқ бўлган эди. Кишиларнинг бундай тўқнашувни оқибати — ер атмосферасининг заҳарли газлар билан «ифлосланиши» мумкинлиги қадимдан ташвишга солади.

Бахтимизга ҳисоб-китоблар, кометанинг сийрак бош қисми ёки думи Ер билан «тўқнашганда» уни булғай олмаслигини кўрсатади. Маълум бўлишича, бир соатгина давом эта олиши мумкин бўлган бундай тўқнашиш туфайли кометанинг ўта сийрак газли Ер атмосферасининг фақат энг юқори қатламлари билангина аралаша олар экан, холос. Ер атмосферасининг остки қатламларига эса, бундай заҳарли газ молекулалари бир неча йиллар давомидагина туша олиши (агар бу газ молекулаларининг ҳаво молекулалари билан тўқнашиши ва химик реакциялардан омон қолади деб қаралса) мумкин экан.

Ҳисоблашлар 1861 йилда очилган «1861 II» кометанинг думини Ер кесиб ўтганлигини кўрсатди. 1910 йилнинг 19 майида эса Галлей кометаси Ердан 24 миллион километр нарида планетамиз билан Қуёш оралиғида бўлиб, унинг думининг узунлиги 30 миллион километрли ташкил этди. Худди шу кунни Ер мазкур комета думининг орасидан ўтди. Бироқ жуда аниқ иш-

лайдиган асбоблар ёрдамида ўтказилган химик анализлар ҳам ҳавонинг таркибида бегона газ молекулаларини топа олмади. Бундан кўринадики, Ернинг комета думи билан «тўқнашуви», Ер атмосферасини сезиларли «ифлослантиролмас» экан.

5- §. «Думли юлдузлар»нинг ўлими ва метеор «ёмғирлари»

Кометалар Қуёш системасининг бошқа осмон жисмларидан фарқ қилиб парчаланадилар. Комета ҳар дафъа Қуёш яқинидан ўтаётиб, ядросига тегишли бир қисм газни йўқотади. Бу газларнинг зонаси чегараланганлигини эътиборга олсак, маълум даврдан сўнг «думли юлдузлар» бошсиз ва думсиз қолишларини тушуниш қийин бўлмайди. Перигелийдан ўтаётган кометанинг думсиз ва комасиз бўлиши унинг «қарилғи» дан дарак беради. Маълум комета қанча вақтдан сўнг ўз ядросидаги газни сарфлаб бўлишини ҳисоблаш мумкин бўлиб, худди шу хилдаги ҳисоблашни Рус олими С. В. Орлов Галлей кометаси учун бажарди. Унинг ҳисоблашларига кўра, бу комета Қуёш атрофида 330 марта айлангандан сўнг яна қарийб 25 минг йилдан сўнг газ запасларидан ажралажagini кўрсатди.

Астроном С. К. Всехсвятский ўз тадқиқотлари асосида, даврий комета ҳар дафъа Қуёш яқинидан янгидан ўтаётганда унинг равшанлигининг камайишини аниқлади. Бундай факт ҳам, нисбатан қисқа вақт ичида кометанинг газ запаси камайиб кетишидан дарак беради. Аслида комета газ запасидан ажралгандан кейин ҳам чангли дум ҳосил қилиб «сочли» деган номни анчага оқлаб юради. Кометанинг бутунлай парчланиб кўздан йўқолиши, бошқа бир жараённинг — механик парчланишнинг оқибатида бўлади. Механик парчланиш, Қуёш яқинидан ўтаётган жуда кўп кометаларда кузатилган. Хусусан, 1946 йилда кузатилган Биэла кометаси Қуёш яқинидан ўтаётиб икки бўлакка ажралган. Навбатдаги 1857 йили кўринишида, бу бўлакларнинг бири иккинчисидан икки миллион километрга узоқлашган ва шундан кейин то шу пайтгача, ҳар қандай уринишларга қарамасдан, бу комета ҳеч ким томонидан кузатилмаган. 1872 йили бу кометанинг Ерга жуда яқин оралиқда ўтиш пайтида, комета ўрнига кучли «метеор ёмғири» кузатилган.

Тарихда кометалар ядросининг парчаланиши жуда кўп марта кузатилган. 1860 йилнинг февралда «1860 I» кометаси иккига парчалангани кузатилди. «1889 V» деб номланган кометанинг ядроси эса перигелийдан ўтишига икки ой қолганда беш қисмга парчаланиб, шулардан учтаси кома ва думли бўлган. «1882 II» кометаси перигелийдан ўтиш пайтида ҳамманинг кўз олдида бир неча бўлакка парчаланиб кетган.

Комета ядролари парчаланишларининг сабабларидан бири уларнинг метеоритлар билан тўқнашишидан деб қаралади. 1837 йили Бослер ва Рур, 1846 йили Биэланинг парчаланишига сабаб, унинг анча йирик метеор жисмларни ўз ичига олган Леонид деб номланган (Асад юлдуз туркумига проекцияланади) метеор оқими билан учрашишидан эканлигини исботлашди. Лекин бу ҳол барча парчаланувчи кометаларнинг сабабчиси «метеор ёмғири» дейишга тўла асос бўла олмайди.

1950 йили Д. Д. Дубяго парчаланган комета ядроларининг метеор оқимларининг вужудга келишидаги ролини чуқур ўрганиб чиқди. Унинг ҳисоб-китобининг кўрсатишича, комета ядросини ташлаб қочган метеор зарраларининг булути, Қуёш берадиган кўтарилиш кучи таъсирида чўзилиб ҳам кенгая боради ва бир неча минг йиллардан сўнг метеор оқими, комета орбитаси бўйлаб бир текис тақсимланиб қолади. Парчаланган кометаларнинг қолдиқлари келгусида метеор оқимларини туғдириш фактларида яхши тасдиқланади. Бунинг учун парчаланган комета орбитаси ва йиллик давр билан кузатиладиган метеор оқимларини солиштириш кифоя. Шундай солиштириш натижасида ҳар йили август ойида кучаядиган «метеор ёмғири» (Персеид метеор оқими) «1862 III» деб номланган парчаланган комета ядросининг заррачалари эканлиги аниқланди. Машҳур Галлей кометаси ҳам иккита — Орионид ва май ойида кузатиладиган Акварид юлдуз туркумларида метеор оқимларини вужудга келтирди. Шу хилдаги «метеор ёмғири»дан ўнга яқини фанга маълум.

Кометалар қаерда туғилади? Бу савол кометалар масаласида ҳали тўла ечилмаган, жумбоқларга бой саволлардан ҳисобланади. Биринчи бўлиб бундай саволга жавоб беришга Лаплас ҳаракат қилди. У ўзининг «Олам системасининг баёни» асарида кометалар, «...туманликларнинг ташкил этган моддалардан вужуд-

га келиб, Қуёш системасига ташқаридан келади» деб ёзган эди.

1929/30 йилларда рус олими С. К. Всехсвятский қисқа даврли кометаларнинг ҳар навбатдаги кўри-нишларида равшанликларининг ўзгариши асосида улар-нинг ёши бир неча ўнлаб йилдан бир неча юзлаб йил-гача бўлиши мумкинлигини аниқлади. Бу далиллар эса ўз навбатида, қисқа даврли кометалар Юпитер системасининг чегарасида туғилишидан дарак беради. Натижада ўз тадқиқотлари асосида С. Всехсвятский қисқа даврли кометалар, Юпитер ёки унинг йўлдош-ларидан улоқтирилган материядан ташкил топади де-ган гипотезани ўртага ташлади. Худди шу хилдаги назария, ўтган асрнинг 80-йилларида инглиз астроно-ми Р. Проктор, асримизнинг бошларида эса бошқа бир инглиз олими А. Қроммелин томонидан илгари сурил-гани билан қизиқ. Бироқ, деярли параболик орбитага эга бўлган узун даврли кометаларнинг пайдо бўлишини бундай гипотеза асосида тушунтириб бўлмаслиги, улар Қуёш системасига ташқаридан келганлиги ҳақидаги гипотезани қабул қилишни тақозо қилади.

Голланд астрономи Я. Оорт яқинда ўтказилган ўз тадқиқотлари асосида кометаларнинг манбаи Қуёш системасини ўровчи ва чегараси Қуёшдан қарийб 20 минг астрономик бирликка қадар ётувчи улкан ҳажмли комета булутларидир, деган хулосага келди. Кўпчилик «думли юлдузлар»нинг орбиталари перигелийларининг Қуёшдан ва Ердан жуда узоқдаликлари туфайли кўриб бўлмайди. Бундай ўта узун даврли кометалар доимо музлаган ҳолатда бўлганликларидан ўз газларини планеталараро бўшлиққа деярли сарфламайдилар ва шунинг учун ҳам миллиардлаб йиллар яшашлари мумкин. Бироқ, яқин жойлашган юлдузлар ва Қуёш системаси планеталарининг таъсирида бундай комета-лар, перигелийи кичик масофали орбиталарда ҳара-катланадиган бўлиб қолишлари мумкин. «Думли юл-дузлар»нинг айримлари эса, бундай таъсир оқибатида, Қуёш системасини бутунлай ташлаб кетадиган бош-қа — параболик орбиталарга ўтиб кетишлари ҳам мум-кинлигини ҳисоблашлар кўрсатади.

6- §. Самонинг «Дайди тошлари»

Тунда чиройли из қолдириб «учган юлдуз»ларни ким кўрмаган дейсиз? Бироқ, бу «учар юлдузлар»нинг юлдуз-

ларга ҳеч алоқаси йўқлигини ҳар ким ҳам билмаса керак. Аслида «учар юлдузлар» — осмоннинг «дайдн» тош — заррачалари бўлиб, (катталиклари миллиметрнинг улушларида, массалари эса миллиграммларда ўлчанади), Ерга яқинлашгач улар сайёрамиз атмосферасига секундига қарийб ўн километрдан 70—80 километргача тезлик билан киради. Шубҳасиз, бундай катта тезликдаги тош — заррачаси атмосфера молекулалари билан ишқаланиб чўғланади ва учиш давомида жуда тез емирилади. Фанда метеорлар деб юритилувчи «учар юлдузлар» йўлининг узунлиги, бу осмон жисмларининг катталиклари билан боғлиқ бўлиши ўз-ўзидан тушунарли. Бироқ, «дайдн» тошлар анча катта бўлиб, ер атмосфераси қатлампидан ўтаётганда ёниб улгурмасачи, унда нима бўлади?

У ҳолда бу осмон жисмларининг ерга урилиши кузатилади ва улар метеоритлар деган янги ном билан аталади. Метеоритлар асосан тошдан, темирдан, тош-темирдан, ҳамда... муздан иборат бўлади. Ҳа, янглишмадик, қисман музли метеоритлар ҳам Ерга тушиб туради.

Тарихда кишилар бир неча бор осмон жисмларининг Ерга «ташриф» буюрган «вакили» муздан иборат бўлганини кўришган. Худди шундай ҳодисадан бири яқинда Киев вилоятида кузатилди: 1970 йилнинг 8 майида Яготина шаҳрида булутсиз очиқ ҳаводан каттагина муз парчаси ерга урилиб, бир неча бўлакчаларга парчаланиб кетди. Бўлакларнинг умумий оғирлиги 15 килограммга етди.

Буюк Карл замонасининг қўлёмаларидан бирида осмондан катталиги сая кам уйдек келадиган муз парчаси тушганлиги ҳақида ёзилади. Шарқ қўлёмаларида эса, осмондан тушган бошқа бир муз парчаси филдек катталиқда бўлганлиги айтилади. 1843 йилда булутсиз Франция осмонидан тегирмон тошидек муз парчаси тушганини кишилар ўз кўзлари билан кўришган. Бундай муз парчасини болта билан майдалашгандан кейин уч сутка давомида эриган.

1908 йили Сибирь тайгасига «меҳмон» бўлган бошқа бир осмон жисмининг нимадан иборат бўлганлигини аниқлаш, олимлар орасида ўн йиллаб чўзилган тортишувга сабаб бўлиб, ҳозиргача ҳам сирлигини сақламоқда.

Сибир «меҳмони», Подкаменная Тунгусга дарёси-

нинг ўнг қирғоғида жойлашган Вановаре қишлоғидан юз километрча шимолий-ғарбга эрталаб, Қуёш бир оз кўтарилганда «ташриф» буюрди.

Ерни кучли ларзага солиб планетамизга «қадам-ранжида» қилган бу осмон жисми кейинчалик Тунгус метеорити номи билан фанда кенг танилди.

Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, планетамизга йилига 500 дан ортиқ бундай тошлар «ташриф» буюрадилар. Бироқ, Ер юзининг қарийб 70 проценти сув билан қопланганлигини эътиборга олсак, бу тошлардан 350 га яқини денгиз ва океан тубларидан жой олиб, изсиз йўқолишлари маълум бўлади. Қолган қуруқликка тушадиган 150 тошнинг ҳаммаси ҳам аҳоли яшайдиган жойлар атрофига тушавермайди албатта, шунинг учун осмон «меҳмонлари»ни кўриш ҳар кимга ҳам nasib бўлавермайди.

Бошқа бир осмон тоши Сихоте-Алинск метеоритининг тушишининг гувоҳи — Узоқ Шарқдаги Иман шаҳарчасида истиқомат қилувчи rassom Медведев бўлди. 1947 йилнинг 12 февраль куни тонг шафақи фонида қалин қиров билан қопланган дарахтлар ортидан кўринаётган Сихоте-Алинск тоғ-тизмаларини чиройли силуэти rassomни илҳомини кўзғатди. Медведев бу ажойиб манзарани полотнода акс эттириш мақсадида мўйқаламини қўлга олди. Шу пайт бирдан осмонда кўзни қамаштирадиган даражада ёруғ, турли хил рангда товланувчи думи билан олов шар кўринди. Олов шар, орқасидан бурқсиган тутундан из қолдириб ва турли томонларга учқунлар сочиб, катта тезлик билан горизонт томонга учди. Олов шар горизонтдан йўқолгандан сўнг у томондан жуда кучли портлаш товуши эшитилди. Кейинги йилларда бу темир метеоритни ўрганиш юзасидан уюштирилган илмий экспедициялар, бу «осмон меҳмони» ер сиртига тушишдан олдинроқ ҳавода парчаланганини ва унинг парчаларидан ҳосил бўлган воронкалар бир неча квадрат километрли майдонни эгаллаганини аниқлашди. Ҳосил бўлган воронкаларнинг диаметри 60 сантиметрдан 28 метргача бўлиб, улардан топилган метеорит бўлақларининг оғирлиги 1 килограммдан 70 килограммгачани ташкил қилди. Ҳисоблашлар метеорит бўлақларининг умумий оғирлиги 100 тоннадан кам эмаслигини кўрсатди!

Осмон тошлари Ерга тушиб туриши жуда қадимдан кузатилишига қарамай, XVIII асрга қадар дунё олим-

лари табиатнинг бундай одатдан ташқари ҳодисасига ишончсизлик билан қараб келдилар. 1785 йил осмондан тушган тошни гувоҳлари Австриянинг машҳур олимларидан бирига бу тўғрида гапирганларида у жеркиб: «Бизни замонимизда бундай эртақларга ишониш кечириб бўлмайдиган ҳол бўлур эди»— дейди.

1790 йил Францияга йирик осмон тоши тушди. Бу ҳол бургомистр (маҳаллий ҳоким) раҳбарлигида маҳаллий халқ томонидан ҳужжатлаштирилиб Париж Фанлар академиясига юборилади. Олим-академиклар бу ҳужжатлар билан танишиб, шундай қарорга келишади: «Минг афсуски бутун бошлиқ муниципалитет нафақат физика тушунтиришга ожиз, умуман ақлга сиғмайдиган ҳодисани ҳақиқат деб ҳисоблаб, халқ эртагини ҳужжатлаштириб ўтирибди».

Биринчи бўлиб осмондан тош тушиши мумкинлигини Петербург Фанлар академиясининг мухбир аъзоси Э. Ф. Хладний ўзининг 1794 йилда босилиб чиққан «Паллас томонидан топилган темир бўлагининг келиб чиқиши ва у билан боғлиқ табиат ҳодисалари ҳақида» асарида илмий асослади. 1772 йили машҳур рус академиги Паллас Сибир бўйлаб саёҳати пайтида Красноярскда маҳаллий аҳоли томонидан унга кўрсатилган илоҳийлаштирилган ярим тонналик темир унинг эътиборини ўзига жалб этди. Маҳаллий аҳоли олимга, бу темир 1740 йили Медведевка қишлоғининг темирчиси томонидан мўртлиги туфайли фойдалана олмаган ва қадимда осмондан тушганлиги ҳақида маълумотлар берди. Паллас темирни Петербургдаги кунсткамера (ажойиботлар музейи, ҳозирги антрополия ва этнография музейига) келтиришни Петербург Фанлар академиясидан илтимос қилади. Узоқ «саёҳатдан» сўнг осмон тоши кунсткамерадан жой олади. Кейинчалик «Паллас темири» номи билан машҳур бўлган бу темирни олим Э. Ф. Хладний ҳар томонлама текшириб, у «осмон меҳмони» эканлигига тўла ишонч ҳосил қилади ва юқорида эслатилган илмий асарни ёзиш билан метеоритикага биринчи бўлиб асос солди.

Осмон тошларининг ерга тушиши жуда қадимдан кузатилган бўлиб, бу тошлар худонинг ерлиларга инъоми деб қаралар ва муқаддас ҳисобланарди. Қадимий қўлёзмалар ичида Мисрга, Сирияга, Италияга ва Хитойга осмон тошлари тушганини баён қилувчи кўплаб материаллар учрайди. Мисрда фаръавн Хеф-

реннинг гўри устига қурилган пирамида яқинида яхлит қоядан тарошланган Сфинкс ҳайкали жойлашган. Бу афсонавий маҳлуқнинг (калласи одам калласидан бўлиб, танаси ҳайвонники) боши шу қадар каттаки, қадимда қоҳинлар унинг устидан туриб осмон жисмларини кузатишган. Бошнинг ичига эса, турли хил катталикдаги ўнлаб осмон тошлари — метеоритлар тилсим қилинганлиги ҳам қадим қўлёзмаларидан аниқланди.

Бошқа бир — бизга етиб келган тарихий асар, эрамиздан олдин VII асрда ўтган Рим саркардаси Нума Помпилиянинг қалқони осмон темирдан қилинганлигини хабар қилади. Рим астрологлари кўкдан тушган метеоритга ишора қилиб, бу темирдан ясалган қалқон эгаси бутун дунёни ола олади деб «башорат» қиладилар. Бунга ишонган саркарда «илоҳий» темирдан ўзига қалқон ясаттирибди.

Осмон тошлари айрим ҳолларда қонли натижаларга ҳам олиб келган. Эрамизнинг III асрида Хитойга тушган метеорит кам учрайдиган темир-никелли бўлиб, бу қотишма кристаллари унинг сиртида ажойиб жим-жимадор «кашта» ҳосил қилган эди. Қадим хитойликлар бу «каштани» сирли ёзув деб тушундилар. Маҳаллий аҳолидан кимдир бу «кашта»даги ёзув жоҳил подшо Тиш-Гоанг-тининг яқинида ўлимини башорат қилади деган гап тарқатди. Гап подшо қулоғига етгач, ғазабланган Тиш-Гоанг-ти тошни кукунга айлантиришни ва тош тушган жой аҳолисини битта қўймай қиличдан ўтказишга фармон беради.

Само «меҳмон»ларидан бири 1514 йили Германияга тушган тош бўлиб, у тушган жойи яқинида жойлашган черковга ўрнатилган ва қайта «осмонга учиб кетмаслиги» учун темир занжирлар билан боғлаб қўйилган. Бу черков ҳам художўйлар учун муқаддас қадам жога айланган.

Ерга «меҳмон» бўлиб келадиган бу тошларнинг ўзлари қаерлик, «манзилгоҳлари» қанақа? деган савол туғилади. Осмонда турли катталикка эга бўлган бу хил тошлар минг-минглаб топилган бўлиб, улар ҳам планеталар каби асосан Қуёшнинг атрофида айланади. Уларнинг ичида турли орбиталилари билан бирга, орбиталари ягона бўлганлари ҳам кўплаб учрайди. Хусусан парчаланган комета («думли юлдуз») орбитасида минглаб турли катталиклардаги осмон жисмлари учрайди. Орбитаси бўйлаб ҳаракатланаётган бундай майда

жисмлар Ер яқинидан ўтаётиб, унинг кучли таъсирига бериладилар ва ўз «йўллари»ни планетамиз томон буришга мажбур бўладилар. Ер атмосферасига бундай «дайди» тошчалар (планетамизнинг орбитаси бўйлаб ҳаракат йўналишига нисбатан қайси томонга келишига кўра) секундига 12 километрдан 70 километргача тезлик билан кирадилар. Бундай катта тезлик билан атмосферада ҳаракатланаётган осмон «меҳмони», ишқаланиш туфайли қаттиқ қизиб чўғланади ва сирти ҳаво молекулаларига урилиши туфайли тез емирилади (бу ҳодиса фанда абляция деб аталади), натижада кўплаб осмон тошчалари ер сиртига тушиб улгурмаёқ емирилиб тугайди. Ҳавода чўғланиб емирилиши давомида ёруғ из қолдириб сўнадиган бу тошлар фанда метеорлар («метеор» — атмосфера ҳодисаси демакдир) деб юритилади. Дастлаб, бу ҳодисани осмон кузатувчилари юлдузларни учишидан деб тушунганликлари туфайли уларга «учар юлдузлар» деб ном беришган. Аслида қоронғу тунда чиройли из қолдириб учадиган бу тошлар юлдузлар билан ҳеч қандай умумийликка эга эмас. Осмон тоши ер атмосферасидан ўтишда ёниб улгурмай, «эсон омон» ер сиртига етиб келса, уни янги — метеорит деган ном билан атайдилар.

Метеорит Ерга урилганда унинг тезлигига боғлиқ равишда турли катталиқдаги ўралар ҳосил қилади. Уранинг чуқурлиги, урилиш жойининг юмшоқлигига ҳам боғлиқ, албатта. 1871 йил 10 декабрида Бандунга (Ява) яқинидаги шоли майдонига тушган метеоритнинг оғирлиги 8 килограмм бўлиб, ерга 1 метргача кириб кетган. 1910 йилнинг 12 июлида Сант-Михель (Финландия) яқинига тушган осмон тошининг оғирлиги эса, 10 килограмм бўлиб ярим метр чуқурликдаги ўрани ҳосил қилган. 1948 йили Нортон (Канзас штати) шаҳри яқинидаги маккажўхори майдонига тушган осмон жисмлари «вакили»нинг оғирлиги бир тоннага яқин бўлиб ҳосил қилган ўрасининг чуқурлиги уч метрга этди.

Гарчи метеоритлар ер атмосферасига секундига ўнлаб километр тезликка эга ҳолда кирсаларда, ҳавонинг катта қаршилиги, уларни тезда «ҳовуридан туширади». Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, ерга урилиш пайтида уларнинг ўртача тезлиги секундига 200—300 метрни ташкил қилади. К. П. Станюкович, тезлиги секундига 4 километргача бўлган тошларнинг ерга

урилиши портлаш билан тугагини илмий асослади. Портлаган метеорит уриш жойида кратер (ҳавза) ҳосил қилиб, унинг парчалари, бир неча километргача отилиб кетади. Тезлиги секундига 4 километрдан ортиқ бўлган осмон тошининг Ерга урилишидан ажралган энергия, ҳар қандай шундай массали портловчи моддадан ажралган (портлаш пайтида) энергиясидан бир неча марта ортиқ бўлади. Бундай катта тезлик билан урилувчи метеорит энергиясининг бир қисми уни тўла буғлатиб юборишга сарф бўлса, қолган қисми кратер ҳосил қилиш ва тупроқни иситишга кетади. Бундай катта тезликка эришувчи метеоритнинг массаси жуда катта (тахминан 100 тонна) бўлиши ҳисоблашлардан маълум. Шунинг учун ҳам массаси 100 тоннадан ортиқ осмон «меҳмон» ларини ерда топиб бўлмайди, улар «автограф» сифатида Ерда улкан кратерларгина қолдирадilar. Метеорит ҳосил қилган бундай йирик кратерлардан бири Аризон штатида (АҚШ) топилган бўлиб, унинг диаметри 1300 метрга, чуқурлиги эса 175 метрга етади. Бу кратер метеорит тушгандан бир неча минг йил кейин топилиши диққатга сазовордир.

1891 йили бир группа америка олимлари Аризон штати бўйлаб сафарга чиқишди ва саҳро ўртасида жуда катта воронкага дуч келишди. Воронка атрофида 10 километргача масофага улоқтирилган қоя тошларининг топилиши, воронка тупроғи бир қисмини эзиб кукунга айлантирилганини ва бошқа бир қисмини эритиб қотишмага айлантирилгани олимлар томонидан кратер портлаш туфайли вужудга келган деган хулосани туғилишига асос бўлди. Олимлар ҳалокат рўй берган бу жойдан кўп узоқда бўлмаган жойда истиқомат қилган қадимда машҳур ҳинд қабилалари авлодларидан суриштириб, кратер атрофи зонасини Алвасти дараси дейилишини ва афсоналарга кўра «у ерга бир вақтлар худо ўз олов аравасида тушганини» аниқладилар. Шундан сўнг олимлар кратер — осмон тошининг «иши» деган гумон билан унинг атрофини қидиришди. Натижада кратердан ва ҳатто ундан ўнлаб километргача масофада метеорит бўлақларини топишди. Минглаб топилган метеорит парчаларининг умумий оғирлиги 20 тоннадан ортиқ чиқди! 1927 йили америкалик инженер Баррингер метеоритнинг асосий массасини қидириш мақсадида кратер тубини бир неча юз метр кавлаб, унинг асосий массаси 420 метрча чамаси чуқурликда

ётади деб тахмин қилади. Текширишлар, Аризон штати метеоритининг «ёши» 6000 йилдан кам эмаслигини маълум қилди.

Бундай йирик метеорит ҳосил қилган кратерлардан яна бири Техас штатида топилди; унинг диаметри 162 метр бўлиб, чуқурлиги 5 метрни ташкил қилади. Кратер ва унинг атрофи майдонидан қарийб бир ярим минг темир метеорит парчалари топилган.

1931 йили Австралиянинг Хенбери чўлида метеор «ёмғири»дан ҳосил бўлган 13 кратер топилди. Улардан энг каттасининг диаметри 165 метр бўлиб, чуқурлиги 15 метрга етади. Кратерлар группаси майдонидан қарийб бир ярим минг метеорит бўлақларининг топилиши ва маҳаллий аҳоли орасида тарқалган «қоя ортида ёниб тушган Қуёш» афсонаси, бу кратерлар осмон тошлари «бомбардировка»сининг оқибати эканлигидан дарак беради. Топилган тошларнинг оғирлиги бир неча килограммдан ярим тоннагача келади.

Табиатнинг бундай ажойиб ҳодисаларида «бош роль» ижрочиси сифатида иштирок этган ўнлаб йирик метеоритлар планетамизнинг турли бурчакларида музей экспонатлари қаторидан ўрин олган. Чихуахуада (Мексика) топилган Морита деб номланган тўғри конус шаклидаги метеоритнинг оғирлиги 11 тонна бўлиб, ҳозир Мехикода сақланади. Аргентинанинг Кампо-дель-Сьело («Юлдузли майдон») майдонида топилган осмон «вакили»нинг оғирлиги 13 тоннани, Американинг табииёт тарихи музейида сақланаётган 1902 йили Орегон ўрмонларидан топилган Вилламетте темир метеоритининг оғирлиги 14 тоннани ташкил қилади. Синьцзян (Хитой) вилоятининг Арманти шаҳарчаси яқинига тушган метеоритнинг оғирлиги 20 тонна, Танганикага тушган Мбози исмли бошқа метеоритнинг бўйи 4 метр чамаси бўлиб, эни ва қалинлиги 120 сантиметрдан, оғирлиги эса 25 тонна. Мексиканинг Синапоа штатига тушган осмон тоши ҳам бошқаларидан қолишмайди. Унинг бўйи роса 4 метрни, эни қарийб 2 метрни, қалинлиги эса 1 метру 60 сантиметрни ташкил қилиб, оғирлиги 27 тоннадир. Фарбий Гренландияга тушган метеорит Ерга урилганда парчаланиб кетди. 1897 йили Нью-Йоркка келтирилган ва Кейи-Йорк деб юритиладиган бу метеорит учта катта бўлақларининг оғирлиги 30 тонна («Палатка»), 3 тонна («Аёл») ва 408 килограмм («Ит»)ни ташкил қилади.

Планетамизда топилган яхлит метеоритлар ичида энг йириги жануби-ғарбий Африкага «қадамранжида» қилган бўлиб, бу темир метеоритнинг бўйи ва эни қарийб 3 метрдан, эни эса бир метрдан ортиқ. Бу гигант темир «меҳмон»нинг оғирлиги 60 тонна! Олим С. Гордонинг аниқлашича метеорит ер атмосферасига киришдан олдин 100 тоннани ташкил қилади.

Юқорида эслатилганидек метеоритларнинг аҳоли яшайдиган пунктларга тушиш эҳтимоли жуда кам. Одамларга тушишининг хавфи эса деярли йўқ, бироқ шунга қарамай, тарихда осмон «меҳмонлари»нинг кишилар уйига «ташриф буюрган» ҳоллари ҳам кузатилган, 1954 йилнинг 30 ноябрида Алабама штатининг (АҚШ) Силагоки шаҳарчасида истиқомат қилувчи Е. Ходжес эрталабки нонуштадан сўнг диванда ястанди. Шу пайт оғирлиги 4 килограмм чамаси келадиган метеорит том тепасини тешиб, приёмникни мажақлайди. Ходжес гап нимадалигини сезиб улгурмасданоқ, приёмникдан қайтган тош бўлаги унинг белига урилиб, анчагина майиб қилади.

Бутун инсоният тарихида метеоритлардан 15 тасигина кишилар яшайдиган томларга тушганлиги аниқ қайд қилинган. Шундан тўрт ҳолидагина кишилар енгил жароҳатланган ва контузия олганлар, холос.

7-§. Тунгусга тушган «меҳмон»

1908 йилнинг 30 июнь куни тайгадаги Подкаменная Тунгуска дарёси қирғоғида жойлашган кичкина Ваневаре қишлоқчасида Қуёш унча баланд кўтарилиб улгурмаган эди. Шу қишлоқлик деҳқон Семенов эрта тонгдан туриб одатдагича пичан ўриш ишини бошлаб юборди. Соат 7 ларга яқин деҳқон бир оз дам олиш учун ўтириб, энди трубкасини тутатган ҳам эдики, бирдан осмоннинг шимоли-ғарб томонидан кўзни қамаштирувчи ёғду пайдо бўлди. Бир дақиқа ҳам ўтмай, деҳқон ўзини ёнғинда қолиб, уст-боши ёнаётган даражада иссиқни ҳис қилди ва жон-ҳолатда у кўйлагини ечиш учун елкасига қўл узатди. Худди шу пайт кучли портлаш эшитилди ва ларзага келган ер уни бир неча қадам нарига улоқтирди. Деҳқон ўзига келиб, кўзини очса, қулоқни кар қилгудек портлаш товуши ҳалиям авжида бўлиб томлар силкинар, кучли ҳаво тўлқинидан синаётган қишлоқ уйлари ойналарининг товуши атроф-

га яна ҳам ваҳимали тус берар эди. Бир неча минутдан сўнг ҳаммаёқ тинчланди ва ваҳимали ёғду йўналган томонда — тайгадан кучли ёнғиндан дарак берувчи аланганинг «тили» кўкка бўй чўзди. Бу катта фожианинг гувоҳи фақат Ваневаре қишлоғи аҳолиси бўлмай, ундан қарийб 700—800 километр нарида жойлашган қишлоқлар аҳолиси ҳам огоҳ бўлдилар: гулдураш овози уларга ҳам баралла эшитилди. Сибир темир йўл магистрали бўйлаб, фожа рўй берган жойдан 600 километрча узоқда келаётган юк поезда қаттиқ силкинганда, машинист, поезд йўлдан чиқиб кетди деб ўйлаб, жон-жаҳди билан тормозга ёпишди. Сўнг эшелонни гир айланиб, ҳеч нарса бўлмаганига ишонч ҳосил қилгач, ҳайрон бўлиб елкасини қисди-да, яна поездга ўтириб ҳайдаб кетди. Худди шу пайт тайгага осмон меҳмони «ташриф» буюрганини поезднинг силкиниши, у жисм ҳосил қилган ҳаво зарби тўлқинининг оқибати эканлигини машинист кейин билди.

Дастлабки текширишлар натижасиданоқ, тайгага тушган бу осмон жисми, бошқа метеоритлардан жуда катта қувватлилиги билан ажралиб туриши аниқланди. Ҳисоблашлар унинг қуввати, Хиросимада портлаган атом бомбаси қувватидан қарийб 2000 минг марта ортиқлигини тасдиқлади. Метеорит тушган майдонда қучоққа сиғмайдиган дарахтлар деярли бир текис қулатилган эди. Энг қизиғи шундаки, гарчи Л. А. Кулик раҳбарлигидаги экспедиция уруш бошлангунга қадар беш марта уюштирилиб, бир неча йиллар давомида тайгада қолиб, бу ҳодиса синчиклаб текширилса-да, на осмон «вакили»дан бирор парча, на унинг кратери — ҳавзасини топиша олмади. Урушдан кейинги йилларда уюштирилган ўнлаб экспедициялар ҳам тушган осмон жисмини топишга имкон бермади: улар «қуруқ» қайтишди. Натижада бундай ҳол Тунгус метеорити ҳақида ўнлаб гипотезалар туғилишига сабаб бўлди. Тунгус метеорити — «жуда майда планета», «шарсимон яшин», «комета ядроси», «метан булутининг портлаши» ва ҳатто ташқи цивилизациянинг «космик кемаси» бўлган деган қарашлар ҳам гипотеза сифатида тортишувларга сабаб бўлди.

Кейинги йиллар давомида бу ҳодисани чуқур ўрганиш, бу фожа метеорит жисмининг ер атмосферасида кескин тормозланишининг портлашсимон характери туфайли содир бўлган кучли зарбавий тўлқиннинг Ер

билан тўқнашуви эканлигини маълум қилди. Баллистик тенгламаларнинг ечимларидан маълум бўлишича, атмосфера ва осмон жисмининг портлашсимо характердаги тўқнашуви, жисм етарлича катта бошланғич тезликка эга бўлиб, унинг зичлиги атмосфера зичлигига яқин бўлгандагина содир бўлади.

Тунгус метеорити тушган жойда кратернинг йўқлиги, унинг бошланғич энергияси (10^{24} эрг) тормозланиш давомида сочилганлигидан далолат беради. Бундай катта энергиянинг сочилиши натижасида қолдирган унинг тайгадаги «автографи»га қараб, портлаш ер сиртидан 10 км чамаси баландликда бўлган деган хулосага келинди. Бундай баландликда портлашсимо характердаги тормозланишнинг кузатилиши учун, метеорит жисмининг зичлиги ҳар куб сантиметрда ундан бир граммдан кўп бўлмаслиги зарурлигини ҳисоблашлар кўрсатди. Бу ҳол, тайгага тушган осмон «меҳмони», жуда ғовак бўлганлигини маълум қилади. Газодинамика қонунларидан маълумки, агар жисм ер атмосферасида товуш тезлигидан юқори ўзгармас тезлик билан ҳаракатланса, бу жисм олдида зарбавий ҳаво тўлқини содир бўлиб, Ер билан тўқнашганда, у тўлқин тушган жойда катта вайронагарчиликка сабабчи бўлади, энергиянинг катта қисмини ўзида сақлаган жисм эса, тезлиги ва массасига кўра Ерда йирик ҳажмли кратерни ҳосил қилади.

Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, Тунгус «меҳмони» 50—60 километр баландликда зичлиги ҳар куб сантиметрда юздан бир прамм чамаси бўлиб, диаметри бир неча юз метрча келадиган газ булутидан иборат бўлган. Жуда катта баландликларда бундай газ булути, кичик зичликка эга бўлган атмосфера қатламида ҳаракатланганлиги туфайли тормозланиш секин бўлган. Бироқ, атмосферанинг қалин — ер сиртига яқин қатламларига бу газ булутнинг ўтиши билан тормозланиш жараёни ҳам кескин ортиб борган. Газ булутнинг бу хил ностационар тезликка ўтиши, унинг ҳаракат давомида келаётган атрофидаги зарбий тўлқинни илгарилаб кетишига сабаб бўлган. Охири «туғилган» гипотезада, худди шу ёйилган зарбавий тўлқин, тайга фожиасини сабабчиси деб талқин қилинган.

Шундай бўлган ҳам дейлик, унда эслатилган газ булути қаердан пайдо бўлган, деган ўринли савол туғилади. Чунки, мураккаб бўлмаган ҳисоблашлар, бу

хилдаги газ булути космик фазода бир минутдан ортиқ яшай олмаслигини кўрсатди. Тунгус метеорити ҳақида туғилган ва юқорида келтирилган назариянинг автори, таниқли академик Г. И. Петровнинг физика ва астрономия секциясида қилган докладида эълон қилинишича, бу осмон жисми — диаметри 300 метрча келадиган шар формасидаги ғовак «қор уюмидан» иборат бўлган. Олимнинг ҳисоблашича, бундай қор-шар атмосфера қатламига киргач, тез буғланади ва ҳосил бўлган буғ булути тормозланиш туфайли ҳаракат йўналишига тик йўналиш бўйлаб чўзилиб ялпоқланади. Атмосфера зичлигининг ортишига кўра, тормозланишнинг кескин ортиши, ҳаракат давомида бундай буғ булутни кузатаётган зарбавий тўлқиннинг илгариллаб кетишига ва Ер билан тўқнашгунча ёйилиб, катта майдонга урилишига сабаб бўлган. Назариянинг кўрсатишича, бундай урилиш, жуда катта майдонда ўз аксини топса-да, кратер ҳосил қилмайди. Шу жиҳатдан бу назария, тунгус метеорити ҳақидаги ўнлаб мавжуд гипотезалардан жиддий афзалликларга эга деб қаралмоқда.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, бундай гипотеза тунгус фожиасининг «айбдори» — комета ядроси бўлган деган бошқа бир гипотезани йўққа чиқармайди. Чунки тез буғланувчи ғовак қор уюми (шар шаклида) комета ядроси ёки энг камида, унинг ташкилий қисми бўлишининг эҳтимоли ҳам кам эмас.

VI боб. ТАНИШИНГ, ЮЛДУЗЛАР

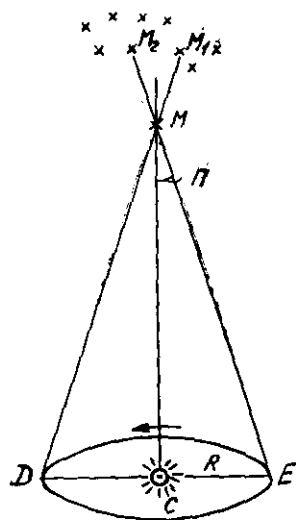
1-§. Юлдузларгача масофа қандай ўлчанади?

Гарчи бир қарашда юлдузлар Ердан бир хил масофада, осмон сфераси дейилувчи сфера сиртида жойлашгандек туюлсада, аслида ундай бўлмай, улар биздан турли масофаларда ётадилар. Бу жиҳатдан юлдузлар, гўё тунда текис даштда кетаётиб, шаҳарга яқинлашаётган кишига шаҳар кўчалари ва биноларини ёритувчи электр лампалари, аслида турлича узоқликда жойлашганликларига қарамай, бир хил масофада ётгандек туюладиган ҳолга ўшаб кетади. Ҳар иккала бу ҳолда ҳам ёриткичлар, қараш чизигига тик бўлган манзара текислигида проекцияланадилар ва оқибатда уларнинг узоқликлари орасидаги фарқ сезилмай қолади.

Тунда самони «безайдиган» юлдузларгача масофаларни аниқлаш усулларини топиш, астрономларнинг қадимий орзулари эди. Ҳатто ўрта асрларнинг ал-Хоразмий, ал-Беруний, Коперник, Тихо Браге, Г. Галилей ва И. Кеплер каби машҳур астрономлари ҳам юлдузларнинг, ҳозир маълум бўлганидек, катта масофаларда ётишларини гумон қилолмадилар. Бундай методнинг кашф этилиши учун бир неча минг йиллар давомида табиат фанларининг, биринчи навбатда математиканинг, узлуксиз ривожланиши зарур эди.

Гарчи XVII ва XVIII асрларда астрономик ҳисоблашлар, Коперникнинг гелиоцентрик системасига таянган Кеплер, Галилей ва Ньютон қонунлари асосида бажарилган бўлса-да, бироқ ҳали Ернинг Қуёш атрофидаги ҳаракатланишининг физик исботлари топилганича йўқ эди. Борди-ю, бундай ҳаракатнинг исботи олдинроқ топилганда эди, у ўз навбатида юлдузларнинг узоқликларини аниқлашга имкон берадиган математик методнинг туғилишига катта йўл очиб берган бўлар эди. Гап шундаки, бундай ҳаракат туфайли, Ер Қуёш атрофида айланганда, кузатувчи ҳар ярим йилда бир-биридан Ер орбитасининг диаметри қадар (яъни қарийб 300 млн. километрли) масофада туриб маълум юлдузни қуриш имконига эга бўларди. Натижада бу юлдуз, ундан узоқдаги юлдузларга нисбатан силжиган ҳолда кўриниб, бундай силжишнинг катталиги, юлдузнинг биздан узоқ-

лигини аниқлашга имкон берарди (29-расм). Расмдан кўринишича, маълум юлдуздан қараганда, Ер орбитаси радиусининг кўриниш бурчаги, бу юлдузнинг биздан узоқлигига боғлиқ бўлади. Одатда бу бурчак юлдузнинг йиллик параллакси деб юритилади. Ер тигиларнинг йиллик параллакс-ларига кўра уларнинг узоқлик-ларини ҳисоблаш мумкинлиги, кўпчилик ўрта аср астроном-ларига, жумладан Коперникка ҳам сир эмас эди. Бироқ юлдузларнинг йиллик параллакс-ларини топиш йўлидаги унинг барча уринишлари натижа бермади. Бу борада амалий астрономиядаги нозик кузатишлари билан донг чиқарган «устаси фаранг», даниялик астроном Тихо Брагенинг хизматлари ҳам бефойда бўлди. Шу сабаб бўлиб, таниқли бу олим Коперникнинг гелиоцентрик системасини қисман рад этди.



29-расм. Юлдузгача масофани аниқлаш усули.

Бундай машҳур олимларнинг олам тузилишининг гелиоцентрик назариясига таянган ҳолда, юлдузларнинг параллактик силжишларини тополмаганликларининг «сири» кейин ошкор бўлди. Маълум бўлишича, Ернинг орбитал диаметри, энг яқин жойлашган юлдузларгача бўлган масофа билан солиштирганда ҳам жуда кичик чиқиб, Ердан Қўшгача бўлган ўртача масофа, Центавр юлдуз туркумидаги бизга энг яқин юлдузгача масофанинг атиги 270 000 дан бир бўлагини ташкил қилар экан! Бошқача айтганда, мазкур юлдуздан қаралганда, қараш чизигига тик Ер орбитасининг радиуси атиги 0,75" ли бурчак остида кўринар экан холос!

Шунинг учун ҳам юлдузларнинг параллактик силжишларини аниқлаш учун астрономик ўлчов асбобларининг аниқлигини Тихо Браге, Кеплерлар замонасидан кейин яна қарийб икки ярим асрча вақт давомида такомиллаштириш зарур бўлди. Бундай фаройиб ҳодисани XIX асрнинг ўрталарига бориб, Пулково обсерваториясининг асосчиси В. Я. Струве очишга муяссар бўлди. Бу ҳодиса-

га кўра Ер, ўз орбитасининг D ва E нуқталарида бўлганда, M юлдуз осмонда мос равишда M_1 ва M_2 нуқталарда кузатилади (расмга қаранг). У ҳолда СМЕ тўғри бурчакли учбурчакнинг M бурчаги ёриткичнинг йиллик параллакси дейилади. Натижада π параллакс ёрдамида M юлдузгача масофа қуйида содда математик ифода ёрдамида осон топилади:

$$l = \frac{R}{\operatorname{tg} \pi} = \frac{R \cdot 206\,265}{\pi},$$

бу ерда R — Ер орбитасининг радиуси, π — йиллик параллакс.

Худди шундай йўл билан 1938 йилда Ленинграддаги Пулково расадхонасининг асосчиси В. Струве Лира юлдуз туркумига тегишли энг ёруғ юлдузгача (Вега) бўлган масофани аниқлади. У Ердан Қуёшгача бўлган масофадан 1 миллион 700 минг марта катта бўлиб, ҳисоблашлар, ёруғлик бу йўлни 26 йилда ўта олишини маълум қилди. Бошқача айтганда, биз тунда Вегани кузатганда, унинг мазкур тундаги «жамоли»ни эмас, балки 26 йил олдинги «портрети»ни кўрар эканмиз.

Узоқликлари аниқланган юлдузлар ичида энг яқини Центавр юлдуз туркумининг энг ёруғ юлдузи (альфаси) бўлиб, биздан 4, 3 ёруғлик йили масофада ётади. Бу юлдуз кейинчалик Проксима деб ном олди. Қуёшдан 16 ёруғлик йили масофали радиус билан чегараланган сфера ичидаги юлдузлар, шартли равишда энг яқин юлдузлар — Қуёшнинг «қўшнилари» деб юритилади. Бундай юлдузларга Вега ва Центаврнинг альфасидан ташқари, Катта Итнинг альфаси — Сириус (8,7 ёруғлик йили), Бургутнинг альфаси — Альтоҳир (16,8 ёруғлик йили), кичик Итнинг альфаси — Прoцион (11,5 ёруғлик йили) каби ёруғ юлдузлар қиради. Ҳозирги кузатишлар, йиллик параллаксларининг қиймати $0,01''$ дан катта бўлган юлдузларгача масофаларни аниқлашга имкон беради. Бундай параллаксга эга бўлган юлдузлар, Қуёш системасидан тахминан 326 ёруғлик йилигача масофада ётади. Мазкур радиус билан чегараланган сфера ичида, юз йил давомида, 6000 га яқин юлдузнинг узоқлиги топилди.

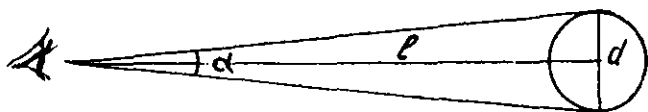
Кейинги йилларда махсус кузатиш методлари ёрдамида, баъзан йиллик параллаксларининг қиймати $0,004 \div 0,005''$ катталиқгача бўлган юлдузларнинг ҳам масофаларини аниқлашнинг имкони туғилди.

Юлдузларнинг спектрлари, узоқликлари 300 ёруғлик

Йилдан бир неча марта ортиқ бўлган юлдузларгача масофаларни аниқлашга имкон беради. Ҳозир спектрал метод асосида узоқликлари топилган юлдузларнинг сони бир неча ўн мингга ташкил қилади.

2- §. Юлдузларнинг ўлчамлари. Қизил гигантлар ва оқ миттилар

Қуёш системасига кирувчи осмон жисмлари (Қуёш, планеталар ва уларнинг йўлдошлари)гача масофалар маълум бўлганда, уларнинг кўринма диаметрларига кўра катталиклари аниқлаш, ўрта мактаб математикаси маълумотига эга бўлган ҳар бир кишининг қўлидан келади. Масалан, Ердан қараганда узоқлиги l бўлган маълум планетанинг d — диаметри α — бурчак остида кўринсин (30- расм), у ҳолда $\text{tg } \alpha/2 = \frac{d}{2l}$ бўлганидан, бу планетанинг диаметри ушбу $d = 2l \cdot \text{tg } \alpha/2$ формула ёрдамида топилади.



30- расм. Сайёралар ўлчамини ҳисоблаш йўли.

Бироқ юлдузларга келганда, бу усул иш бермайди. Гап шундаки, юлдузлар жуда узоқ масофада жойлашганидан, планетамизнинг энг қувватли телескоплари орқали қаралганда ҳам улар нуқтадан катта бўлиб кўринмайди. Бинобарин, гарчи уларгача масофа маълум бўлганда ҳам, диаметрларини маълум бурчак остида кўриб бўлмаслиги туфайли уларнинг катталиклари аниқлашнинг иложи йўқ.

Аmmo бу деган сўз, юлдузларнинг катталиклари аниқлашнинг бутунлай иложи йўқ деган сўз эмас албатта, бунинг учун юлдузлар нурланишининг физик табиатига мурожаат қиламиз. Маълумки, юлдузлар абсолют қора жисмлар каби нурланадилар, шу туфайли бундай нурланишга тегишли барча қонуниятлар юлдузлар учун ҳам ўринли бўлади. Бинобарин маълум юлдузнинг спектри ёрдамида унинг температураси ёрқинлигини аниқлаш мумкин. Топилган бу катталиклар, ўз навбатида, юлдузларнинг тўла нурланиш энергиясини ϵ ҳисоблашга имкон беради.

Шунингдек, назарий физика юлдузнинг ҳар квадрат сантиметри чиқараётган тўла энергияни ҳам ҳисоблашга имкон беради. Юза бирлиги берадиган бундай нурланиш энергиясининг катталиги температурасининг тўртинчи даражасига пропорционал бўлиб, у қуйдаги таърифдаланади ва Стефан — Больцман қонуни деб юритилади: $\epsilon_0 = \sigma T^4$, бу ерда

δ — Стефан — Больцман доимийси бўлиб, $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴)га тенгдир. Энди топилган юлдузнинг тўла нурланиш энергиясини, 1 м² юзаси чиқараётган тўла энергиянинг катталигига бўлсак, у ҳолда юлдузнинг сирти чиқади, яъни $S = \frac{\delta}{\epsilon_0}$ бўлади.

Маълумки, юлдузнинг сирти сферик шаклда бўлади. Шунга кўра у сфера радиуси (яъни юлдуз радиуси) билан қуйидагича боғланишда бўлади: $S = 4\pi R^2$

Демак, $\frac{\delta}{\epsilon_0} = 4\pi R_*^2$, бу ердан юлдузнинг радиуси — R_* :

$$R_* = \sqrt{\frac{\delta}{4\pi\epsilon_0}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\delta}{\pi\epsilon_0}} \text{ ифодадан топилади.}$$

Гарчи назарий топилган бундай усул жуда ишончли бўлса-да, олимлар унинг аниқлигини текшириш йўлини топиш учун кўп йиллар давомида изланишда бўлдилар. Ниҳоят бундай йўл, 1920 йилда топилди. У интерференция ҳодисасига таяниб, махсус интерферометр — телескопларда амалга оширилди ва ҳозирча фақат равшан ва кўринма диаметрлари нисбатан катта юлдузларгагина қўлланилади. Интерферометр-телескоп ёрдамида 1920 йили биринчи марта Орион юлдуз туркумига кирувчи равшан қизил юлдуз — Бетельгейзининг диаметри «ўлчанди». 1953 йил Англияда Сириуснинг, 1963 йили эса Австралияда Веганинг диаметрлари аниқланди. Бу юлдузларнинг топилган диаметрлари, уларни тўла ёрқинликлари ва температураларига кўра аниқланган катталикларига мос келиб назарий методнинг тўғрилигини тасдиқлади.

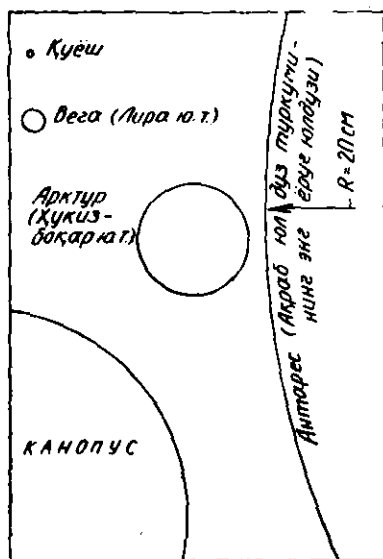
Юлдузларнинг катталикларини юқорида келтирилган усуллар ёрдамида аниқланганда, улар ичида Қуёшдан ўнлаб, юзлаб ҳатто минг ва ундан ортиқ марта катта юлдузлар борлиги маълум бўлди (31-расм). Мана шундай юлдузларга бир неча мисол: Аравакаш юлдуз туркумининг энг равшан юлдузи — Капелла қўшалоқ юл-

дуз, бўлиб, унинг каттаси Капелла — А нинг диаметри Қуёшникидан 12 марта В-синики эса 7 марта катта чиқди. Ақраб юлдуз туркумининг альфаси — Антареснинг диаметри 420 млн. километр бўлиб, Қуёшникидан 300 марта катталиқ қилади.

Орнон юлдуз туркумининг альфаси — «қизил юзли» Бетельгейзеннинг диаметри 500 млн. километрдан ортиқ бўлиб, маркази Қуёш маркази билан устмауст тушганда унинг ичига Марс ўз орбитаси (диаметри 456 млн. км) билан бемалол жойлашади. Диаметри аниқланган гигант юлдузлар ичиде катталиги жиҳатидан Цефей юлдуз туркумига кирувчи VV деб номланган юлдузнинг «олдига тушадиган» йўқ. Бу қизил гигантнинг диаметри Қуёшникидан 1600 марта катта бўлиб, унинг ҳажмига салкам 4 млрд 700 млн. Қуёш катталигидаги шарларини ёки Ер катталигидаги 6 минг 110 триллион шарларни жойлаш мумкин!

Бироқ осмондаги юлдузларнинг ҳаммаси ҳам Қуёшдан катта экан-да деган хаёлга бормаслиқ учун, аниқланган диаметрлари Қуёшникидан бир неча марта кичик юлдузлар билан ҳам танишишга тўғри келади. Бундай юлдузлар оқ митти юлдузлар дейилади. Митти юлдузларга биз танишган Сириус юлдузининг йўлдоши мисол бўлади.

1844 йили машҳур немис астрономи ва математиги Ф. Бессель Сириуснинг бир неча йил давомида хусусий ҳаракатини кузатиб, унинг траекторияси, йўлининг тўғрилигига қарамай, унинг атрофида «тебраниб» кетаётган маст одамнинг йўлини эслатишини маълум қилди. Олим юлдузнинг бундай ҳаракатининг «айбдорини»



31- расм. Қизил гигант юлдузлар.

унинг атрофида даврий равишда айланаётган, бироқ кўриб бўлмайдиган, массив йўлдошдан кўрди. Бу тахминдан сўнг роса 18 йил ўтди. Кунларнинг бирида, ўзи ясаган телескопнинг қувватини синаш мақсадида америкалик оптик астроном А. Кларк уни Сириусга қаратди. Гап шундаки, Кларк ҳар доим ўзи ясаган телескоплари объективларининг сифатини энг ёруғ юлдуз Сириусга қаратиб баҳоларди. 1862 йилда ясаган навбатдаги 18 дюймли (1 дюйм — 2,5 сантиметрга тенг), яъни объективининг диаметри 45 сантиметр бўлган янги телескопини Сириусга қаратганда, бу юлдузнинг тасвири гўё тиникмасдек чўзинчоқроқ кўринди. Бу ҳодисани телескоп объективининг «айби»дан деб билган Кларк уни қайта сайқаллашга киришди. Кейин сифатли объектив билан Сириусни қайта «нишон»га олди. Олим қай кўз билан кўрсинки, Сириуснинг ёнгинасида унинг хира йўлдоши турарди. Шундай қилиб, Бесселнинг каромати рост бўлиб чиқди. Аслида бу йўлдош юлдуз жуда хира бўлмаса, равшан Сириуснинг нурларига «кўмилиб», узоқ йиллар давомида астрономлар нигоҳидан ўзини «яшириб» келган экан. Катта Ит юлдуз туркумининг «машъали» — Сириуснинг йўлдошига Кучуквачча деган ном беришди. Кучукваччанинг массаси Сириусникидан 2 мартадан зиёдроқ кам эканлиги ҳисоблашлардан маълум бўлди. Бошқача айтганда, унинг массаси салкам Қуёшникича бўлиб, диаметри эса уникдан 100 мартача кичик, яъни атиги 14 минг километрга тенг чиқди! Ернинг диаметри ҳам салкам шунча (12 минг 740 километр) эканлигини эътиборга олсак, у ҳолда Сириус йўлдошининг зичлиги жуда катта бўлиб, ҳар куб сантиметрининг массаси 100 килограммдан ортиқ келиши аниқ бўлади. Ернинг ўртача зичлиги ҳар куб сантиметрида 5,5 грамм, Қуёшники эса 1,4 грамм эканлиги назарга олинса, Кучукваччанинг кичик бўлишига қарамай, қанчалик сервази эканлиги аниқланади. Бироқ бу ҳам ҳали ҳолва, «Маанен юлдузи» дейилувчи бошқа бир митти юлдузнинг катталиги Ерникича келиб, зичлиги сувникдан қарийб 400 минг марта ортиқ, яъни ҳар куб сантиметрининг Ерда оғирлиги 400 килограмм келади. 1935 йили Кассиопея юлдуз туркумида топилган бошқа бир митти юлдузнинг катталиги Марс планетасича келиб (диаметри 6 минг 800 километр), зичлиги ҳар куб сантиметрида 36 минг граммни ташкил килади. Бошқача айтганда, бу юлдузнинг 1 см³ ҳажмига тўғри келган

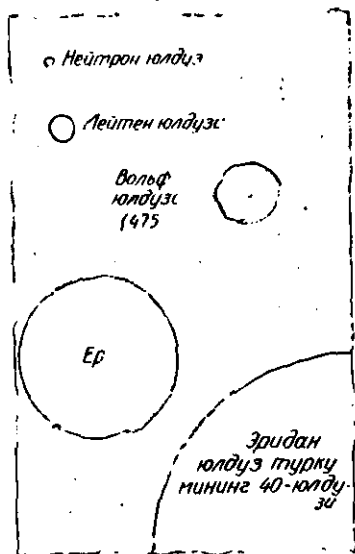
моддасининг Ердаги оғирлиги 36 тоннани ташкил қилади. Бу «оқ митти» юлдуз, юлдузлар оиласининг рўйхатида АС-7008247 «номи» билан машҳур.

Кейинги йилларда астрономлар томонидан «митти юлдузлар»га ташланган «қармоқлар», Коинот қаъридан ўнлаб бу хилдаги юлдузларни тутди. Жумладан Кичик Ит юлдуз туркумига қарашли энг равшан юлдуз Проционнинг йўлдоши, Эридан юлдуз туркумидаги 40-юлдузнинг йўлдоши «оқ миттилар»нинг типик вакиллари эканлиги маълум бўлди. Астроном Лейтен тузган митти юлдузларнинг рўйхатида ҳозир уларнинг сони 250 тадан ортиб кетди. 32-расмда бир неча «митти»лар Ер билан солиштирилган.

Самодаги беҳисоб юлдузларнинг қизил гигантлар ва оқ миттилар кўринишида учрашлари, уларнинг массаларига боғлиқ эволюцияларининг натижаси бўлиб, у ҳақда биз кейинроқ алоҳида тўхтаймиз.

3-§. Юлдузларнинг ранги ва спектри

Гарчи бир қарашда юлдузларнинг барчаси бир хил — оқ рангда нурланаётгандек туюлсада, аслида уларни эътибор билан қўзатган ҳар бир киши, юлдузлар, ранглари билан бир-бирларидан фарқ қилишларини осонгина пайқай олади. Юлдузларнинг ранги уларнинг сирт температурасини характерлайдиган муҳим омиллардан ҳисобланади. Хусусан тўқ қизил рангдаги юлдузлар нисбатан «совуқ» юлдузлар бўлиб, сиртқи қатламнинг ҳарорати «атиғи» 2000 ÷ 3000 градусни ташкил қилади.



32- расм. Оқ «митти» юлдузлар.

Ҳаворанг, кўк юлдузлар эса, қайноқ юлдузлар ҳисобланиб, уларнинг сиртида температура $25 \div 50$ минг градусгача боради.

Агар махсус спектрал аппаратлар ёрдамида олинган юлдузларнинг спектрлари ўзаро солиштирилса, уларнинг фарқи янаям яққолроқ кўзга ташланади. Аксарият юлдузларнинг спектри чизиқли ютилиш спектри (туташ спектрининг фонида атомларга тегишли қатор ютилиш чизиқлари кузатиладиган спектр) бўлиб, фақат айрим юқори температурали юлдузларнинг спектрларидагина равшан — эмиссион чизиқлар кузатилади. Бундай эмиссион чизиқлар, асосан эволюцияси чақнаш билан кечадиган юлдузларнинг спектрларида учраб, улар кўпинча водород, гелий ва айрим ионлашган огирроқ атомларга тегишли бўлади.

Юлдузларнинг спектрларида кузатиладиган ўзаро фарқлар — асосан уларнинг туташ спектрларида энергиянинг тўлқин узунлиги бўйича тақсимланишининг характерига ва мавжуд атомларнинг спектрал чизиқлари (нейтрал ёки ионлашган) интенсивликларининг даражасига боғлиқ кўринишларда намоён бўлади. Шундай фарқларга таянган ҳолда юлдузларнинг спектрлари турли синфларга бўлинади.

Юлдузларни спектрларига кўра синфларга ажратиш, биринчи марта асримизнинг бошида Гарвард обсерваторияси (АҚШ) ходимлари томонидан амалга оширилди ва юлдузларнинг Гарвард спектрал классификацияси деб юритиладиган бўлди.

Бундай классификацияга кўра, юлдузларни синфларга ажратишда критерий қилиб, танланган атомларнинг маълум спектрал чизиқлари (масалан, водород учун H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ} ва ҳоказо) интенсивликларининг нисбати олинади.

Айни пайтда юлдузларнинг спектрал синфларини тузишда ҳам, Гарвард обсерваториясининг юлдузларни спектрал синфларга ажратиш принципи асос қилиб олинади. Бундай классификацияга кўра, юлдузларнинг спектрал синфлари латин алфавити ҳарфларининг қуйидагича кетма-кетлигида белгиланади: *O*, *B*, *A*, *F*, *K* ва *M*. Қуйида юлдузларнинг шу синфларини характерловчи асосий хусусиятлари билан қисқача танишамиз.

O синфига кирувчи юлдузларнинг сирт температураси $25\text{—}50$ минг градус атрофида бўлиб, ультрабинафша диапазонда кучли нурланишга эга. Ҳаворанг бундай юлдузларнинг спектрида ионлашган гелий ва бир неча

марта ионлашган углерод, азот, кремний ва кислороднинг ютилиши чизиқлари жуда интенсив ҳолда учраб, нейтрал водород ва гелийнинг чизиқлари нисбатан хира кўринишда бўлади. Орион юлдуз туркумининг лямбда ва йота юлдузлари ҳамда Персей юлдуз туркумининг юлдузи *O* синфига кирувчи юлдузларнинг типик вакилларидан ҳисобланади.

B синфга тегишли юлдузларнинг ранги оқиш-ҳаворанг бўлиб, сирт температураси 15—25 минг градусгача боради. Бундай юлдузларнинг спектрларида нейтрал гелийнинг чизиқлари энг юқори интенсивликка эришади. Водород ва бир қанча ионлашган бошқа атомларнинг спектрал чизиқлари яхши ажралиб кўринади. Сумбуланинг энг равшан юлдузи — Спика, Орион юлдуз туркумининг эпсилон ва гамма юлдузлари, бу синфга кирувчи юлдузларга мисол бўлади.

A синфига қарашли юлдузларнинг ранги оқ бўлиб, сиртининг ҳарорати 11 минг градусгача боради. Бу синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида водород атомининг чизиқлари энг интенсив бўлиб, ионлашган кальцийнинг *H* ва *K* деб номланган чизиқлари навбатдаги спектрал синф *F* га томон кучая боради. Шунингдек уларнинг спектрида хира ҳолда металл чизиқлари пайдо бўла бошлайди. Вега (Лира юлдуз туркумининг альфаси) ва Сириуслар (катта Ит юлдуз туркумининг энг равшан юлдузи) бу синф юлдузларининг типик вакилларидир.

F синфидаги юлдузларнинг спектрида металл чизиқлари, айниқса, кальций, темир, титан атомларига тегишли чизиқлар, максимал интенсивликка эришиб, водороднинг чизиқлари нисбатан хира тортади. Бу синф юлдузларининг сирт температураси 7.5 минг градус атрофида бўлиб, ранги сарғиш-оқ бўлади. Кичик Ит туркумидаги энг равшан юлдуз Процион, Персей юлдуз туркумининг альфаси шу синфга киради. *G* синф—сарик рангдаги, сирт температураси 6 минг градус чамасидаги юлдузларни ўз ичига олади. Бундай юлдузларнинг типик вакили Қуёшдир. Бу синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида ионлашган кальцийнинг *H* ва *K* чизиқларч максимал интенсивликка эришиб, водороднинг чизиқлари, металл атомларининг (темир, титан ва бошқалар) кўп учрайдиган чизиқларининг интенсивлиги билан деярли бир хил интенсивликка эга бўлади. Осмоннинг шимолий ярим шаридаги таниқли Аравакаш юлдуз турку-

мининг энг ёруғ юлдузи Капелла ҳам шу синфга кирувчи Қуёшнинг яқин «қариндошлари»дандир.

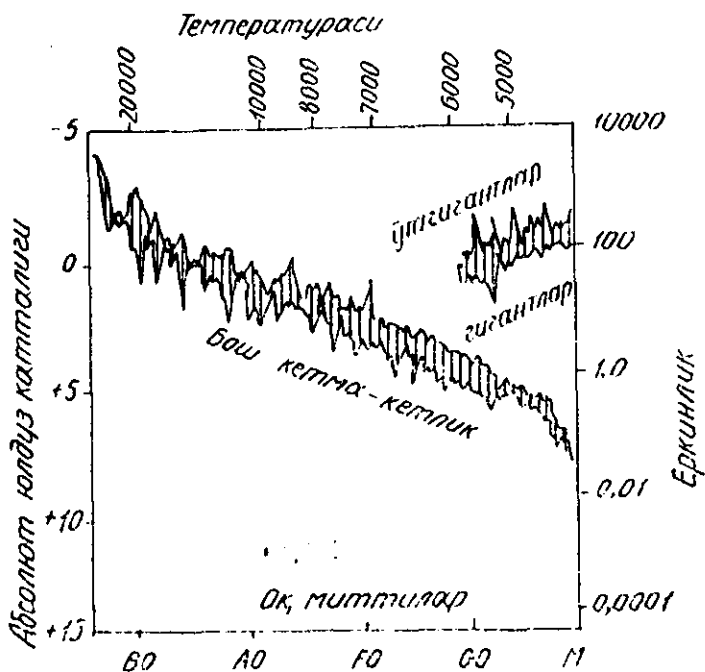
Нихоят, *M* синфга кирувчи юлдузлар, юлдузлар ичида энг «совуқлари» ҳисобланиб, сирт температуралари атиги 2÷3,5 минг градус чегарасида бўлади. «Қизил юзли» бундай юлдузларнинг спектрида металл чизиқлар жуда кучсиз кўриниш олгани ҳолда, титан оксиди ва бошқа молекуляр бирикмаларининг кенг ва интенсив тасмалари равшан кўринади.

Юлдузларни спектрал синфларга бўлишда, астрономлар уларнинг ранги ва температураси орасида кескин боғланиш борлигини аниқладилар. Бироқ маълум юлдузнинг температураси ва унинг спектрида ионланиш даражаси турлича бўлган (бошқача айтганда турлича ионланиш энергияси талаб қилган) спектрал чизиқларнинг пайдо бўлиши орасидаги боғланиш, биз ўйлаганчалик содда эмас экан. Гап шундаки, маълум миқдордаги ионланиш энергиясини талаб қилувчи, бирор элементга тегишли чизиқнинг спектрада пайдо бўлиши, фақат юлдуз атмосферасининг температурасига боғлиқ бўлмай, унинг зичлигига ҳам алоқадордир. Агар юлдузнинг атмосфераси сийрак бўлса, у ҳолда бундай муҳида зарраларнинг ўзаро тўқнашиш эҳтимоли кам бўлиб, мазкур зарра катта тезлик, бинобарин катта энергия ола олади. Натижада бундай зарра нисбатан паст температурада ҳам маълум атом, мисол учун углерод атоми билан тўқнашиб, уни ионлашга қудрати етади. Худди шундай температурали, атмосфераси нисбатан зич юлдузда эса, заррачалар ортиқ «югура олмай» (бунга юқори частотали тўқнашишлар йўл бермайди), бинобарин, юқори энергия ололмай, углерод атоми билан тўқнашганда, уни ионлаштиришга қуввати етмайди. Атмосфераси сийрак юлдузлар, сирт температураси юқори бўлган қизил гигант юлдузлар бўлиб, атмосфераси зич юлдузлар сирт температураси юқори — оқ митти юлдузлар эканлиги эътиборга олинса, бу ҳолда бир хил спектрал синфга мансуб юлдузларнинг ўз ёрқинликлари билан кескин фарқланувчи группаларга ажралишларининг сабаби маълум бўлади. Натижада юлдузларнинг ранги ва температурасига кўра уларнинг ёрқинликларини белгилаш мумкин деган астрономларнинг дастлабки фарази, юлдузлар табиатининг баён қилинган «инжиқлиги» туфайли амалга ошмай келади. Юлдузлар ёрқинликларини билишнинг зарурлиги яна шундаки, бу асос-

да уларга тегишли яна бир муҳим катталиқ — массаларини ҳисоблашнинг имкони туғилади.

Шунинг учун ҳам қандай қилиб бўлмасин юлдузларнинг спектрал синфлари ва ёрқинликлари орасидаги боғланишни топиш зарур эди. Бу масалани ҳал этиш учун бир вақтнинг ўзида планетамизнинг икки қитъасида бир-биридан беҳабар ҳолда иккита астроном киринди. Улардан бири 1905 йилда Постдам обсерваториясида ишлаётган даниялик Э. Герцшпрунг, иккинчиси Принстон (АҚШ) университетининг ёш профессори Г. Рёссел эди.

1913 йили 13 июнда Э. Рёссел Лондондаги Қирол астрономик жамиятининг мажлисида юлдузларнинг температураси, спектрал синфи ва ёрқинликларини бир-бири билан боғловчи ўзи кашф этган диаграммани эълон қилди. Шундан сўнг кўп ўтмай, юлдузларнинг спектрал синфи ва абсолют юлдуз катталиклари орасидаги боғ-



33-расм. Спектр-ёрқинлик диаграммаси.

ланишни характерловчи диаграммани Данияда Э. Герцшпрунг эълон қилди. Қиғизи шунда эдики, ҳар иккала диаграммада ҳам юлдузлар ўз ёрқинликлари ва температуралари (ёки спектрал синфлари) орасида боғланиш мавжудлигини «тан олиб», бир хилдаги группаларга ажралишган эди (33-расм).

Бироқ ўзи тузган диаграммада Рёсселни ҳайрон қолдирган жойи шунда эдики, спектрлари олинган икки юлдуз — Сириуснинг йўлдоши ва Эридан юлдуз туркумига қарашли 40-номерли юлдузнинг йўлдоши — равшаниликларининг хиралигига қарамай, диаграммада қизил юлдузларнинг ичидан ўрин олмади. Бу ҳолнинг сабабини билиш йўлида «боши қотган» олим, охири бу юлдузларнинг спектрал синфлари нотўғри аниқланган бўлиши керак деган тахминга бориб, уларга ортиқча эътибор бермай қўйди. Ушбу ҳодисадан роса қирқ йил ўтгандан кейингина, мазкур икки юлдузнинг спектрал синфини аниқлашда астроном Рёссел ҳеч қандай хатоликка йўл қўймаганлиги аниқланиб, аслида бу юлдузлар бутунлай янги типдаги юлдузларнинг энг биринчи топилган вакиллари эканлиги маълум бўлди. Бундай ҳулосага келишида, инглиз астрофизиги А. Эдингтоннинг юлдузлар ички тузилишининг назариясини ишлаб чиқиши муҳим роль ўйнади. Гап шунда эдики, то Эдингтоннинг бу назарияси туғилгунга қадар астрономлар, фақат қизил гигант юлдузларнинг моддасигина газ ҳолатида бўлиб, бошқа бошланғич синфларга кирувчи юлдузларнинг, жумладан Қувёшнинг ҳам бағрида модда суюқ ҳолатда бўлади деб қарашар эдилар. Астрофизиклар ичида Эдингтон биринчи бўлиб, юлдузларнинг ядросида ҳарорат бир неча ўнлаб миллион градусни ташкил қилиб, натижада у жойда улкан тезликли зарралар ва юқори энергияли фотонлар таъсирида электронлар атомларнинг қобиғидан ажралган ҳолда бўлади деган ҳулосага келди. Натижада юлдузларнинг марказида электронлар ва деярли «яланғоч» қолган атом ядроларининг катталиги, нормал атомларникига нисбатан юз минглаб марта кичик бўлганидан, улар газ молекулалари каби деярли эркин ҳаракатда бўладилар. Бинобарин олимлар, юлдузларнинг ядросидаги модда ҳолатининг, идеал газ ҳолатининг ушбу тенгламаси $p = nkT$. кўринишида ёзиш мумкин бўлади, деган тўғри ҳулосага келдилар. Бу ерда p — босимни, n — барча зарраларнинг сонини, T — тем-

пературани, $k = 1,38 \cdot 10^{-16}$ эрг (k — Больцман доимийсини ифодалайди).

4- §. Юлдузларнинг массаларини ҳисоблаш

Юлдузларни характерловчи бошқа бир муҳим физик катталиқ уларнинг массалари бўлиб, уни аниқлаш учун олимлар кўп йиллар уриндилар. Бир неча асрлар беҳуда кетган бу уринишлар, XIX асрнинг ўрталарида физик қўшалоқ юлдузларнинг очилиши муносабати билан уларнинг массаларини ҳисоблаш имконини берди. Кеплернинг И. Ньютон томонидан умумлаштирилган ушбу учинчи қонунининг математик ифодасидан

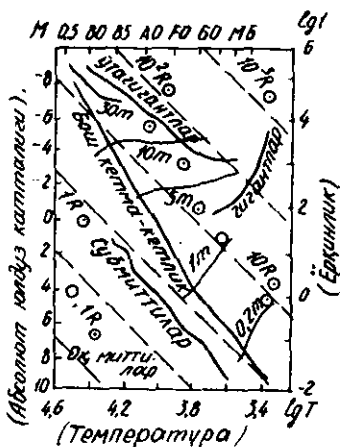
$$\frac{T_{\text{я}}(M_{\text{я}} + m_{\text{я}})}{T_{\oplus}(M_{\odot} + m_{\oplus})} = \frac{a_{\text{я}}^3}{a_{\oplus}^3}$$

кўринадики, қўшалоқ юлдузлар массаларининг йиғиндиси $M_{\text{я}} + m_{\text{я}}$ (бу ерда $M_{\text{я}}$ асосий юлдузнинг массаси, $m_{\text{я}}$ — эса йўлдош юлдузнинг массаси), йўлдош юлдузларнинг асосий юлдуз атрофида айланиш даври — $T_{\text{я}}$, унинг орбитасининг катта ярим ўқи — $a_{\text{я}}$ ва Ернинг Қуёш атрофида айланиш даври T_{\oplus} ҳамда унинг орбитасини катта ярим ўқига a_{\oplus} кўра осонгина топилади. Бунда M_{\oplus} ва m_{\oplus} мос равишда, Қуёшнинг ва Ернинг массаларини ифодалаб, маълум деб қаралади.

1920 йилларда физик қўшалоқ юлдузларнинг умумий масса маркази атрофида айланиш давлари ва орбита элементларини ўрганиш асосида, йўлдош юлдузнинг асосий юлдуз атрофида айланиш даври ва катта ярим ўқининг ўлчами топилди. Бу эса, ўз навбатида, Кеплернинг эслатилган учинчи қонунидан уларнинг массаларининг йиғиндисини топишга имкон берди. Шу усул билан кейинги йилларда ўнлаб қўшалоқ юлдузларнинг массалари ҳисоблаб топилди.

Юлдузларнинг аниқланган бу массаларини уларнинг ёрқинликлари билан солиштириб, кутилмаганда, олимлар бу икки катталиқ орасида узвий боғланиш мавжудлигини очдилар. Мазкур боғланиш, Герцшпрунг Ресселнинг спектр — ёрқинлик диаграммасида акс эттирилганда, маълум массали юлдузлар аниқ бир эгрилик бўйича жойлашишлари маълум бўлди (34-расм).

Яна шуни ҳам таъкидлаш керакки, юқорнда эсла-



34-расм. Масса-радиус-ёркинлик диаграммаси

тилган, Эдингтон назарияси, идеал газ тенгламаларини юлдузларнинг зичлиги сув зичлигидан 100 минг мартадан ошмаган тақдирдагина уларга қўллаш мумкинлигини маълум қилади. Худди шунинг учун ҳам дастлабки масса — ёркинлик диаграммасида зичлиги 10^5 г/см³ бўлган Сириуснинг йўлдоши ва Эридан юлдуз туркумининг 40-сон юлдузи асосий эгриликдан чеккароқдан жой олган экан. Шу ҳодиса сабаб бўлиб, 1924 йили юлдузларнинг физик табиати билан асосий юлдузлардан кескин фарқланадиган янги типни кашф этилди ва улар «оқ миттилар» деб ном олди. Бу ерда

«оқ» сўзи, шу рангдаги юлдузларнинг спектрал синфига киришини, бинобарин юқори сирт температурасига эга эканлигини, «митти» эса бундай юлдузлар, планеталар билан солиштирарли даражада кичик ўлчамларга эга бўлишларини маълум қилади.

5-§. Юлдузларнинг «ёши» ва эволюцияси

Юлдузлар ҳам табиатнинг универсал қонунига бўйсуниб, «туғилади», «яшайди» ва «ўлади». Юлдузларни нурланиш энергиясининг манбаи сифатида термоядро реакцияси тан олингунгунга қадар, уларнинг «ёши» фақат эмпирик йўл билан топиларди. Хусусан бунда юқори сирт температурали юлдузлар, яъни О — спектрал синфга мансублари «чақалоқ» юлдузлар, совуқ сирт температурали қизил рангли юлдузлар эса (М — синфга кирувчилар) — «қари» юлдузлар деб қаралади. Ядровий астрофизика юлдузларнинг стационар моделларининг тузилиши ва ривожланиши жараёнларини ўрганиб, юлдузларнинг бошланғич модели сифатида фақат водороддангина иборат гигант газ булутини олади. Бундай газ булутларининг концентрацияси, галактикаларнинг маълум қисмларида жуда юқори бўлиб, бу қисмларда юлдузларнинг юқори частота билан пайдо бўлишига им-

кон беради. Жумладан, бизнинг Галактикамизда ҳам бундай соҳалар мавжуд бўлиб, улардан бири Орион юлдузлари туркумидан жой олган. Қадим грекларнинг афсонасига кўра, овчи Орион, осмоннинг унинг номи билан юритиладиган қисмида ов худоси Артемидага қарши жанг қилишга журъат қилган ва оқибатда ҳалок бўлган. Шу сабаб бўлиб, Артемида унга қарши чиққанларнинг тақдири нима билан тугашини эслатиб турниш учун овчи Орион «жасади»ни осмоннинг бу қисмига «осган» дейилади афсонада. Бироқ айти пайтда бу зонада тинимсиз янги юлдузларнинг туғилиши эвазига, Орион юлдуз туркуми, астрономларга ўлимнинг симболи сифатида эмас, балки, аксинча туғилишининг, бунёд бўлишининг симболи сифатида яхши танилган. Катталиги бир неча юз ёруғлик йили билан ўлчанадиган ва биздан тахминан 1600 ёруғлик йили масофада жойлашган улкан совуқ водород булути, тортишиш кучлари таъсирида бир текис сиқила бориб, осмоннинг бу қисмида ўнлаб янги юлдузларни вужудга келишига сабаб бўлди. Бундай улкан ўлчамли газ булутидан ажралган унинг сиқилаётган бўлаклари вақт ўтиши билан қизий бориб, дастлаб радиодиапазонда сўнгра инфрақизил диапазонда нурланади. Марказий ҳарорат бир неча ўн миллион градусга эришгач, юлдузнинг ядросида водород атомлари бундай юқори температура таъсирида қўшилиб, гелийга айлана бошлайди. Бу реакция туфайли «яширинган» ядро энергиялари ажралиб, юлдузни кўринадиган нурлар диапазонида нурланишига имкон беради, яъни юлдуз «туғилади». Ядро реакцияси туфайли ажраладиган энергия, юлдуздан космик бўшлиққа тарқатиладиган энергияга тенглашгач, гравитацион сиқилиш барҳам ейти, бинобарин, юлдуз ўз эволюциясининг янги стационар босқичига ўтади. Бир неча миллиард йил давом қиладиган бу даврда юлдузни ташкил этган моддалар ўз хусусиятларини узлуксиз ва бир текис ўзгартиришда давом этади. Нормал юлдуз ҳолати дейилувчи бу ҳолатда, асосан термойдро синтези дейилувчи юқори температура ва босимда, юлдузнинг ядро қисмида рўй берадиган реакция туфайли бир неча водороднинг синтези гелийни ҳосил қилади. Юлдузни ташкил этган водороднинг (бошланғич воодроддан ташкил топган газ булутининг) учдан икки қисми гелийга айлангач, унинг эволюцияси фаоллигида кескин бурилиш кузатилади: гелийга айланган ядро қайта сиқилишида давом қилади,

юлдузнинг сирт қобиғи эса, аксинча, кенгая боради. Бу юлдуз сирт температурасининг кескин камайишига, бинобарин юлдуз рангининг қизаришига, диаметрини эса ортишига олиб келади. Оқибатда юлдуз қизил гигантга айланади.

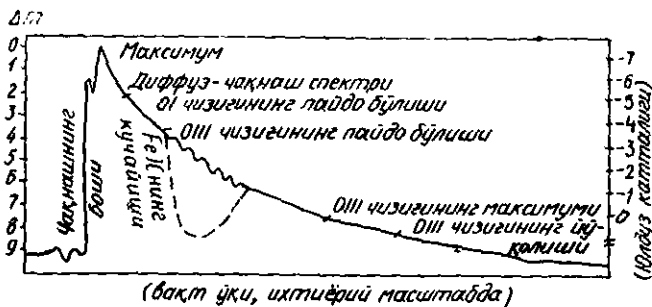
Юлдузларнинг туғилиши, яшаши ва ўлими қандай кечишини, ҳамда бу эволюция маълум юлдуз учун қанча вақт давом этишини, уларнинг массалари белгилайди. Бошқача айтганда, юлдузларнинг тақдири уларнинг массаларининг «қўлида». Юқорида эслатилганидек, юлдузларнинг ёрқинликларига кўра ҳисобланган массалар турлича катталиқка эга бўлиб, айримлари Қуёш массасидан ўнлаб, ҳатто юзлаб марта катта бўлгани ҳолда, бошқалари ундан бир неча мартагача кичик чиқади. Назарий ҳисоблашлардан маълум бўлишича, массалари $1,7 \div 2,4$ Қуёш массасидан (бундай катталиқдаги масса астрофизикада критик масса деб юритилади) кичик юлдузларнинг эволюцияси маълум йўл билан кетгани ҳолда, критик массадан катта массали юлдузларнинг ҳаёти бутунлай бошқа йўл билан кечади.

Критик массадан кичик массали юлдузларнинг ядро ёқилғиси ёниб тугагач, унинг ядроси совий бошлайди. Бунинг оқибатида юлдуз марказида босим кескин камайиб, унинг моддаси гравитация майдони таъсирида жуда катта зичликка қадар сиқилади. Бундай сиқилиш эса, ўз навбатида «ўлим талвасаси»даги юлдуз ҳароратининг кескин кўтарилишига сабаб бўлиб, уни оқ рангга киришини таъминлайди. Шунингдек бундай кучли сиқилиш, юлдуз диаметрининг ҳам кескин камайишига ва эслатилган» оқ миттилар»га айланишларига олиб келади. Бироқ ўлимга маҳкум этилган бу хилдаги юлдузлар зичликларининг катталиғи ва ҳажмларининг кичиклиги туфайли жуда секин совий, ҳаётдан бутунлай «кўз юмгунлари»га қадар яна миллионлаб йиллар ўтади. Ҳаётининг сўнггида «оқ миттилар»нинг ранги ўчиб, ортиқча «шов-шувлар»сиз ўлимга юз тутаяди ва қора жисмга айланади.

Массалари критик массадан катта бўлган юлдузлар эса, ўз ҳаётлари учун бутунлай бошқа йўл «танлаганлар». Хусусан, бундай ёриткичлар ўз ядровий ёқилғиларини ёқиб тугаллаганларидан сўнг, гравитацион мувозанатларига путур етиб, уларнинг ички босими, гравитацион майдоннинг тортишиш кучлари олдида ожиз бўлиб қолади. Оқибатда юлдузни ташкил этган модда

шиддат билан унинг марказига томон интилади. Юлдузларнинг оддий моделида, бу ҳодиса туфайли юлдуз моддаси унинг марказида ўта катта зичликда йиғилиш билан яқунланиши керак эди. Бироқ, аслида юлдузнинг сиқилиши биз ўйлаганчалик содда бўлмай, анча мураккаб кечишини юлдузлар физикасининг назарий ҳисоб-китоби маълум қилади. Бундай ҳисобнинг кўрсатишича, юлдуз сиқилишининг маълум босқичида, жуда катта қувват билан унинг портлаши кузатилади. Ушбу портлаш туфайли юлдузнинг равшанлиги шу қадар кескин ортадики, натижада кўпинча осмоннинг бу қисмида бирдан «янги» равшан юлдузнинг кўриниб қолишига олиб келади. Маълум юлдузлар ичида кутилмаганда юлдузни бундай равшанликда кўриниб қолиши, уларни янги ва ўта янги (жуда ёрқинлари учун) юлдузлар деб номланишига сабаб бўлди. Гарчи айни даврда, осмоннинг бундай юлдузлар чақнаган ўринларида қадимдан хира юлдузлар бўлганлиги исбот қилинган бўлсада, фанда уларнинг «янги» ва «ўта янги» номлари ҳозиргача шартли равишда сақланиб қолган.

Янги юлдузлар чақнаганда, уларнинг дастлабки кўринма юлдуз катталиклари ўртача $7 \div 8$ юлдуз катталигига, аксарият ҳолларда эса $10 \div 13$ юлдуз катталигига қадар камайиши кузатилади. Бошқача айтганда, янги юлдузларнинг равшанликлари, чақнаш пайтида бир неча ўн мингдан бир неча юз минг мартагача ортиши кузатилади. Янги юлдузлар чақнашининг дастлабки босқичида, унинг ташқи қатламлари юзлаб марта кенгайиши туфайли уларнинг мазкур қисмларида плазма зичлиги ва температурасининг кескин камаюви рўй беради.



35- расм. «Янги юлдузлар» нинг чақнаш эгрилиги.

Чақнашдан сўнг бундай юлдузлар жуда юқори температурали оқ митти юлдузлар кўринишини, чақнашнинг максимумида эса А—F спектрал синфларига кирувчи қизил ўта гигант юлдузлар кўринишини олади. Янги юлдузлар чақнаш максимумидан сўнг бир неча йиллар давомида равшанлигининг сусайиши кузатилади (35-расм). Равшанлик сусайишининг охириги босқичи жуда секин ўтиб, энг сўнггида юлдуз чақнашигача бўлган равшанлигига эришади.

Янги юлдузлар чақнашнинг сабаби, у билан қўшалок система ҳосил қилувчи иккинчи юлдуз орасида модда алмашинувининг рўй беришидан деб тушунтирилади. Бўлажак янги юлдуз билан қўшалок система ҳосил қилувчи асосий юлдузнинг водородга бой ташқи қатламидан материя унинг йўлдоши — миттининг сиртига тушса, у ҳолда йўлдош юлдуз сиртининг бу соҳасида термоядро синтези рўй бериб, $10^{45} \div 10^{46}$ эрг катталиқда энергия ажралишига олиб келиши мумкин. Бундай чақнаш энергиясининг катталигини Қуёш ўн минг йиллар ичидагина бера олиши мумкин. Портлаш туфайли юлдуз сиртидан юлдузлараро бўшлиққа $10^{22} \div 10^{23}$ тоннага яқин модда секундига 1500—2000 километр тезлик билан улоқтирилади. Бу улоқтирилган модда юлдуз атрофида туманлик ҳосил қилиб, бундай ҳол яқиндаги барча янги юлдузларнинг атрофида кузатилади.

Ҳозиргача кузатилган янги юлдузларнинг сони 300 га яқин бўлиб, шулардан 150 га яқини ўзимизнинг Галактикамизда, 100 га яқини қўшни — Андромеда галактикасида кузатилган.

Ўта янги юлдузларнинг чақнаши — юлдузларнинг жуда катта қувват билан портлаш ҳодисаси бўлиб, бундай ҳодиса, улкан массали юлдузнинг ўлимолди «жазаваси»дир. Чақнаш пайтида ажратилган энергия $10^{48} \div 10^{49}$ эрг гача бориб, янги юлдузларнинг чақнаш энергиясидан ўртача минг мартача ортиқ бўлади. Бошқача айтганда, маълум вақт ичида бундай юлдузнинг чиқарган ўртача энергияси, Қуёшнинг 10 миллион йил давомида чиқарган нурланиш энергиясига тенг бўлади. Портлаш пайтида юлдуз массасининг катта қисми ундан улоқтирилади. Астрономлар 1936 йилдан 1939 йилгача маркази алоҳида ажралиб кўринадиган 3000 мингга яқин ташқи галактикаларни планли кузатиб бордилар. Оқибатда бу давр ичида турли ташқи галактикаларда 12 та ўта янги юлдузнинг чақнашини кузат-

дилар. Бу кузатишларига таяниб Цевекки маълум галактикада, ўртача ҳар 360 йилда битта ўтаянги юлдузнинг чақнаши мумкинлигини маълум қилди.

50-йиллардан бошлаб қувватли телескопларнинг ишга тушиши натижасида кузатилган ўтаянги юлдузларнинг сони кескин ортди. 1885 йилдан 1956 йилгача кузатилган ўтаянги юлдузларнинг сони 54 та бўлгани ҳолда 1956 йилдан 1963 йилгача 82 та ўтаянги юлдузнинг чақнаши кузатилганлиги фикримизнинг далилидир. Гарчи ҳозирга қадар очилган ўтаянги юлдузларнинг сони 300 га борган бўлсада, бундан ҳозирча атиги фақат ундан бир қисмигина тадқиқ қилинган.

Кузатилган ўтаянги юлдузлар, характерларига кўра икки типга бўлинади. I типга кирувчи ўта янги юлдузларнинг спектрида темир, кремний, кальций каби атомларнинг кенг ионлашган ютилиш чизиқлари, нейтрал гелийнинг чизиқлари кузатилади. Бу типдаги ўта янги юлдуз чақнаганда ўндан бир Қўёш массасига тенг (10^{26} т.) материя улоқтирилиб, тахминан 100 кунлар ичида ўз равшанлигининг максимумига эришади. Бунда унинг абсолют юлдуз катталиги (яъни юлдузни 10 парсекли масофага келтирилгандаги кўринма катталиги) — 18 дан 21 гача чиқади.

I типдаги ўта янги юлдузлар, турли синфдаги ташқи галактикаларда (эллиптик, нотўғри, спирал) учрайвериши мумкин бўлгани ҳолда, II типга кирувчи ўта янги юлдузлар фақат спирал формадаги ташқи галактикаларнинг «енглари»дагина кузатилади. Бу типдаги ўта янги юлдузлар I типдагилардан бир неча юзлаб марта қувватлилиги билан фарқ қилади. Равшанлигининг максимумида бундай юлдузларнинг спектри туташ спектрдан иборат бўлиб, сўнгра водород ва гелийнинг бир қанча кенг нурланиш ва ютилиш чизиқлари пайдо бўлади. Чақнаш пайтида улоқтирилган газ массаси $1 \div 10$ Қўёш массасига тенг бўлиб, чақнаш даврида чиқарилган нурланиш энергиясининг миқдори $10^{51} \div 10^{52}$ эрг ни ташкил қилади.

6-§. Юлдуз тўдалари

Коинотда юлдузлар фақат якка ҳолда учрамай, ўзаро динамик боғланган ҳолда қўшалок, учтадан, тўрттадан ва ниҳоят жуда кўп сонли — юзлаб, минглаб тўда шак-

лида ҳам учрайди. Унлаб юлдузлардан бир неча минггача юлдузларни ўз ичига олиб, ўзаро динамик боғланган юлдузларнинг бундай системалари юлдуз тўдалари ёки гужлари деб юритилади.

Ташқи кўринишига кўра юлдуз тўдалари 2 группага — сочма ва шарсимон тўдаларга бўлинади. Сочма юлдуз тўдалари бир неча ўн юлдуздан бир неча минггача юлдузларни ўз ичига олгани ҳолда, шарсимон тўдалар ўн мингдан — юз минггача юлдузларни ўз ичига олади.

Галактикамизда 800 га яқин сочма юлдуз тўдалари бўлиб, уларнинг диаметри 1,5 парсекдан 15 парсеккача боради. Сочма юлдуз тўдаларининг яхши ўрганилган типик вакиллари — Савр юлдуз туркумидаги Хулкар ва Гиадлар деб номланган тўдалар бўлиб, улар Қуёш системасидан, мос равишда, 130 ва 40 парсекли масофаларда жойлашганлар.

Чексиз кўп юлдузлар ичида маълум юлдузлар тўдасига кирувчи юлдузларни ажратиш масаласи бир қарашда жуда мушкулдек туюлади, бироқ Ердан қараганда маълум йўналиш бўйича жойлашган юлдузлар учун тузилган спектр-ёрқинлик диаграммаси, бу масалани ортиқча қийинчиликларсиз ҳал қилишга имкон беради. Бунда маълум юлдуз тўдасига кирувчи юлдузларнинг кўринма юлдуз катталиклари, уларнинг абсолют юлдуз катталикларидан бир хил миқдорга фарқ қилиб, бошқа юлдузлардан ажралиб қолади. Маълумки, юлдузларгача масофа парсекларда:

$lgr = 1 + 0,2 (m + M)$ ифода билан топилиб, $(m - M)$ айирма масофанинг модули деб юритилади. Бинобарин, бир хил масофадаги юлдузлар учун $(m - M)$ бир хил катталikka эга бўлади. Худди шу сабабга кўра, биздан бир хил масофада жойлашган юлдузларнинг тўдалари, спектр ёрқинлик диаграммасида, шу йўналишда-ю, бироқ ўзаро турлича узоқликда ётган юлдузлардан ажралиб қолади.

Шундай йўл билан ҳозиргача бизнинг Галактикамизда 400 та, яқин қўшни галактика — Магелан Булутларида эса 60 та юлдуз тўдаси топилди.

Турли юлдуз тўдалари учун тузилган Герцшпрунг — Рессел диаграммасининг тузилиши ва уларни мавжуд назариялар билан солиштирилиши, юлдузларнинг эволюцияси ҳақидаги ҳозирги замон тушунчаларининг шаклланишига олиб келди. Юлдузларнинг ички тузили-

ши ва эволюцияси назариясининг яратилиши, XX асрда астрономиянинг энг йирик ютуқларидан бири ҳисобланади. Ушбу назария, илгари кузатилмаган қатор астрономик объектларнинг хоссалари ҳақида маълумот беришдан ташқари, улардан бир қанчасининг физик табиатини тушунишга имкон яратди. Булар ичида, кейинги 1953—1956 йилларда ўнлаб юлдуз тўдаларини Герцшпрунг—Рёссел диаграммаси асосида ўрганиш яхши натижалар берди. Жумладан, бу ютуқлар ичида юлдуз тўдалари «ёши»нинг белгиланиши, энг эътиборли тадқиқотлардан ҳисобланади.

Энг «ёш» сочма юлдуз тўдаларидан бири, қишки осмонни безайдиган Орион юлдуз туркумида жойлашган. Орион юлдуз туркумининг «ингичка бели»да жойлашган қатор уч юлдузнинг остида яна учта хира юлдуз жойлашган бўлиб, уларнинг ўртасидаги «қуролланмаган» кўзга хира туман шаклида, дала дурбини билан қаралганда эса, ёруғ туманлик шаклида кўринади. Бу туманликнинг ўртасида 4 та юлдуздан ташкил топган — «Орион Трапецияси» жойлашган. Инфрақизил нурларда кузатилганда мазкур туманликда ўнлаб юлдузлардан ташкил топган юлдузларнинг сочма тўдаси яширинганлиги маълум бўлади. Бу тўдага кирувчи юлдузларнинг зичлиги «Трапеция» марказига томон кескин ортиб боради.

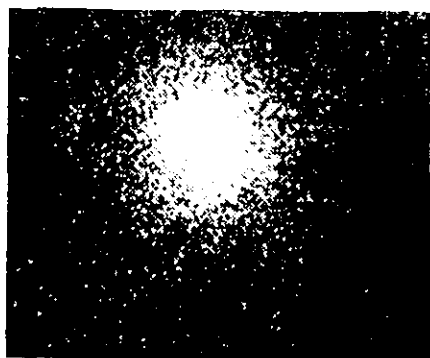
Совет олими П. Перенаго томонидан мазкур юлдуз тўдасига тегишли спектр-ёрқинлик диаграммаси 1954 йилда ясалди. Ушбу диаграммада фақат энг ёрқин юлдузларгина бош кетма-кетликда жойлашиб, хиралари, ўзгарувчан юлдузлар билан биргаликда, бош кетма-кетликдан ўнг томонида жойлашади. Бундай юлдузлар ҳали гравитацион сиқилишда давом этаётган юлдузга тўла айланиб улгурмаган, нисбатан ёш юлдузлар (протоюлдузлар) бўлиб, диаграммада ўнгдан чапга силжишда давом қилади.

Худди шу йўл билан NGC 2264 юлдуз тўдаси (Яккашоҳ юлдуз туркумида) учун тузилган диаграмма ҳам назария хулосалари билан яхши мос келиб $3 \cdot 10^5 \div 3 \cdot 10^6$ йиллик ёшларга мос изохронлар (бир хил ёшдаги юлдуз тўдаларини характерловчи чизиқлар) орасида тўғри келиб, анчайин ёш юлдуз тўдаларидан ҳисобланади.

Осмоннинг Орион юлдуз туркуми билан чегараланган қисми, айти пайтда, юлдузлар пайдо бўлаётган энг актив соҳа бўлиб, бу соҳада бундан қарийб 10 млн йил

олдин «туғилган» юлдузлар билан бирга ҳозирги даврда ҳам пайдо бўлаётган талай юлдузлар учрайди. Ориондаги юлдузлар пайдо бўладиган соҳа, Ерга энг яқин соҳалардан ҳисобланади. Бундай қарийб 5—6 марта нарида жойлашган Персей юлдуз туркумида бошқа бир шундай соҳа учрайди. Бу соҳада 1 С 1801 ва 1 С 1848 деб юритилувчи иккита сочма юлдуз тўдалар жойлашиб, ҳар бирининг диаметри 500 парсеккача боради ва бу тўдаларни чегараловчи молекуляр газ булутнинг мас-саси Орионникидан бир неча марта ортиқлик қилади.

Гарчи юлдузлар, аксарият ҳолларда, газ — чанг туманликли соҳаларда пайдо бўлсада, баъзан бир қарашда газ — чангсиз кўринган соҳаларда ҳам юлдуз тўдалари учрайди. Бунга Персейнинг χ ва h қўшалок тўдаси энг яхши мисол бўла олади. Персейнинг Кассиопея юлдуз туркумига чегарадош участкасида кўринадиган бу тўдаларда кўпчилик О синфга кирувчи равшан кўк юлдузлар ичида М синфга кирувчи қизил ўтагигантларнинг учраши, мазкур тўда 10 миллион йиллар чамаси ёшдаги «гўдак» тўдалардан эканлигини маълум қилади. Бу соҳада газ — чанг туманнинг кузатилмаслигининг сабаби, афтидан, Ерда инсониятнинг пайдо бўлиш даври, Коинотнинг бу қисмидаги газ — чанг «хамиридан» юлдузлар йўғирилиб бўлган пайтда тўғри келиши билан тушунтирилса керак. Шарсимон юлдуз тўдалари бир неча ўн минглаб юлдузларни ўз ичига олган ва улардан боғланган системасининг ўзаро динамик бўлиб, нисбатан кам учрайдиган самовий объектлардир (36-расм). Бундай тўдаларда юлдузларнинг



36- расм. М-13 юлдузларнинг шарсимон тўдаси.

концентрацияси уларнинг марказига томон ортиб бориб, ташқи кўринишидан сфера ёки эллипсга ўхшаб кетгани учун ҳам шарсимон деган ном билан юритилади. Шарсимон юлдуз тўдаларининг ёрқинликлари жуда юқори бўлганлиги сабабли телескоп орқали уларни Галактиканинг энг узоқ чеккаларида ҳам бемалол

кўриш мумкин. «Қуролланмаган» кўз билан кўриш мумкин бўлган шарсимон юлдуз тўдаларининг иккитаси осмоннинг жанубий ярим шаридан ўрин олган. Улар жуда узоқликлари туфайли Кентавр ва Тукан юлдуз туркумларида хира юлдузча шаклида кўзга ташланади. Шунинг учун ҳам бу объектларнинг биринчи кузатган астрономлар уларни юлдуз ҳисоблаб, Кентаврнинг омегаси ва Туканинг 47-сонли юлдузи номи билан атаганлар ва уларга юлдузлар каталогидан ўрин берганлар.

Телескоплар ёрдамга келгач, астрономлар шарсимон юлдуз тўдаларини Галактикамизнинг турли бурчакларидан топа бошладилар. Айни пайтда очилган шарсимон юлдуз тўдаларининг сони 100 дан ортиқ.

Сочма юлдуз тўдалари Галактикамизнинг айланиш текислигида, яъни Сомон йўли текислигида, юқори зичликка эга бўлгани ҳолда, шарсимон тўдаларнинг сони Галактикамиз марказига томон кескин ортиб боради. шарсимон юлдуз тўдаларининг диаметри 40 парсек атрофида бўлиб, унинг ёрқинлиги, сочма юлдуз тўдаларининг ёрқинлигидан бир неча юз, ҳатто минг марта равшанлиги билан фарқ қилади. Уларнинг массалари, Қуёш массасидан бир неча юз минг мартагача ортиқлиги билан қизиқ.

Шарсимон юлдуз тўдалари, сочма тўдалардан химик состави билан ҳам фарқланади. Хусусан, сочма юлдуз тўдаларининг спектрида оғир элементларнинг миқдори 1,4 фоизни ташкил қилгани ҳолда, шарсимон тўдалар юлдузларининг спектрида атиги 0,1—0,01 фоизни ташкил қилади. Бундай ҳол, маълум Галактикада шарсимон ва сочма юлдуз тўдаларининг пайдо бўлишида турлича шароит мавжуд бўлганидан далолат беради. Шунингдек бундай ҳол, шарсимон тўдалар, ҳали оғир элементларга бойиб улгурмаган сферик шаклдаги протогалактик (галактика эволюциясининг энг дастлабки газ ҳолати) газдан вужудга келгани ҳолда, сочма юлдуз тўдалари, оғир элементлар билан нисбатан бойиб улгурган ва шу туфайли галактиканинг айланиш текислигига «чўккан» газ туманлигидан пайдо бўлган деган илмий гипотезанинг тўғилишига олиб келди.

Шарсимон юлдуз тўдалари Галактикамизнинг энг «қари» объектларидан ҳисобланиб, уларнинг ёши 10—15 миллиард йил билан характерланади.

Баъзан ёши 10—100 миллион йилга тенг шарсимон

тўдалар ҳам учраб туради. Ҳозир бир неча бундай «ёш» тўда, фақат Магелан булутлари дейилмиш қўшни (масофани салкам 200 минг ёруғлик йилига тенг) галактик туманликларда кузатилиб, уларнинг охириги йилларда аниқланган массалари, Қуёш массасидан қарийб 100 минг мартача кўп чиқди.

Шарсимон тўдалар учун ясалган Герцшпрунг—Рёссел диаграммасининг (аниқроғи, шундай тўдаларга кирувчи юлдузларнинг кўринма юлдуз катталикларини уларнинг рангига боғлиқлигини характерловчи диаграмманинг) характерли хусусияти, уларнинг горизонтал шохобчасидир. Бу шохобчада ётган юлдузларнинг сони уларнинг кимёвий таркиби билан кескин боғланишда бўлиб, спектрида оғир элементларга камбағал бўлган юлдузлари кўп бўлганлиги учун унинг ҳаворанг қисми яхши ривожланган (яъни кўп юлдузли), бундай элементларга бой бўлган юлдузлари кўп бўлган шарсимон тўда учун эса, унинг гигант юлдузлар шохобчасига туташган қисми яхши ривожланган бўлади.

Шарсимон юлдуз тўдаларигача масофаларни аниқлаш, астрономлар учун мушкул вазифалардан ҳисобланади. Бунинг сабаби, уларгача масофа жуда узоқ бўлишидан ташқари, мазкур тўдалар спектрларида, оғир элементлар миқдорининг камлиги ва турличалиги туфайли спектрда уларнинг аниқ «автографлари»нинг чиқмаслиги билан тушунтирилади. Натижада спектр-ёрқинлик диаграммаси, жуда кам миқдордаги шарсимон юлдуз тўдалари учун тузилган бўлиб, фақат улар учунгина масофа етарлича аниқлик билан топилган.

Яна шуни қайд қилиш лозимки, айрим шарсимон тўдаларгача масофаларни белгилашда, улардаги Лира юлдуз туркумининг RR типига кирувчи қисқа даврли (0,2—1,2 сутка) физик ўзгарувчан юлдузларнинг борлиги қўл келади. Бундай ўзгарувчан юлдузларнинг аниқланган ёрқинликлари, мазкур юлдуз тўдаларигача масофаларни тахминан белгилашга имкон беради.

Шарсимон юлдуз тўдаларининг охириги йиллардаги тадқиқоти, уларнинг ёшига кўра, уларда «ҳалок» бўлган юлдузлар, жумладан нейтрон юлдузлар ва «қора ўра» лар кўп бўлиши керак деган хулосаларга олиб келди. Бу ҳол, ўнлаб шарсимон тўдаларда қувватли рентген манбаларни (баъзан ўзгарувчи характерли) кузатилиши билан тасдиқланади. «Эйнштейн» номли сунъий йўлдошдан туриб рентген диапазонда юлдуз тўдаларини

кузатишлар, учта шарсимон тўданинг геометрик маркази рентген диапазонда нурланувчи қувватли манба билан устма-уст тушиши ҳам мазкур тўдалар — осмоннинг энг «мўйсафид» объектлари эканлигига яна бир далил бўлса-да, бироқ ҳали уларнинг муаммоларига тегишли чигалини тўла ечишга анча бор.

7- §. Нейтрон юлдузлар (пульсарлар)

Анкетасида «туғилган йили — 1967» деб белгиланган бошқа бир радиодиапазонда топилган юлдузлар — пульсарлар 1963 йилда кашф қилинган квазарлар туфайли «дунёга келган». Чунки осмонда квазарларни қидириш ва уларни ўлчаш билан банд бўлган астрономлар кутилмаганда радиотелескопда пульсарни «кўриб» қолдилар... 1967 йили Англиянинг Кэмбридж университетига қарашли Мюллердев обсерваториясида метрли диапазонда ишлайдиган 2 минг антенналик радиотелескоп ишга тушди. Август ойининг тунларидан бирида профессор Хьюшнинг аспиранти Жеклен Бэлл шу телескопда навбатчилик қиларди. Ярим кечага бориб Бэлл телескопни кузатаётган квазардан бошқа томонга буради, бир оз ўтгач унинг кўзи радиотелескопнинг махсус ўзи қайд қилувчи асбобининг қоғоз лентасидаги «ёзувга» тушади. Радиотелескоп осмоннинг у йўналтирган нуқтасидан даврий равишда келаётган радиоимпульсларни қайд қилаётган эди. Бу ҳолдан ҳаяжонга тушган Бэлл анчагача радиотелескоп «кўраётган» объектни қайд қилувчи, асбобнинг қоғоз лентасида у ёндан бу ёнга «югуриб», сигнални ёзиб олаётган перога тикилиб қолди. Сўнг бирдан, бир нарса эсига тушгандек, радиоимпульслар ёзилган лентани асбоб ғалтагидан йиртиб олди-да, ташқарига отилди ва топилган радиообъект ҳақидаги маълумотни профессор Хьюшга билдирди. Лекин профессор ишончсизлик билан шогирдига: «Текшириб кўринг, ҳойнаҳой ердаги сунъий радиоманбалардан бирининг сигналлини қайд қилгандирсиз», — дея қўл силтади. Бу радиообъектнинг аспирант қиз томонидан қайта олинган регистрограммаларини ўз кўзи билан кўрган профессор, кўрсаткич бармоғини лабига босиб, ўз аспирантига «Бу тўғрида ҳозирча ҳеч кимга оғиз очмаслигингизни илтимос қиламан», — деб уқтирди. Олимнинг бундай эҳтиёт чорасининг кўришининг сабаби, шу вақтга қадар осмонда оптик диапазонда ҳам, радиодиапазонда ҳам бу хил-

даги — узлукли нур чиқарувчи манбалар кузатилмаганлигида бўлиб, у бундай манбанинг табиийлигига қатъий шубҳа билдирган эди. Қизиғи шунда эдики, узлукли келаётган радиоимпульслар жуда аниқ даврийлик билан такрорланарди.

Аниқ ўлчашлар кетма-кет қайд қилинаётган бу сигналларнинг ҳар бири олдингисидан 1,33730113 секундга кечикиб келаётганлигини маълум қилди, яъни сигналнинг даврийлик аниқлиги 100 миллиондан бир секундни ташкил қиларди!

Инглиз астрономларининг профессор Хьюш бошлиқ кичик бир группаси ўз кашфиётлари ҳақида салкам ярим йил давомида ҳеч кимга «лом-мим» демай, топилган янги объектни кузатишда давом қилдилар. Ҳатто улар бу топилган радиоманбаларга ЛГМ («Литтле греен мен» — «Кичик яшил одамчалар» деган маънони беради) деб ном ҳам қўйган эдилар. Лекин импульсли манба ҳақидаги хабар, дастлаб, америкалик радиоастрономлар томонидан матбуотда эълон қилинганлиги, инглиз радиоастрономларини жуда ҳайратда қолдиради. Қизиғи шундаки, инглиз олимлари ўз кашфиётларини қанчалик сир тутишмасин, америкаликлар барибир бу ихтиродан хабардор бўлиб, метрли диапозонда ишлайдиган ўз телескопларида уни текширдилар ва натижаларни махсус илмий журналда (1968 йилнинг баҳорида) эълон қилдилар. Янги топилган радио манба «Кичик яшил одамчалар» ҳақидаги хабарнинг матбуотда эълон қилиниши, дунё астрономлари учун ҳақиқий шов-шувга сабаб бўлди.

Дунёнинг барча йирик радиоастрономик марказлари ўз телескоплари билан осмоннинг импульсли радиообъектларини кузатишга ва текширишга киришдилар ва самонинг ҳамма томонини «титкилаб», «элакдан ўтказдилар». Бундай «тинтув» натижасида, салкам бир йил давомида 27 та шу хилдаги объект топилди. Шундан сўнг импульсли объектлар фанда пульсарлар деб юритила бошланди.

Топилган пульсарлар ичида Ж. Бэлл топган биринчи пульсар CP 1919 (бу ерда С — Камбирджни, P — пульсарни, 1919 — унинг осмонда координатларини характерлайди) яхши ўрганилган бўлиб, ундан келаётган импульснинг давомийлиги асосида пульсарларнинг катталиги ҳақида дастлабки маълумот олинди. Маълум бўлишича, пульсарларнинг радиуси атиги бир неча минг

километр экан (Қуёшнинг диаметри 1 миллион 400 минг километр).

Пульсарларга тегишли бошқа бир муҳим янгилик — уларгача бўлган масофаларнинг аниқланиши эди. Пульсарлардан келаётган импульснинг бир-бирига яқин частотада ишлайдиган радиотелескопларда қайд қилиниши, уларгача бўлган масофаларни ўлчаш имконини берадиган муҳим омилдир. Гап шундаки, турли частотага мос электромагнит тўлқинлар гарчи идеал вакуумда бир хил ёруғлик тезлиги билан ҳаракатлансаларда, ионлашган муҳитдан ўтаётганда ҳар хил тезликда ҳаракатланадилар. Бунда катта частотага мос тўлқиннинг тарқалиши тезлиги, кичик частотага (яъни узун тўлқин узунлигига) мос тўлқиннинг тарқалиш тезлигидан катта бўлади. Юлдузларро бўшлиқдаги эркин электронлар концентрациясини баҳолаб, шу метод ёрдамида бир вақтнинг ўзида бир-бирига яқин икки частотада маълум пульсарни кузатиш асосида унгача бўлган масофа аниқланди. Шу усулда аниқланадиган масофа доимо қисқа частотали тўлқиннинг қўшни катта частотали тўлқиндан кечикиш вақтига пропорционал бўлади. Эслатилган метод асосида ҳисоблашлар биринчи топилган CP 1919 пульсарнинг биздан узоқлиги 400 ёруғлик йилига тенг эканлигини кўрсатди.

Пульсарлар физик табиатининг аниқ эмаслиги, бу радиопульсарлар ташқи цивилизация (Қуёш системасидан ташқарида — айрим юлдузларнинг атрофидаги сайёраларда истиқомат қилувчи онгли мавжудотлар)нинг сунъий радиосигналлари, деган гипотезанинг узоқ «яшаши»га имкон берди. Бироқ, кейинчалик бундай назария, махсус метод билан текшириб кўрилиши натижасида, пульсарларнинг сунъий радиоманбалар эмаслиги аниқланди. Эслатилган метод қўйидаги мулоҳазаларга таянади.

Маълумки, самонинг ихтиёрий юлдузи атрофида ҳаракатланаётган планетада сунъий радиоманба жойлашган бўлса, у ҳолда бу планетанинг ўз юлдузи атрофида айланиши натижасида эслатилган сунъий радиоманбанинг частотаси даврий (планетанинг юлдуз атрофида айланиш вақтида тенг давр билан) ўзгариш хусусиятига эга бўлади. Гап шундаки, пульсарларни кузатиш натижасида бундай даврийликнинг қайд қилиш борасида барча уринишлар бекор кетди. Бу эса, ўз навбатида,

пульсарлар сунъий радиоманбалар эмаслигини узил-кесил ҳал қилади.

Қувватли радиоманбалар сифатида танилган пульсарлар оптик диапазонда (кўзга кўринадиган нурларда) нурланмасмикан, деган савол олимлар диққатини ўзига тортди. Бу саволга жавоб топиш мақсадида собиқ Совет Иттифоқи ва АҚШнинг йирик телескопли бир неча астрономик обсерваторияларида пульсарларнинг манбалари синчиклаб кузатила бошланди.

Ниҳоят, 1968 йилнинг охирларида, Савр юлдузлар туркумидаги қисқичбақасимон туманликнинг марказида кўримсизгина юлдузчанинг (кейинчалик бу юлдузча NP0531 деб номланган) пульсар билан устма-уст тушиши астрономия тарихида муҳим янгиликлардан бири бўлди.

Эслатилганидек қисқичбақасимон туманлик қарийб минг йиллик тарихга эга бўлиб, 1054 йилда портлаган ўта янги юлдуздан улоқтирилган материя ҳисобига вужудга келган. Бу туманликнинг марказидан ўрин олган ўта янги юлдузнинг қолдиғи, даври 0,033 секундли пульсар бўлиб чиқди.

Қизиғи шундаки, 1933 йилда Л. Ландау бошчилигидаги бир группа совет олимлари юлдузлар эволюциясига бағишланган назарий ишларида массаси Қуёш массасидан тахминан икки баравар катта юлдузлар, ядро ёқилғисининг асосий қисмини ишлатиб бўлгач (водород запасининг асосий қисми гелийга айланиб тугагач), ҳалокатга юз тутишини маълум қилган эдилар. Бундай ҳалокатнинг содир бўлишининг сабаби, юлдузнинг марказий қисми — водород ёнадиган «ўчоқ»да ёқилғининг камайиши туфайли оловнинг сўнишидандир. Оловнинг сўниши, ўз навбатида, юлдуз ядросида босимнинг камайишига олиб келади. Юлдуз марказида босимнинг камайиши туфайли гравитацион сиқилиш устунлик қилиб, унинг сиртқи қатламларини маълум тезланиш билан юлдузнинг маркази томон силжишига сабаб бўлади. Бундай сиқилиш жараёни, оқибатда юлдузнинг кучли портлаши билан тугайди. Ўта янги юлдузларнинг портлаш қуввати шу қадар каттаки, бу моментда баъзан «қуролланмаган» кўз билан уларни кундузи ҳам кўриш мумкин бўлади. Бундай қувватли портлашлар жуда кам учрайди, шунинг учун ҳам кишилик тарихида улар атиги бир неча мартагина қайд қилинган холос.

Юқорида эслатилгандек, олимлар 30-йиллардаёқ

ўта янги юлдузнинг портлаш жараёнини назарий ишлаб чиққан эдилар. Бу назарияда портлаш туфайли юлдузнинг ташқи қобиғи юлдузлараро бўшлиққа улоқтирилиши пайтида, босим бир неча миллиард атмосферага етиши ва бундай босим таъсирида юлдуз ядроси жуда катта гравитацион куч билан сиқилиши қайд қилинган эди. Оқибатда, гравитация кучи таъсирида юлдуз ядросини ташкил этган атомлар ўз хусусиятларини йўқотиб қобиқ электронлари билан қўшилиб нейтронларга айланиб қолади.

Шундай қилиб, у назария ўта янги юлдузнинг портлаши туфайли, унинг ядроси нейтрон юлдузга айланиб қолишини, ҳамда бундай юлдузларнинг диаметрлари $10 \div 100$ километр атрофида бўлиб, зичлиги атом ядросининг зичлигига (10^{12} кг/см³) яқин боришини исбот қилди.

Хўш, нейтрон юлдузларнинг пульсарларга қандай алоқаси бор?— деган савол туғилади. Ҳамма гап шундаки, агар биз Қисқичбақасимон туманлик 1054 йилда кузатилган ўта янги юлдузнинг қолдиғи эканлигини эътиборга олсак, унинг марказидан топилган хира юлдузча, юқоридаги назарияга кўра, нейтрон юлдуз бўлиши лозим эди. Шунинг учун ҳам 1968 йили америкалик радиоастрономлар Стэйлин ва Райфенстайн томонидан Қисқичбақасимон туманлигининг марказий қисмида пульсар — нейтрон юлдуз эмасмикан, деган шубҳа туғилди. Олимлар узоқ фикр олишувдан сўнг агар бу топилган қолдиқ юлдузча пульсар бўлса, унда оптик диапазонда ҳам даврий импульслар тарқатиши лозим, деган хулосага келдилар. Оптик диапазонда ҳам пульсарларнинг импульсли ёруғлик чиқаришини кузатиш юзасидан уюштирилган астрономларнинг «ови», кўп ўтмай, ижобий натижа билан тугади. 1969 йили Қисқичбақасимон туманликдаги NP0531 пульсардан астрономлар В. Кон, М. Дисней ва Д. Трейлорлар Стюарт обсерваториясининг (Аризон штати) 36 дюймли телескопида оптик импульсларни қайд қилдилар.

Шундай қилиб, назарий жиҳатдан бундай қарийб учдан бир аср илгари илмий асосланган ўта янги юлдузларнинг қолдиғи — нейтрон юлдузлар — пульсарлар бўлиб чиқди. Гарчи бу билан пульсарлар масаласи бир оз ойдинлашгандек бўлса-да, аслида уларга тегишли асосий жумбоқ ҳали очилмаган эди. Бу жумбоқ асосида, пульсарларнинг радио диапазонда нурланиш сирини ва унинг узлуклигини тушунтириш ётарди. Шу нуқтан назардан

яна Савр юлдуз туркумидаги Қисқичбақасимон туманликка қайтишга тўғри келади. Бу туманлик марказидаги қуюлма-юлдуз қолдиғи эканлигини ХХ асрнинг машҳур астрономи Вальтер Бааде ўзининг узоқ кузатишлари асосида қайд қилган эди. Туманлик таркибидаги айрим «тола»лар тезлигининг секундига 3000 минг километргача етиши олим томонидан спектрал анализ йўли билан аниқлангач, унинг ўз гипотезасига ишончи яна ҳам ортди. Топилган юлдузнинг радиоманбага қанчалик алоқадорлигини аниқлаш учун бу манбанинг бурчак катталигини ва координаталарини жуда катта аниқлик билан топиш талаб этилар эди. Бундай мураккаб масалани ечишда фавқулодда табиий бир ҳолат жуда қўл келди. Гап шундаки, Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракат йўлининг (орбитасининг) бир қисми Қисқичбақасимон туманликка проекцияланиб ўтар экан. «Фурсатдан фойдаланган» радио астрономлар туманликни Ой билан тўсилиш пайтларида кузатиш натижасида, унинг марказий қисмидаги радиоманба ярим секундли (0,5") ёйдан катта бўлмаган ўлчамга эга эканлигини аниқладилар.

Астрономия тарихида ҳам, бошқа фанлардаги каби узоқ йиллар кузатилган бўлса-да, бироқ ўзларининг сирли табиатларидан олимларни «огоҳ» қилмаган объектлар кўп бўлган. Пульсарлар худди шу хилдаги объектлардан бири бўлиб, улар топилгунга қадар камида юз йиллар давомида оптик диапазонда кузатилган, бироқ уни илм дунёсида бу қадар кучли сенсацияга сабаб бўлувчи объект эканини ҳеч ким тасаввур ҳам қилмаган эди.

Пульсар очилиши биланоқ, астрономия фанининг диққат марказига тушди. Гап шундаки, пульсарлар Жеклен Бэлл радиотелескопида ўз «жамоли»ни кўз-кўз қилиб, астрономларга биринчи бор ўзини таништиришидан бироз олдин, олим Н. Кардашов илмий асосда уни очиб беришга жуда яқинлашиб келган эди. 1964 йили Қисқичбақасимон туманлик магнит майдонининг келиб чиқишига доир мураккаб муаммони ҳал қилиш масаласида олим қўйидаги ғояни илгари сурди. «Ўта янги юлдузнинг портлаши натижасида унинг марказий қисми ҳалокатли сиқилишини «бошидан ўтказди» ва гарчи бундай сиқилиш оқибатида юлдуз дастлабки катталигига нисбатан юз минглаб баравар кичрайсада, бироқ унга тегишли икки физик катталик деярли ўзгармайди». Булардан бири — юлдуз ҳаракат миқдорининг моменти, иккинчиси — унинг магнит оқимидир.

Маълумки, M массали ва R радиусли аниқ ўқ атрофида v — чизиқли тезлик билан айланувчи жисм ҳаракат миқдорининг моменти K қуйидаги математик ифода билан белгиланади: $K = Mv \cdot R = \text{const}$.

Бинобарин, ҳаракат миқдорининг моменти ўзгармай сақланиши учун портлаш натижасида, юлдуз радиусининг юз минг баравар кичрайишига, айланиш тезлигини эса шунча марта ортишига олиб келади (чунки M деярли ўзгармайди). Бу эса, қолдиқ юлдузнинг P — даврини ўн миллиардлаб баравар камайишига олиб келади, чунки жисм айланишининг чизиқли тезлиги билан унинг даври орасида қуйидаги муносабат мавжуд:

$$v = \frac{2\pi R}{P} \text{ ёки } P = \frac{2\pi R}{v}$$

v , P га тескари пропорционал катталиқ бўлганидан юлдузнинг айланиш даври, унинг радиуси квадратига тўғри пропорционал бўлади.

Мисол тариқасида, ўртача катталиқдаги юлдуз сифатида Қуёшни қараш мумкин. Ўз ўқи атрофида нисбатан секин (27 суткада бир марта) айланадиган Қуёш нейтрон юлдузга айланиб қолса, унинг диаметри атиги 6 километрга тенг бўлиб, секунднинг ўн мингдан бир бўлагидаяқ ўз ўқи атрофида бир марта айланадиган бўлиб қоларди. Шундай қилиб, механиканинг баён қилинган оддий қонуниданоқ, нейтрон юлдузларнинг ўз ўқи атрофида жуда катта тезлик билан айланиши маълум бўлади. Шунингдек, магнит оқимининг сақланиш қонунига кўра, нейтрон юлдузлар, энг қувватли магнит майдонига эга бўлган объектлар бўлиши табиийдир, чунки R радиусли, H — магнит майдонли объект учун қуйидаги тенглама ўринлидир: $HR^2 = \text{const}$. Бундай ифодадан маълум бўлишича, юлдузнинг сиқилиш жараёнида, унинг сиртидаги магнит майдонининг кучланганлиги, юлдуз радиусининг квадратига тескари пропорционал равишда ортади. Келтирилган тенгламадан кўринишича, нейтрон юлдузнинг сиртида майдон кучланганлигининг миқдори ўн миллиард Эрстедгача етади (солиштириш учун: Ер магнит майдони кучланганлигининг ўрта кенгликлардаги катталиги, атиги ярим Эрстедни ташкил қилади). Лекин физиклар, Ер шароитида, ҳали бундай тартибдаги кучланганликка эга бўлган майдонга эриша олганлари йўқ. Улар ҳозирча Ердаги ўз лабораторияларида чегараланган жойда, микросекундлар билан ўлчанади-

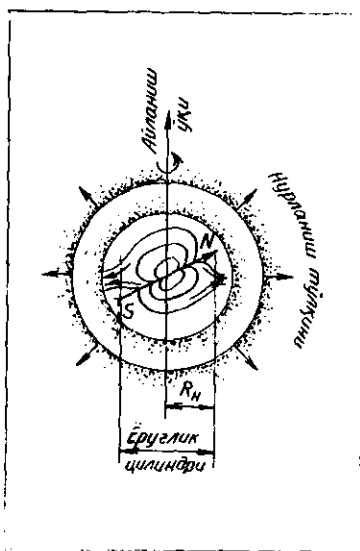
ган жуда қисқа вақт — атиги бир неча миллион эрстед кучланганликка эга бўлган магнит майдонини ҳосил қилдилар холос.

Пульсарларнинг магнит майдони энергиясининг манбаига алоқадор назария ҳам совет астрофизиги И. Кардашовнинг қаламига мансубдир. Бу назарияда таъкидланишича, нейтрон юлдузларининг магнит майдон энергияси, юлдузларнинг кинетик энергияси ҳисобига содир бўлади. Шунинг учун ҳам вақт ўтиши билан нейтрон юлдузларнинг айланиш кинетик энергияси камайиб боради. Бу эса, ўз навбатда, унинг даврининг секин-аста узайишига олиб келади. Ушбу назария кейинчалик италиялик олим Ф. Пачинининг илмий-тадқиқотларида ҳам тўла тасдиқланди.

Боринги, пульсарлар нейтрон юлдузлар бўлсин ҳам дейлик, у ҳолда уларнинг импульсли радио сигналларининг «туғилиши»ни қандай тушунтириш мумкин?

Пульсарлар радиоманбаининг механизмини нейтрон юлдузларнинг айланишидан, деб тушунтиришга ҳаракат қилганлардан бири америкалик астроном Т. Голддир. Унинг пульсарлар радионурланишини тушунтирувчи гипотезаси 37-расмда келтирилган.

Нейтрон юлдузнинг магнитосферасидан ўрин олган ва бир вақтлар портлаган ўта янги юлдузнинг маҳсули бўлган ионлашган газ (плазма) магнитосфера билан бирга нейтрон юлдузнинг бурчак тезлигига тенг тезлик билан айланади. Бунда нейтрон юлдузнинг марказидан узоқлашган сайин плазманинг тезлиги кескин ортиб бораверади, чунки айланма ҳаракатланаётган плазманинг чиққли тезлигига унинг марказидан узоқлиги R билан қуйидагича боғланишда бўлади: $v = \omega R$, бу ерда ω — бурчак тезлик.



37- расм. Нейтрон юлдузларнинг нурланиш механизми.

Агар R учун $R_n = \frac{c}{\omega}$ шарт бажарилса (c — ёруғлик тезлиги), у ҳолда нейтрон юлдуз ўқидан R_n масофада ётувчи сирт цилиндрик сирт бўлиб, унга «ёруғлик цилиндри» дейилади. Бундай дейилишига сабаб, ички томонидан «ёруғлик цилиндри»га яқинлашган сайин плазманинг тезлиги ёруғлик тезлигига интилади. Цилиндр сиртида ётган нуқтанинг чизиқли тезлиги эса ёруғлик тезлигига тенг бўлади.

Нисбийлик назариясига асосланган ҳисоблашлардан маълум бўлишича, цилиндр ўқидан (нейтрон юлдуз ўқидан) R_n га яқин масофада гурувчи плазманинг электронлари $\left(\omega \cdot \frac{E}{mc^2}\right)$ қийматига яқин частота билан нурлана бошлайди;

бу ерда $E = \gamma m c^2 = \frac{m c^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$ — ёруғлик тезлигига

яқин (u) тезлик билан ҳаракатланаётган m массали электроннинг энергиясини характерлайди. Релятивистик заррача (ёруғлик тезлигига яқин тезлик билан ҳаракатланувчи заррача) ҳар доим унинг оний тезлигининг вектори v_1 билан ўқи устма-уст тушувчи конус ичида нурланади. Бунда конус учидаги фазовий бурчакнинг «ёйиқлиги» $\theta \cdot \frac{m c^2}{E}$ ифодадан топилади.

Пульсарлар радионурланишларининг баён қилинган бу «кинематик» назариясининг бошқа шу хусусда яратилган гипотезалардан афзаллиги шундаки, бундай назария, пульсарларнинг турли частоталарда нурланиш диаграммаларининг бир хиллигини мустақил тушунтириш имконини бера олади.

Пульсарларнинг нурланишини тушунтиришга бағишланган бошқа бир гипотеза Радхакришнан ва Кук томонидан таклиф қилинди. Гарчи улар илгари сурган назария ҳам, Голд назариясидаги каби пульсарлар радионурланишининг манбаи — релятивистик электронлар деб қарасада, бироқ бу гипотезада электронлар, «ёруғлик цилиндри» яқинидаги электронлардан фарқ қилиб, «ўз-ўзидан» релятивистик деб талқин қилинади. Шунингдек Радхакришнан — Кук гипотезасига кўра, магнитосферанинг релятивистик электронлари, синхротрон радионурланиш (электронларнинг тормозланиш ҳисобига нур-

ланиш) манбаининг ролини ўтовчи электронлардан фарқ қилиб, нейтрон юлдуз магнит майдонининг куч чизиқлари атрофида спирал бўйлаб ҳаракатланмайдилар.

Янги таклиф этилган гипотезага кўра, пульсарларнинг радиоимпульсли манбаи, уларнинг магнит қутблари яқинида майдон куч чизиқлари бўйлаб ҳаракатланаётган релятивистик электронлардир. Бунда нурланиш жараёни, асосан, майдон куч чизиқларининг эгрилиги туфайли содир бўлади.

Гарчи пульсарларнинг нурланиш манбаи нейтрон юлдузларнинг айланишидандир, деб тушунтирувчи бу икки гипотеза ҳам илмий нуқтаи назардан маълум қизиқиш касб этсада, бу борада олиб борилган кейинги тадқиқотлар, таклиф этилган назарияларда ҳали жиддий камчиликлар борлигини маълум қилди. Бу эса, ўз навбатида пульсарларга тегишли жумбоқнинг ечилиши масаласида аниқ бир хулосага келишга ҳали эрта эканлигидан да-вак беради.

МУНДАРИЖА

Сўзбоши

I б о б. Юлдузлар осмони ва осмон координаталари

1- §. Осмон, сфераси, унинг асосий нуқта, чизиқ ва айланалари	6
2- §. Қуёшнинг йиллик кўринма ҳаракати. Эклиптика	8
3- §. Ериткичларнинг кўринма ҳолатлари. Юлдуз туркумлари	9
4- §. Қуёш, Ой ва юлдузларнинг кўринма ҳаракатлари	10
5- §. Горизонтал координаталар системаси	13
6- §. Экваториал координаталар системалари	14
7- §. Эклиптикал координаталар системалари	15
8- §. Олам қутбининг баландлиги ва жойнинг географик кенглиги орасидаги боғланиш	16
9- §. Турли географик кенгликларда осмон сферасининг суткалик кўринма айланиши	17

II б о б. Телескоплар — астрономларнинг кўзи

1- §. Телескопларнинг яратилиши тарихидан	21
2- §. Сайёрамизнинг энг ўткир кўзи	27
3- §. Коинотни тинглаш учун энг сезгир «қулоқ»	31
4- §. Ерости телескопи	38

III б о б. Қуёш — энг яқин юлдуз

1- §. Қуёш — Ердаги ҳаётнинг манбаи	44
2- §. Қуёш фотосфераси: донадорлик ва машъаллар	46
3- §. Қуёш доғлари — магнит ороллари	48
4- §. Протуберанецлар — аланга «тил»лари	51
5- §. Қуёшда портлашлар	53
6- §. Қуёш «тожи»	54
7- §. Қуёш энергиясининг манбаи нима?	56
8- §. Қуёш буюк дирижёр	57

IV б о б. Сайёралар ва уларнинг «ой»лари

1- §. Меркурий — Қуёшнинг кенжаси	62
2- §. Зуҳра — «тонг юлдузи»	65
3- §. Ер — сайёра	71
4- §. Ойга саёҳат	74
5- §. Миррих — «уруш худоси»	80
6- §. «Қизил доғ»ли улкан сайёра	90
7- §. Ҳалқали Зуҳал	97
8- §. Уран — ёнбош планета	103
9- §. Қалам учида топилган сайёра	106
10- §. Сирли Плутон	108

V б о б. Қуёш системасининг майда жисмлари

1-§. Астероидлар — майда сайёралар	111
2-§. «Думли юлдузлар» тарихидан	114
3-§. Сочли «юлдуз» нинг «боши» ва «думи» ҳақида	121
4-§. Кометалар Ер билан тўқнашадими?	128
5-§. Думли юлдузларнинг «ўлими» ва метеор «ёмғирлари»	130
6-§. Самонинг «Дайди тошлари»	132
7-§. Тунгусга тушган «меҳмон»	140

VI б о б. Танишинг: юлдузлар

1-§. Юлдузларгача масофа қандай ўлчанади?	144
2-§. Юлдузларнинг ўлчамлари. Қизил гигантлар ва оқ миттилар	147
3-§. Юлдузларнинг ранги ва спектрлари	157
4-§. Юлдузларнинг массаларини ҳисоблаш	151
5-§. Юлдузларнинг «ёши» ва эволюцияси	158
6-§. Юлдуз тўдалари	163
7-§. Нейтрон юлдузлари (пульсарлар)	169

На узбекском языке

МАМАДМУСО МАМАДАЗИМОВ

**КНИГА ДЛЯ ЧТЕНИЯ
ПО АСТРОНОМИИ**

Пособие для учителей
и учащихся средних школ

Ташкент «Уқитувчи» 1992

Бўлим мудирн *У. Ҳусанов*
Муҳаррир *М. Пўлатов*
Расмлар муҳаррири *Н. Сучкова*
Техн. муҳаррир *С. Турсунова*
Мусаҳҳиҳ *Э. Содиқова*

ИБ № 5762

Теришга берилди 11.10.91. Босишга руҳсат этилди 22.07.92. Формати 84×108¹/₃₂.
Литературная гарнитураси. Кегли 10 шпонсиз. Юқори босма усулида босилди.
Шартли б. л. 9,87. Шартли кр. отг. 10,29. Нашр. л. 8,48. Тиражи 2000. Бу-
юртма № 2472/33.

«Уқитувчи» нашриёти. Тошкент—129. Навоий кўчаси, 30. Шартнома 9—197—91.

Ўзбекистон Давлат матбуот қўмитаси ҳузуридаги Тошкент китоб-журнал
ишлаб чиқариш фабрикасида босилди. Тошкент, Юнусобод даҳаси, Мурадов
кўчаси, 1.

М 23

Мамадазимов М. М.

Астрономиядан ўқиш китоби: Урта мактаб ўқувчилари ва ўқитувчилар учун / (Махсус муҳаррир А. Т. Мирзаев).— Т.: Ўқитувчи, 1992.— 184 б.

Мамадазимов М. М. Книга для чтения по астрономии.

ББК 22.6я721

АЗИЗ УҚУВЧИЛАР ВА МУҲТАРАМ МУАЛЛИМЛАРИ

«Уқитувчи» нашриёти 1993 йилда Сизлар учун физика ва математикадан ушбу китобларни нашр этади:

1. **С. Ҳ. Сирожиддинов, М. Мирзаҳмедов.** Математика касби ҳақида суҳбатлар. 5,0 б. т.

2. **Т. Мирзажонов.** Атомжоннинг ажойиб саргузаштлари. 7,0 б. т.

3. **С. Орифжонов.** Физикадан масалалар тўплами, 8-синф, 4,0 б. т.

4. **Сотиболдиев, М. Мирзаҳмедов.** Уқувчиларни математика олимпиадаларига тайёрлаш. 15,0 б. т.

5. **А. Раҳимқориев.** Тенгсизликларни график усулда ечиш, 8,0 б. т.

6. **Ф. Нурматова.** Физика. Ўзбекча-русча тушунчалар изоҳли луғати, 12,0 б. т.

Сиз бу китоблар ва нашриётимиз чоп этадиган Сизга зарур бошқа адабиётлар билан ўзингизга яқин китоб дўконларида нашр режамиздан танишишингиз ва буюртма беришингиз мумкин.