

М. М. МАМАДАЗИМОВ

# Астрономиядан ўқиши китоби

*Ўрта мактаб ўқуевчилари  
ва ўқитувчилар учун*

ТОШКЕНТ «УҚИТУВЧИ» 1992

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

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

Китобда осмон жисмлари ҳақидаги энг янги ютуқлар ҳақида ҳикоя қилинган. Сайёralар ва Қуёшнинг табнати, уларда рўй, бераётган ҳодисалар, сайёralараро космик парвозлар натижасида олинган фан ютуқлари ёритилган. Самовий жисмлар: кометалар, метеорлар ҳақида қизиқарли ва ғаройиб тарихий маълумотлар келтирилган.

Кўлланма мактаб ўқувчилари ва ўқитувчилари учун аталган бўлиб, у кенг китобхонлар оммаси учун ҳам фойдали ва қизиқарлидир.

M 4306011300—182  
353 (04) — 92 178—92

© «Ўқитувчи» нашриёти, Т. 1992

ISBN 5-645-01518-X

*Буюк астроном ва математик,  
УЛУФБЕК МУҲАММАД  
ТАРАФАЙнинг 600 йиллик  
таваллудига бағишиланади.*

## **СУЗ БОШИ**

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

Хусусан, радиоэлектрониканинг ривожланиши, осмон жисмларидан тараалаётган 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 ангстремгacha (1 ангстрем — 100 миллиондан бир сантиметрии ташкил қиласи) бўлган нурлардагина олиб борилар эди. Шубҳасиз бундай ҳол, осмон жисмларida кечеётган жараёнларнинг физик манзарасини тўлалигача намоён қилиш имконига эга бўлмай, мазкур ҳодиса ҳақида тўғри хулоса чиқаришга имкон бера олмаслиги билан жиддий камчилликка 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-

биятларини ҳар тарафлама ўрганишнинг имкони йўқ эди.

Ўтган асрнинг ўрталарида келиб, француз физиклари Физо ва Фуко фотографик эмульсияни ихтиро қилдилар. Бу кашфиёт асосида осмон жисмларидан келаётган нурланишларнинг — яқин ультрабинафша ва инфрақизил (ёруглик 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 асrimизнинг 30-йиллари ҳадя 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 билдирилар. 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 сермаҳсул 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 обўсими юксаклийка кўтарди. Гап шундаки, миллиардлаб йиллар нурланаётib, Коинотга

тинимсиз энергия тарататётган 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 усуслари ташкил қиласди.

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 ўқиши китобини сиз муҳтарам астрономия ишқибозларини қизиқтирган, мазкур фаннинг асосий кузатиш асбоблари, Қуёш системасининг жисмлари, юлдузлар, янги очилган қувватли ва сирли осмон жисмларига бағишлиди.

Ўқув предметлари бўйича яратилаётган астрономиядан ушбу ўқиши китоби бу соҳада ўзбек тилида яратилаётган биринчи қўлланмалардан бўлганидан айrim камчиликлардан холи бўла олмаслиги аниқ. Шуни эътиборга олиб, муаллиф, бу китобча ҳақидаги барча таклиф ва мулоҳазаларингизни миннатдорчилик билан қабул қиласди.

Шунингдек, ушбу ўқиши 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- Б О Б. ЮЛДУЗЛАР ОСМОНИ ВА ОСМОН КООРДИНАТАЛАРИ**

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

Осмон жисмларининг 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 оддин, айrim 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 қиласди. Осмон сферасида ёриткичларнинг ўзаро жойлашиши, кўринма ва ҳақиқий ҳаракатларини ўрганишда унинг қўйидаги 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 чизиқка перпендикуляр ҳолда ўтувчи текислик билан кесишишидан ҳосил бўлган катта айлана математик горизонт деб юритилади. Математик горизонт текисли-

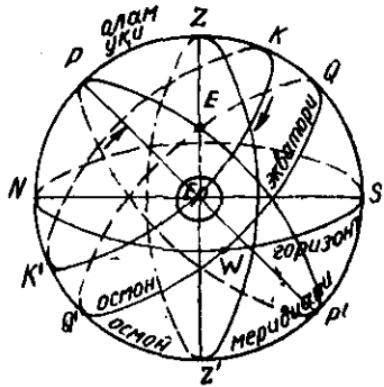
гига параллел текисликлар билан осмон сферасининг кесишишидан ҳосил бўлган айланалар эса альмуқантаратлар дейилади. Осмон сферасини вертикал ўқ орқали ўтувчи текисликлар билан кесишишидан ҳосил бўлган катта айланалар эса вертикал айланалар деб аталади. Юқорида эслатилган нуқта ва чизиқлар Ер шарида кузатувчини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

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

Ер ўқи давомларининг осмон сфераси билан кесишиган 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 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 текислигда ётиб, олам қутблари, зенит ва надир нуқталаридан ўтувчи катта айлана осмон меридиани дейилади. Унинг математик горизонт билан кесишиган нуқталари эса шимол (оламнинг ши-



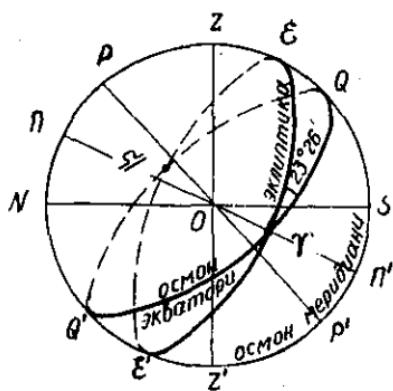
1-расм. Осмон сферасининг асосий нуқта, чизиқ ва айланалари.

молий қутбига яқини) ва жануб (жанубий олам қутбига яқини) нуқталари деб аталади. Бу нуқталардан  $90^{\circ}$  ма-софада ётган математик горизонт нуқталари — шарқ ва ғарб нуқталари дейилади. Математик горизонт текислиги бўйлаб йўналиб, шимол ва жануб нуқталарини туташтирувчи тўғри чизиқ туш чизиги деб юритилади.

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 шарқقا томон силжиши, эслатилганидек, жуда қадимдан сезилган. Бу силжиш ҳар суткада салкам  $1^{\circ}$  га teng бўлиб, бир йилда Қуёш, осмон сферасининг зодиак юлдуз туркумлари орқали бир марта тўла айланни чиқади. Қуёшнинг йиллик кўринма бу йўли катта айланга бўлиб, у эклиптика деб юритилади (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 қиласди. Бундан эклиптика текислигининг осмон экваторига оғомалиги  $23^{\circ}26'$ , экани маълум бўлади. Эклиптиканинг тўртта асосий нуқтаси бўлиб, булардан иккитаси унинг осмон экватори билан кесишган нуқтасини, қолган иккитаси эса — осмон экваторидан энг катта оғишига эга бўлган нуқталарини характерлайди. Экватор билан кесишган нуқталардан бири (Қуёш жанубий ярим шардан шимолий ярим шарга кесишиб ўтганда ҳосил бўлгани) — баҳорги tengкунлик нуқтаси  $\gamma$  дейилиб, Қуёш унда 21 март куни бўлади; иккинчиси — кузги teng кунлик нуқтаси  $\Omega$  дейилиб,



2-расм. Эклиптика — Қуёшнинг йиллик кўринма йўли.

итаси  $\gamma$  дейилиб, Қуёш унда 21 март куни бўлади; иккинчиси — кузги teng кунлик нуқтаси  $\Omega$  дейилиб,

унда Қуёш 23 сентябрь куни бўлади. Эклиптиканинг осмоннинг шимолий ярим шаридаги энг катта оғишга эга бўлган ( $+23^{\circ}26'$ ) нуқтаси — ёзги Қуёш туриши нуқтаси  $\delta$  дейилиб, бу нуқтада Қуёш 22 июнда, жанубий ярим шардаги энг катта оғишга эга бўлган нуқтаси  $\delta'$  эса қиши 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 фонида 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 оғвалиги Ер экваторининг ўз орбита текислиги оғвалиги билан бир хил бўлиб,  $23^{\circ}26'$  га тенг бўлади. Осмон сферасида эклиптикан ўхудди шу тарзда акс қилиш мумкин.

### 3- §. Ёриткичларнинг кўринма ҳолатлари, юлдуз туркумлари

Ер сиртининг қайси нуқтасидан туриб қаралмасин, ёриткичлар (Қуёш, Ой, сайёralар 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 туманликлар ва баъзан кометаларни кўрамиз. Гарчи бир қарашда, юлдузларнинг сон-саноғи йўқдек туюлса-да, аслида «қуролланмаган» кўз билан қаралганда, осмоннинг маълум ярим сферасида уларнинг сони З 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 замонлардаёт, 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 (Катта 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 киравчи бир неча ёруғ юлдузлар юонон алифбосининг ҳарфлари ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  ва ҳоказо) билан белгиланадиган бўлди. Шунингдек 130 га яқин ёруғ юлдузга хусусий ном берилди. Жумладан, Катта Итнинг  $\alpha$  си — Сириус, Аравакашнинг  $\alpha$  си — Капелла, Лиранинг  $\alpha$  си — Вега, Орионнинг  $\alpha$  си — Бетельгейзе, Персейнинг  $\alpha$  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 киравчи бир неча ёруғ юлдузлар шу туркумга (ёки баъзан қўшни юлдуз туркумига) киравчи хира юлдузларни топишда яхши мўлжал бўлиб хизмат қиласди.

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 ўргангандиши 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 қиласи 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, фарбда 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, фарбга ботаётгани ҳолда, бир қисми маълум қўзғалмас нуқта атрофида концентрик айланалар чизаётганини кўради. Бу қўзғалмас нуқта оламнинг шимолий қутби деб юритилади. Оламнинг шимолий қутби, Кичик Айқ юлдуз туркумининг (Катта Айқ — Етти қароқчи (Чўмич)га қўшни юлдуз туркуми) энг ёруғ — альфа юлдузига жуда яқин (ораси тахминан  $1^{\circ}$ ) жойлашган. Кичик Айқнинг бу юлдузи Қутб юлдузи деб ном олган.

Қуёш ва Ойнинг суткалик ҳаракатлари ҳам шарқдан фарбга 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 фарбда ботгани ҳолда, кейин унинг чиқниш ва ботиш нуқталари шимол томонга силжиб боради ва бу ҳол 22 июня гача давом этиб, сўнгра чиқиш ва ботиш нуқталари аксинча, горизонтнинг жануб томонига силжий бошлиди. Бу даврда Қуёшнинг туш пайтидаги баландлиги пасая бориб, кундуз қисқаради, тун эса аксинча узаяди.

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

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

Қүёшни бир неча ой давомида системали кузатилиши, унинг ҳам Ой каби юлдузларга нисбатан ғарбдан шарққа силжиб боришини маълум қиласы. Қүёшнинг бундай күрингим ҳаракати туфайли суткалик силжиши Ойникига нисбатан жуда кичик болып, атиги 1 градусга яқин өткін ташкил қиласы да бир йилда бир маңта тұла айланиб чиқади.

Қүёш ва Ойнинг осмонни бир тұла айланиб чиқыш йүллари бир-бирига яқин. Улар кесиб үтадиган юлдуз туркумлари зодиак юлдуз туркумлари дейилиб (грекча зоо-хайвонлар дегани), улар 12 та: Ҳұт, Ҳамал, Савр, Жавзо, Асад, Сүмбула, Мезон, Ақраб, Қавс, Жадди, Даңыз. Булардан бириңчи учтасини Қүёш баҳор ойла-рида, нағылданған учтасини өзгі ойларда, қолғанларини эса, мос равишида, куз ва қишлоғ ойларда кесиб үтади. Шубҳасиз, Қүёш үтәётган юлдуз туркумининг юлдузлари Қүёшга яқин бурчак оралиқда жойлашганидан яхши күрингимдей иштеп, ярим йил үтгач, ярим кечада бу юлдузлар горизонтдан жануб томонда әнг катта ба-ландликда күрингидилар.

Жуда қадим замонларда ең кишилар зодиак юлдуз туркумлари соҳасида, ташқи күрингимлари жиҳатидан юлдузларга үхшаш, бироқ юлдузлардан фарқ қилиб, уларға нисбатан вазиятларини үзгартыриб борувчи бешта ёриткични кузатғанлар. Юлдузлардан фарқланувчи бундай хұсусиятлари эвазига уларға адашған юлдузлар-планеталар (ёки сайёралар) деб ном бердилар. Қадимги Римда «адашған юлдузлар» рим худоларининг номлари билан Меркурий, Венера, Марс, Юпитер ва Сатурн деб атала бошлаган.

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

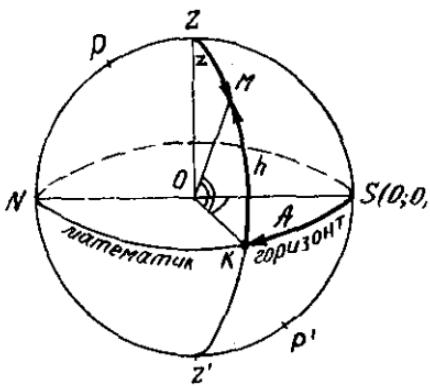
Сайёраларнинг күрингим ҳаракатлари ҳам зодиак юлдуз туркумлари чегараларыда кузатилиб, уларнинг юлдузларга нисбатан силжишлари асосан Қүёш ва Ойнинг силжишлари каби ғарбдан шарққа бұлади.

## 5- §. Горизонтал координаталар системаси

Горизонтал координаталар системасида ёриткичларнинг ўрни икки координата билан характерланади. Булардан бири ёриткичининг  $A$  — азимути, иккинчиси  $h$  — баландлиги дейилади. Бу системада координата боши қилиб жануб нуқтаси ( $S$ ) олинади. Ёриткичининг азимути деб, у орқали ўтказилган вертикаль ярим айлананинг жануб меридиани билан зенитда ҳосил қилган сферик бурчагига айтилади (3-расм). Кўпинча, азимут шу бурчакка тирадан ва математик горизонт бўйлаб йўналган ёй билан, яъни жануб нуқтасидан ( $S$ ) эслатилган вертикаль ярим айлананинг математик горизонт билан кесишган нуқтаси ( $K$ ) гача бўлган ёй узунлиги билан ўлчанади. Ёриткичининг баландлиги эса ёриткичдан ўтган вертикаль 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 йўналишида эса манфий ишорали бўлади. Ўлчашиб чегараси  $\pm 180^\circ$  гача. Баландлик математик горизонт устида мусбат ишорали, остида эса манфий ишоралидир.

Ёриткичининг 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 ёриткичининг горизонтал координаталари ҳам ўзгаради. Бу система билан фақат маълум обсерватория



3-расм. Горизонтал координаталар системаси.

рияларда ёки кузатиш пунктларидагина иш олиб бориши мумкин бўлади.

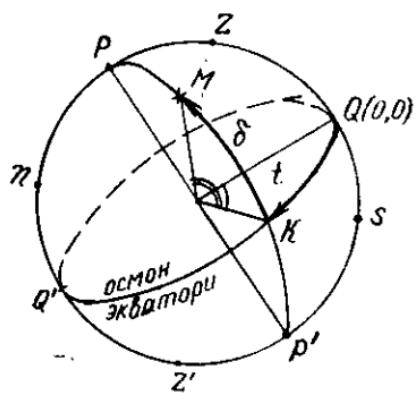
## 6- §. Экваториал координаталар

### 1 Экваториал координаталар системаси.

Бу системада ёриткичларнинг ўрни соат бурчаги ( $t$ ) ва оғиш бурчаги ( $\delta$ ) дейилувчи координаталарда ўлчанади. Координата боши қилиб, осмон меридианинг жанубий қисми ( $PZSP'$ ) ёйи билан осмон экваторининг кесишган нуқтаси олинади (4- расм). Осмондаги исталган ёриткичнинг соат бурчагини топиш учун у

орқали ярим оғиш айланаси ўтказилиб, унинг осмон экватори билан кесишган нуқтаси ( $K$ ) топилади. Бу нуқтанинг координата бошидан узоқлиги ёки ёриткич орқали ўтган ярим оғиш айланасининг жануб меридиани билан ҳосил қилган олам қутбидаги сферик бурчаги ёриткичнинг соат бурчаги дейилади.

Ёриткичнинг оғиши эса ёриткичдан ўтган ярим оғиш айланаси-



4- расм. I экваториал координаталар системаси.

нинг осмон экватори билан кесишган нуқтасидан ( $K$ ) ёриткичгача бўлган ёй узунлиги билан ўлчанади. 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 айланishi йўналиши бўйлаб,  $360^\circ$  гача (ёй ҳисобида) ёки 24 соатгача (вақт ҳисобида) ўлчанади.

Баъзан бу йўналиш мусбат йўналиш деб қабул қилиниб, то  $180^\circ$  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 градусларидан, минутларидан ва секундларидан ўлчанади. Баъзан ёриткичнинг оғиш бурчаги б ўрнига унинг қутбдан узоқлиги —  $r$  ишлатилади. Ёриткичнинг қутбдан узоқлиги  $r$  оғиш бурчагини  $90^\circ$  га тўлдирувчи бурчак бўлганидан, яъни  $\beta + r = 90^\circ$ , бу бурчаклардан бирининг берилиши кифоя.

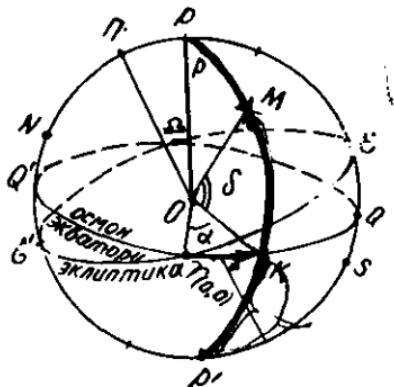
Маълум ярим оғиш айланаси устида ётган барча юлдузларнинг соат бурчаклари бир хил бўлади.

## II экваториал координаталар системаси

Бу экваториал системада координата боши, эклиптика ва осмон экваторининг кесишган нуқталаридан бири — баҳорги тенгкунлик нуқтасида  $\Gamma$  бўлиб, ёриткичларнинг ўрни уларнинг тўғри чиқиши —  $\alpha$  ва оғиши —  $\delta$  орқали характерлади.

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

Ёриткичларнинг оғиши  $\delta$  эса I- экваториал системада эслатилганидек ўлчанади. 2- экваториал координаталар системаси бўйича аниқланган ёриткичларнинг координаталари, Ер шарининг ҳамма нуқталаридан 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 чиқишига эга бўлади.

Эклиптиканинг асосий нуқталарининг бу система бўйича аниқланган координаталари қуйидагича бўлади:

баҳорги тенгкунлик —  $\Gamma (0; 0)$ , кузги тенгкунлик  $(12^h; 0)$ , ёзги Қуёш туриши  $\epsilon (6^h; +23^{\circ}26')$  ва қишиги қуёш туриши  $\delta (18^h; -23^{\circ}26')$ .

### Эклиптикал координаталар системаси

Бу системада ёриткичларнинг ўрни астрономик кенглиқ ( $\beta$ ) ва астрономик узунлик ( $\lambda$ ) билан характерланади. Координата боши сифатида бу системада ҳам баҳорги тенгкунлик нуқтаси —  $\Gamma$  олинади. Ёриткичининг астрономик кенглиги эклиптиcadан то ёриткичгача кенглик айланаси бўйлаб ёки МОК бурчаги орқали ўлчанади (6- расм). Кенглик айланаси, ёриткич ва эклиптика қутблари бўйлаб ўtkазилади.

Астрономик узунлик эса ёриткич орқали ўтган ярим кенглик айланасининг эклиптика  $\Gamma$  билан кесишигани нуқтасининг ( $K$ ) баҳорги тенгкунлик нуқтасидан ( $\Gamma$ ) узоқлиги (эклиптика бўйлаб) билан ёки  $\Gamma O\Gamma$  бурчак билан ўлчанади. Ўлчаш йўналиши осмон сферасининг суткалик кўринма айланишига тескаридир. 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  $\phi$  га тенг бўлади.

7- расмдан кўринишича, осмон меридиани бўйлаб зе- нитдан экватор текислигига- ча бўлган ёй узунлиги— $ZQ$ . Ер шарида О нуқта географ- фик кенглиги ёйи— $qO$  билан бир хил қийматли марказий бурчак ( $QOZ$ ) ни ташкил қи- лади. Оlam қутбининг ба- ландлигини характерловчи ёй  $NP$  га тираган бурчак  $NOP$  ва эслатилган  $QOZ$  текис бурчакларининг мос томонлари ўзаро перпендикуляр эканли- гини кўриш қийин эмас, яъни  $ON \perp OZ$  ва  $OP \perp OQ$ .

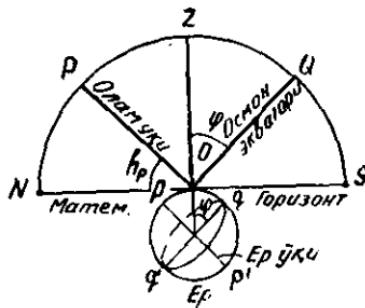
Бинобарин, мос томонлари ўзаро перпендикуляр бўлган бурчакларнинг тенглигидан  $\angle NOP = \angle QOZ$  бўлади. Маълум- ки,  $\angle NOP = h_p$ ,  $\angle QOZ = \phi$ . Шунга кўра  $h_p = \phi$  бўлади.

#### 9- §. Турли географик кенгликларда осмон сферасининг суткалик кўринма айланиши

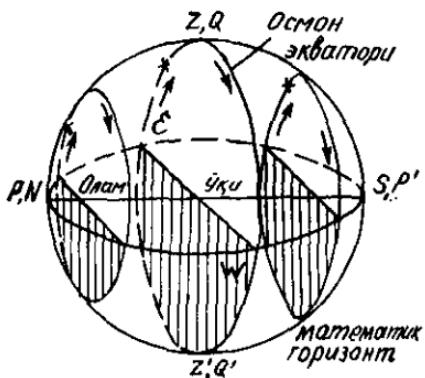
Осмон сферасининг суткалик кўринма айланиши, Ернинг ўз ўқи атрофида айланишининг натижаси бўл- ганидан турли географик кенгликларда осмон ёриткич- ларининг кўринма айланиши турлича бўлишини тушу- ниш қийин эмас. Таалаб олинган уч хил географик кенгликда осмон сферасининг айланишини ўрганиш, бу ҳодисани турли кенгликларда қандай кечиши ҳақи- да етарли тушунча бера олади.

1- ҳол. Кузатувчи  $\phi = 0$  географик кенгликда, яъни экваторда бўлсин, у ҳолда олам қутбининг баландлиги би- лан жойнинг кенглиги орасидаги боғланишга мувофиқ, олам- нинг қутблари математик горизонт билан устма-уст тушади (чунки  $\phi = h_p = 0$ ), Олам ўқи эса туш чизиги бўйлаб йў- налади.

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



7- расм. Олам қутбининг ба- ландлигининг жойнинг кенгли- гига боғлиқлигич.



8-расм. Экваторда ( $\phi=0$ ) осмон сферасининг айланиси.

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

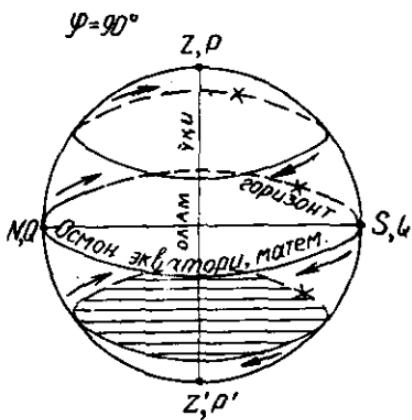
Айrim характерли кунлар учун Қуёшнинг горизонтига нисбатан суткалиқ кўринма ҳаракати қандай кечишини кўрайлик. 22 декабрь куни қишики Қуёш туриши нуқтаси орқали ўтказилган суткалиқ параллелдан (расмга қаранг) кўринадики, бу куни Қуёш осмоннинг жанубий ярим шарида шарқдан  $23^{\circ}26'$  га тенг ёй масофада математик горизонта 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 июня Қуёшнинг суткалиқ йўли, шимолий ярим шарда олам экваторидан  $23^{\circ}26'$  лик ёй масофадан ётувчи суткалиқ параллел бўйлаб кузатилади. Туш пайтида Қуёш 22 декабрдаги каби математик горизонtdан  $66^{\circ}34'$  баландда бўлади. Шундай қилиб, экваторда тўрт фасл ўрнига асосан икки фасл — куз ва баҳор пайтлари энг иссиқ давр ва ёз ҳамда қиши пайтларида муттасил салқин давр кузатилади.

нишича, экваторда, осмоннинг шимолий ва жанубий ярим шарида ги барча ёриткичларни горизонтининг 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 ботади. Агар ёриткич экватор бўйлаб суткалиқ кўринма ҳаракат қилаётган бўлса, у зенит орқали ўтади.

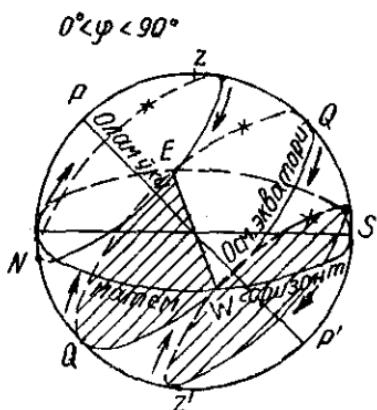
2- ҳол.  $\phi = \pm 90^\circ$ , яъни кузатувчи Ер қутбларида бўлсин. Агар кузатувчи шимолий қутбда бўлса, олам шимолий қутбининг баландлиги  $h_p = 90^\circ = \phi$ , яъни зенит билан устмада тушади (9- расм). У ҳолда олам ўқи вертикал ўқ билан, олам экватори эса математик горизонт билан устмада тушади.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

Осмоннинг жанубий ярим шаридаги ёриткичлар эса аксинча, чиқмайди ва горизонт остида унга параллел ҳаракатланади. Қуёшнинг суткалик ҳаракати, олам қутбда 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 сўнг яна уч ой давомида Қуёш баландлигининг тушуви давом этади. 23 сентябрь куни Қуёш энг сўнгги марта горизонт устида айланади ва сўнгра ботади. Шундан кейин то келгуси йилнинг 21 марта га қадар Қуёш чиқмайди.

3- ҳол.  $0 < \phi < 90^\circ$ , 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 ёриткичининг оғиш бурчаги бга боғлиқ бўлиб, у қанча катта бўлса, фарқ шунча кўп бўлади. Жанубий



9- расм. Қутбда ( $\phi=90^\circ$ ) осмон сферасининг айланishi.



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

ёки чиқмайдиган ёриткичлар қанчалик катта ёки кичик майдонини эгаллашлари жойнинг географик кенглигига боғлиқ. Расмга қараб чиқмайдиган ва ботмайдиган ёриткичларнинг офиши учун қуидаги муносабатни келтириб чиқариш мумкин:

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

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

суткалик йўли, у шимолий ярим шарда бўлганда (яъни 21 мартадан то 23 сентябрга қадар) кундузиси тунидан узуроқ, жанубий ярим шарда бўлганда эса (яъни 23 сентябрдан то келгуси йилнинг 21 мартаға қадар) туни кундузисидан узуроқ экани кузатилади. Агар жойнинг географик кенглиги қутб айланасидан шимолда (яъни  $\phi > 66^\circ 34'$ ) бўлса, бундай жойларда 22 июняга яқин бир неча кун ёки бир неча ой ( $\phi > 70^\circ$  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

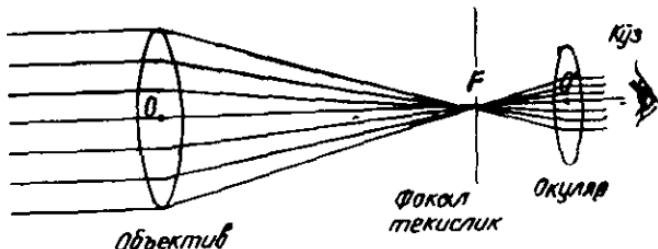
## И БОБ. ТЕЛЕСКОПЛАР — АСТРОНОМЛАРНИНГ КЎЗИ

### 1- §. Телескопларнинг яратилиш тарихидан

Кунларнинг бирида Падуя (Италия) университети-нинг 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 куниёқ, бундай асбобни ясаш иштиёқида бир неча тунларни бедор ўтказди. Бир қанча муваффақиятсиз уринишлардан сўнг, у танлаган икки линзадан ясалган олимнинг 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 телескопини Авлиё Марк минорасига ўрнатиб, кўпчилликни 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 суюнчиқ 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

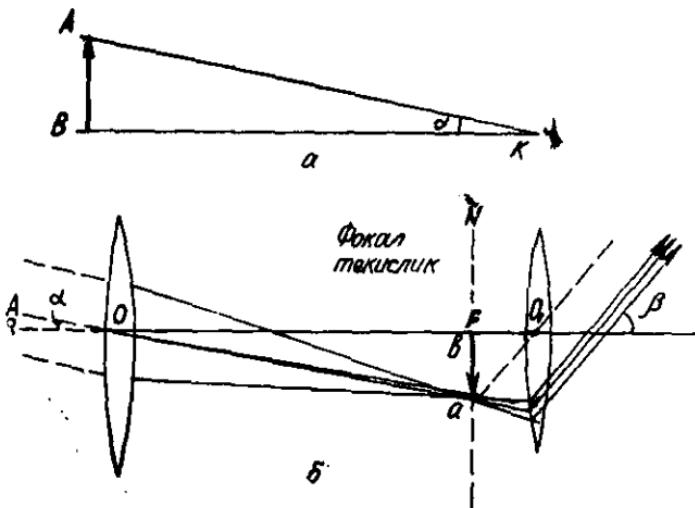


11- расм. Телескоп · рефракторда иурнинг йўли.

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 текислигига бу жисмнинг тасвирини ясади. Бош фокал текислик деб, линзанинг бош фокусидан бош оптик ўққа перпендикуляр қилиб ўтказилган текисликка айтилади.

Телескоплар, осмон ёритичларидан оддий — «қуролланмаган» кўзга нисбатан минглаб марта кўп ёруғлик оқимини йиға олганлари учун ҳам улар ясаган тасвирининг равшанлиги, кўз қорачигининг ясаган тасвирига нисбатан минглаб марта ёруғ бўлади. Бу эса телескопнинг асосий хизматларидан бири ҳисобланади. Унинг иккинчи асосий хизмати катталаштиришидир. Фокал текислигига объективнинг ясаган тасвири, оддий кўз билан предметга қаралганда, унинг кўриниш бурчагидан бир неча марта катталашиб кўринади. Агар телескоп ясаган тасвирининг равшанлигини объективнинг диаметри белгиласа, унинг катталаштишини 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 баёни қилиш мумкин, яъни тасвиринг 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 яқол келтириш учун, дастлаб, «телескопнинг катталаштириш» тушунчалиси билан танишайлик.

Фараз қиласайликки,  $AB$  жисм кўзи  $K$  нуқтада жойлашган кузатувчига  $\alpha$  бурчак остида кўринсин (12-а расм). У ҳолда бу жисмнинг катталиги шу бурчак ўлчами билан характерланиб, а 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 ясади.  $a$  ва  $b$  нуқталар объективнинг бош фокал текислигига ётиб,  $AB$  жисмнинг ҳақиқий тасвири  $ab$  ни ясади. 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  $\alpha$  бурчак остида кириб, ундан  $\beta$  бурчак остида чиқади. Нисбат  $\beta/\alpha$  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  $\alpha$ ,  $\beta$  бурчаклари жуда кичик бўлганидан

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

ёки:

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

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 иختёрий фокус масофали окулярни танлаш мумкин ва истаганча катталаштиришга эришиш мумкин экан деган холосани чиқаришга шошилмаслик керак. Гап шундаки, окулярнинг ўзи ҳам объективнинг тасвирини ясади ва у окуляр «қорачифи» деб юритилади. Агар «қорачиқ» (яъни объективнинг тасвири) жуда катта бўлиб, ўзининг ўлчамларига кўра кузатувчи кўзининг қорачифидан катта бўлса, у ҳолда, кузатиш пайтида объективнинг фақат бир қисмигина (унинг тасвирининг кўз қорачифи билан «кесилган» қисмигина) ишлайди. Унинг ҳамма қисми ишлаши учун, окуляр «қорачифи» кузатувчи кўзининг қорачифи ичига жойлашиши шарт. Маълум объективли телескоп учун окуляр танланада шу шарт билан ҳисоблашишга тўғри келади.

Окуляр «қорачифи» ўлчами  $p$  ни қўйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин:

$$p = \frac{D_{\text{об}}}{k}.$$

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

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

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

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

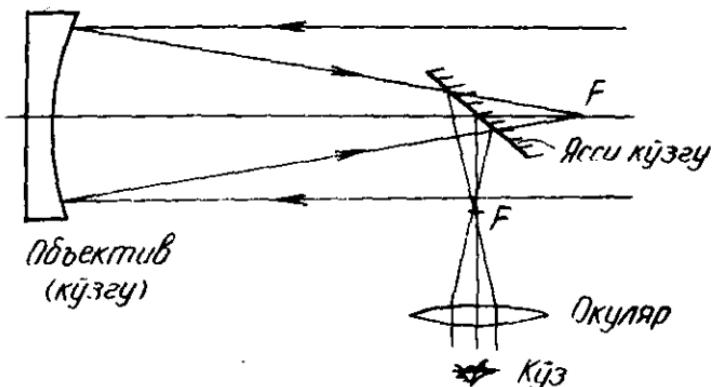
Ниҳоят, телескоплар учун характерли бўлган яна бир катталил ҳақида тўхттайлик. У телескопнинг «кўриш майдони» деб аталади. Ҳар қандай окуляр осмоннинг маълум қисминигина кўришга имкон беради. Телескопнинг кўриш майдони деб юритилувчи осмоннинг

бу қисми окулярнинг қатталаштириши билан боғлиқ бўлади. Аниқроғи, окулярнинг қатталаштириши 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, қийинчилклар 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 камчилликни йўқотишнинг уддасидан чиқмадилар. Булардан бирига кўра, маълум ёруғлик манбанинг, жумладан, юлдузнинг телескопдаги тасвири катта ва кичик диаметрли чапланган доф кўринишини оларди. Иккинчи сига 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. Оптиклар бу пайтга келиб, линзадаги камчиликларни ўзида акс қилмайдиган ботиқ кўзгуларнинг ҳам қатталаштиришидан хабардор эдилар. Бироқ, ҳали деярли ҳеч ким яхши сифатли кўзгуларни тайёрлаш йўлларини билмасди. Бу эса кўзгули телескопларнинг «туғилиши»ни кечикитириб 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 телескопида (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, Грегориоялари билан таниш бўлган Тринити колledgeининг ёш аъзоси Исаак Ньютон кўзгули телескопнинг янги схемасини ишлаб чиқди (13-расм). Бир йил ўтгач, колледжнинг ёш бакалаври узвонини олган Ньютон, объективининг диаметри атиги икки ярим сантиметрли биринчи кўзгули телескопни намойиш қилди. Кўзгули бу телескоп рефрактордан фарқ қилиб, рефлектор дебном олди. Ньютоннинг бу митти телескопининг катталаштириши атиги 41 марта гина бўлиб, Галилейнинг биринчи телескопидан анча устунлиги билан ажralиб турарди.

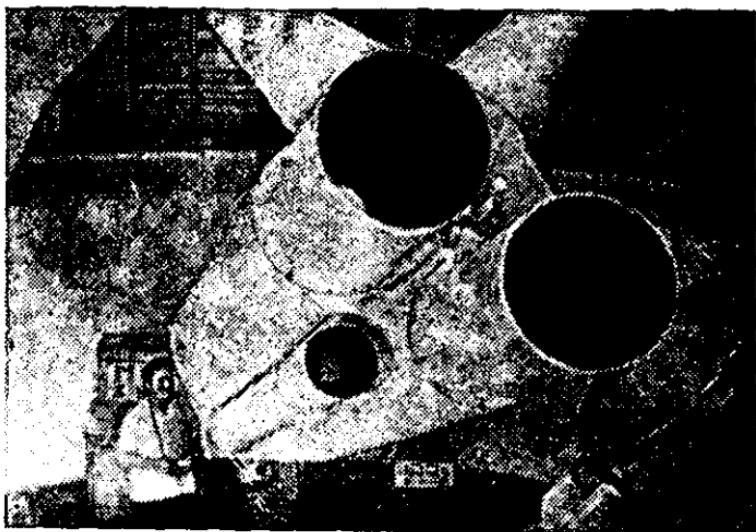
Ютуқлардан илҳомланган олим 1671 йили иккинчи йирик рефлекторни ясаб, уни қиролга ҳадя этди. Тўрт ой ўтгач, «рефлекторнинг отаси» Ньютон қирол жамиятининг аъзоси қилиб сайланди.

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.

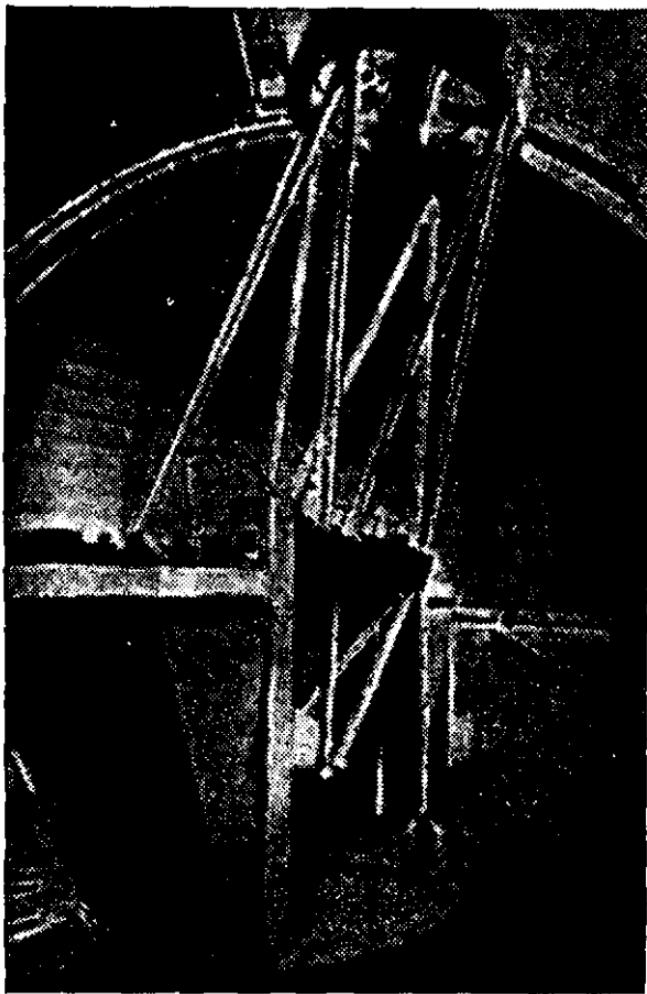
## 2- §. Сайёрамизнинг энг ўткир «кўзи

Г. Галилей томонидан биринчи телескоп ясалиб, осмон жисмларига қаратилганига уч ярим асрдан кўп вақт ўтди. Бу давр ичida 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 «ўткирлаштириди». 14-расмда Ўзбекистон Фанлар академиясиға қарашли Китоб кенглик станциясида ўрнатилган замонавий қўшалоқ астрограф келтирилган, унинг объективининг диаметри 40 сантиметрdir.



14-расм. Китоб расадхонасининг қўшалоқ астрографи.

Қувватли кўзгули телескопларни ишга тушириш бўйича 70-йиллар айниқса сермаҳсул бўлди. Тарту обсерваторисида (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 «қорачиғ» — телескоп (15- расм) ишга тушди. Бу телескоп ойнаси маҳсус автотоездда 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 төғига 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 групласига раҳбарлик қилиш ЛМО (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 сабиқ СССР Фанлар академияси Бош Астрономия обсерваториясининг олимлари Д. Максутов, 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 төғида, 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 «уйининг баландлиги 20 қаватли бино баландлиги 53 метрга teng бўлиб, асосидаги доиравий саҳнининг диаметри 44 метрдир.

Телескопнинг энг нозик қисми — кўзгусини тайёрлаш учун жуда кўп вақт кетди. 1600 градусли ҳароратда қўйилган кўзгунинг дастлабки етмиш тонналик қўйилмасини совитиш учун 2 йилу 4 кун зарур бўлди. Чунки кўзгуни тез совитиш, унда майда ёриқларни ҳосил бўлишидек катта хавф туғдиради. Кўзгунни 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 төғига олиб чиқишидек қийин иш бажарилди. Бунинг учун 120 тонналик трайлерга 6 метрли кўзгунинг оғирлик ва ҳажмига teng бўлган макет ўрнатилди. Бутун йўл давомида кўприклар мустаҳкамланди. Мутахассислар комиссиясининг «Юкни ташиб бориш хавфсизлиги юз фоиз таъминланади» деган хуолосасидан сўнг, 1974 йилнинг октябрь ойида маҳсус 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 ЛМО дан ташқари ўйлаб заводлар бажарди.

Телескоп трубасининг массаси 280 тонна бўлиб, заминдан кўтарилган 120 тонналлик 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 маҳсус 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) фокуларида 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, рафлектор — 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 туманлilikларни ўрганишда ишлатилади.

### 3- §. Коинот учун энг сезигир «қулок»

1931 йил Англияниң «Белл телефон» фирмасига қарашли лабораторияси, радиоинженер Карл Янсийга телеграф алоқаларига халақит қилувчи атмосферадаги электр «шовқин»ларининг манбаларини топишни вазифа қилиб топширганда, англиялик бу ёш инженер электр «шовқин»ларини қидираётib, радиоастрономияга асос солиши ҳеч кимнинг хаёлига ҳам келмаган эди. Янсий, унга топширилган жумбоқли масалани ечиш учун ўз приёмнигига осмоннинг истаган томонини «нишон»га ола оладиган маҳсус антенна ясади. «Радиошовқин»ларнинг манбалари ионосферада деб ишонган Карл 1932 йили 14,6 метр тўлқинда «ушлаган» бундай манбалардан бири осмон бўйлаб, юлдузлар ҳаракатланадиган йўналишда силжиётганини сезиб ҳайрон қолди. Янсийнинг аниқлашича, «шовқин»нинг бу манбаи Қуёш чиқишидан 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 радиоманбаи 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» мақсадида ясаган асбоби оддий радиотелескоп бўлиб чиқди. Гарчи Янсий ихтиро қилган биринчи радиотелескопнинг ясалганидан буён жуда кўп вақт ўтмаган бўлса-да, бу хилдаги телескопларда «ўсиш тезлиги» оддий оптик телескопларницидан сезиларли даражада юқори бўлди. Қўйида келтирилган фактлар фикримизнинг яққол далили бўлади.

1936 йили 2 метрли тўлқинда ишлайдиган ҳақиқий радиотелескоп америкалик радиоинженер Г. Ребер томонидан ясалди. Шундан сўнг кўп ўтмай, Австралияда металл кўзгусининг диаметри 65 метр, Англияниң Джодрелл Банк радиоастрономик марказида эса диаметри 76 метрли радиотелескоплар ишга тушди. 70- йилларда кучли радиотелескоплар қурилиши, айниқса, сермаҳсул бўлди. Бу даврда АҚШ нинг 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 айланга олувчи) радиотелескоп ишга тушди.

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

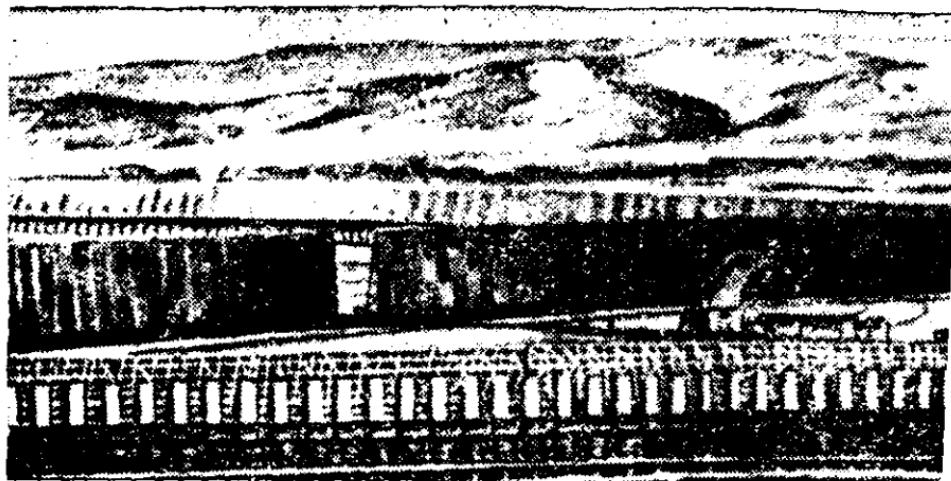
Иккинчи жаҳон урушидан кейин қурилган биринчи йирик радиотелескопнинг ажратса олиш кучи  $1'$  бўлган бўлса, 1960 йилга келиб,  $1''$  (1 ёй секунди)га етди, яъни уларнинг ажратса олиш қобилияти 60 марта ортди. 60- йилларда синааб кўрилган янги интерферометрик метод эса радиотелескопларнинг ажратса олиш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

жиятини сантиметрли диапазонда 0,0003" (ўн мингдан уч ёй секунди)га етказди. Бундай бурчакининг кичиклигини ўқувчи кўз олдига яхши келтиресин учун шундай мисол етарли: кузатувчидан 3 минг километр нарида жойлашган гугурт қутиси кўрингандада 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 ёриткини кузатилганда, айни бир вақтда иккни ёки ундан ортиқ бир-биридан базис дейилувчи жуда катта масофаларда (айрим ҳолларда турли қитъаларда) жойлашган телескоплардан фойдаланилади. Йирик радиотелескопларни охирги йилларда бундай янги усул билан қўлланилиши, айрим ҳолларда, уларнинг «ёш»лигига қарамасдан, анчайин «қари» оптик телескоплардан устунилик қилаётганини маълум қилмоқда.

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

1966 йилда собиқ СССР Фанлар академияси Президиуми, «Радиоастрономия» муаммоси бўйича Координацион Советининг янги йирик радиотелескоп қуриш хақидаги таклифини тасдиқлади ва бу янги инструментнинг қурилиши бўйича бош ташкилот қилиб Бош Астрономик обсерваториянинг С. Э. Хайкин бошчилигидаги радиоастрономия бўлимини тайинлади. Гигант телескоп РАТАИ-600 (Радиотелескоп Академии Наук с диаметром кольца 600 м) деб ном олди. Телескопнинг умумий нур йигувчи майдони 10 минг квадрат метрга яқин (17-расм). Бундай «баҳайбат» қурилмани бошқариш ва унинг кузатиш материалларини ишлаб чиқиши билан маҳсус 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 тенгdir!) масофадаги қуввати Галактикамиздек ташки галактикани қўра олади. Бошқача айтганда, бундай



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

телескоп ёрдамида унинг чегарасидаги кузатилаётган галактиканын нурининг «йўлга чиққанига» роса 10 миллиард йил бўлган, ёки яна ҳам соддароқ шарҳлаганда, ҳозир кузатилаётган у манбадан нур биз томон «отланганда» ҳали на планетамиз Ер ва на Қуёш бор эди! Чунки Қуёш системасининг ҳисоблашлардан аниқланган ёши «атиги» 5 миллиард йилни ташкил қиласди! Бу улкан қурилма учун Шимолий Қавказнинг Зеленчукская станцияси яқинидаги — 1000 метр баландликдаги текис майдон таъланди. 30 гектардан ортиқ майдонни эгаллаган бу жой 6 метр диаметрли, дунёда энг йирик оптика телескоп жойлашган, собиқ СССР Фанлар академиясининг маҳсус Астрофизика обсерваториясидан 40 километрча нарида бўлиб, кузатиш учун жуда қулай астрономик 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 кузатувчilar учун маҳсус уй бор. Радиоастрономик марказ ҳам маҳсус Астрофизика обсерваториясининг таркибий қисми ҳисобланади.

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



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

ҳар бирн алоҳида металл конструкцияга биритирилган. Шунингдек, бу металл конструкцияларда панелни радиотелескоп ҳалқаси радиуси йўналишида силжита-диган, вертикал ва горизонтал ўқлар атрофида бурадиган автоматлаштирилган механизмлар ўрнатилган. Бундай силжишлар туфайли нур қайтарувчи телескоп сирти кузатилаётган манбанинг баландлигига қараб қайта қурилади. Бироқ, шуни 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 антenna, радиотелескоплар антеннасидан талай афзалликка эга эканлигининг тасдиqlаниши, РАТАН учун ҳам шундай антеннани танланishiга 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 янгиликлар 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 янгиликлар беради. Қвазарларга 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 обьект горизонтдан 30—80 градус баландда бўлса, телескоп элементларининг учдан бир қисми ишлайди, яъни бундай пайтда учта ўзаро боғлиқ бўлмаган обьектларни кузатса бўлади. Зенит атрофидаги манбаларни ҳамма — 895 элементни ишга солиб кузатиш мумкин; бундай обьектлар учун телескоп тўла қувват билан ишлаб, Коинотнинг узоқ «чегарасини» текшира олади.

Телескоп ҳалқасига жануб томондан ватар шаклида жойлашган ва 124 та текис ( $3,1 \times 8,5$ ) квадрат метрли панел — элементдан иборат перископик кўзгу ҳам ушбу телескоп конструкциясида оригинал қисмлардан ҳисобланниб, у осмон радиоманбаларини текширишни тезлаштириш ва манба кетидан «қуввиш»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 «радиогрануляцияси» (донадорлиги), Қуёш «тожи»нинг фотосферадан катта бурчак масофадаги қисмларининг радионурланиши аниқланди. Планеталар атмосфераси ва рельефига тегишли янги маълумотлар олинди. Айниқса, Галактика измездан ташқари обьектлар — радиогалактикалар ва квазарларни бир вақтнинг ўзида турли частоталарда кузатиш, уларни спектрал ўрганиш ва бу манбаларни алоҳида компонентларга «ажратиш» имконини берди.

Қўшалоқ Галактика — Центрavr-A ни кузатиб, унинг ядроси ва компоненталарини боғловчи «радиокўприк» топилди ва тадқиқ қилинди. Радиодиапазонда Қуёш тортишиш майдонида нурларнинг эгилиши — «Эйнштейн эффицити» (нисбийлик назариясининг асосий хуносаси) ўлчаб кўрилганда, назарий ҳисоблашлар бера-

диган натижага яқин катталикининг 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 кузатилмоқчи 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, талантли олим Ю. Н. Парийский бошчилигидаги илмий ходимлар колективи томонидан олиб борилмоқда.

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

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

#### 4- §. Ер ости ... «телескопи»

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

алоқадор изланишларда электромагнит түлқинлари қанчалик «сахий» бўлмасин, фан учун бу барибир камлик 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 обьектларнинг нейтрино нурланишларини қайд этиш билан ўрганиш, уларнинг «тилсимлари»ни очишда фан учун катта имкониятлар бериши билинди. Бир қарашибда юлдузлар, жумладан, Қуёш қандай энергия манбай ҳисобига тинимсиз нурланаётгани ва иссиқлик бераётганини билишнинг иложи йўқقا 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 иштироқида гелий атомининг ядроси вужудга келади (бундай синтез фанда протон-протон циклли реакция номи билан юритилади). Қизифи шундаки, гелий атоми ядросининг синтези туфайли иккита нейтрино ажралади. Қуёш ва юлдузларнинг энергия манбай — худди шу хилдаги термоядро синтези эканлигини назарга олсан, 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 таъсирилашади. Шунга қарамай, маълум қалинликдаги модда қатламидан ўтаётуб, бу заррачалар жуда кам миқдорда ютилади. Физик олимлар нейтринони шу оз миқдорда ютилишини назарга олиб, амалда уни тутин ва зоҳир қилиш учун «тузоқ» учун ярайдиган қатор материалларни топдилар. Бундай «тузоқ» сифатида атом оғирлиги 37 бўлган хлор атомидан фойдаланиши, 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 нейтринонинг атиги ўн мингдан бир қисминигина ташкил этади. Шунга қарамай, 1971 йилда биринчи хлор-argonли «телескоп», Қуёшдан келаётган «шайтон» заррачаларини «тутиш» мақсадида, АҚШ даги ташландиқ шахталардан бирида (қадимда олтин кони бўлган шахта), бир ярим километрли чуқурликда ишга туширилди. Нейтринно астрономиясининг биринчи инструменти ҳисобланган бу телескоп, ичига 610 тонна перхлорэтилен суюқлиги солинган баҳайбат цилиндрик бакдан иборат эди. Қизиги шундаки, илгари бу телескоп воситасида Қуёшнинг маркази «нишон»га олинганда, ундан келаётган юқори энергияли нейтринно оқими, назарий ҳисоблашларда, илгари қабул қилинган Қуёш моделига кўра, уч мартача кам чиқди. Бундай ҳол, ўз навбатида, назарийётчи физиклар олдига Қуёш энергиясининг манбай ҳақидаги назарий қарашларни қайта қараб чиқиш каби мураккаб вазифани қўйди. Шу муносабат билан кейинги йилларда бир неча янги назарий қарашлар, ҳатто Қуёш энергиясининг термоядровий табиатини ҳам шубҳа остига оловчи гипотезалар туғилди.

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

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

Юлдузлар энергияси билан боғлиқ нейтрино муаммосини «ёёққа турғизиш» мақсадида собиқ ССР 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 истиражанинг 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 тоги этагида жойлашган Баксон горига 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» қиласди. Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, телескоп «томи», 850 метр қалинликдаги сувнинг ҳимоя қобилиятига эквивалентdir. 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 ядрои 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 ўрганиди.

Шу телескоп бошқа парчаланишлар туфайли вужудга келадиган мю-мезонлардан нейтрино мю-мезонларни қандай фарқлайди? — деган табиий савол тугилади. Қизиги шундаки, айrim ўтувчи заррачалар каби оддий мю-мезон ҳам телескоп «кўзгу»си — детекторга лаборатория томининг шипидан келгани ҳолда, нейтрино ҳосил қилган мю-мезон унинг полидан «ташириф бюради». Бошқача айтганда, нейтрино телескопининг «кўзгу»си бевосита осмонга қаратилмай, Ернинг марказини «кўзлайди» ва Андарчи горига диаметриал қарама-қарши томонда Ер сиртига космик объектлардан келаёт-

ган нейтринони планетамиз бағри орқали ўтаётганда вужудга келтирган мю-мезонларинигина «кўради». Нейтринони Ер қобигида атом ядролари билан тўқнашишидан ҳосил бўлган қувватли мю-мезонлар телескоپда кўринниб, уларнинг «ижодкор»лари — нейтриноларга тегишли маълумотларни аниқлашга имкони туғлади. 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 сони 3200 та, ҳамма элементларни тўлатиш учун 300 тоннадан зиёд уайтспирт керак бўлади.

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

Шубҳасиз, 3200 электр тармогидан келадиган информацияни ишлаб чиқишининг улласидан фақат электрон ҳисоблаш машинасигини чиқади. Шу мақсад билан барча элементлардан ҳисоблаш машинасига тортилган кабелларнинг умумий узунлиги 500 километр!

Бу гигант қурилма ёрдамида мю-мезонларни зоҳирлашдан ташқари анчадан бўён назариётчи физиклар «уйғусини қочирган» яна бир муҳим муаммони, чунончи мю-мезоний нейтринони электринога айланиши (ёки аксинча) мумкинлигини ҳам ҳал қилишдек муҳим масалани ечиб беради. Сўнгги 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, қизиги ҳозиргacha 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, АҚШининг Чигаго шаҳри яқинидан қурилган миллий тезлаткичи ёрдамида сунъий ҳосил қилинган интенсив нейтриноп оқимини планетамиз маркази орқали Баксон обсерваториясига йўналтирилиб, ундан фойдаланишини ҳам кўзда тутади.

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

## III БОБ. ҚУЁШ — ЭНГ ЯҚИН ЮЛДУЗ

### 1- §. Қуёш — Ердаги ҳаётнинг манбай

Планетамиздаги бутун тирик мавжудот, ўсимликлар дунёси ўзининг вужудга келиши ва яшаётгани учун Қуёшдан «қарздор»дирлар. Одамзод Қуёшнинг кундалик (кўринма) ҳаракатига шу қадар кўнишиб қолганки, гёё у абадийдек туюлади. Ҳақиқатан шундайми, Қуёш сўнмайдиган осмон жисмими? Қуёш ўз ҳаётнинг маълум ногонасида Ер учун хавфли ҳолатни вужудга келтирмайдими? каби саволлар кўпчиликни ўйлантиради. Дарвоҷе, Қуёш қисқа вақтда ғойиб бўлса, иланетамизда қандай ўзгаришлар рўй берган бўлар эди? Бунда зум ўтмай Ерии қоронгулик қопларди, чунки Қуёшнинг ёргулигини қайтариш ҳисобига кўринадиган Ой ва планеталар ҳам осмонда кўринмай қолиб, фақат юлдузларгина хира шуълалари билан Ерии 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 «увиллаши»ни бас қиласади. Хуллас, ҳаммаёқни ваҳимали қоронгулик, ва қаҳратон совуқ эгалларди. Бундай шароитда одамзод зоҳирадаги ёқиғиллар ҳисобига умрини бироз чўзса-да, бироқ у ҳалокатдан қочиб қутулолмас эди.

Шунинг учун ҳам, ҳаётимизнинг манбай бўлмиш Қуёш, ҳар жиҳатдан диққатга сазовор осмон жисми ҳисбланади. Қадимда атроф-муҳитни илмий тушунтиришга ожиз бўлган авом ҳалқ табиат кучлари олдида тиз чўкишган, унга сигинишган. Бундан Қуёш истисно эмас эди. Мисрликлар Қуёшга, иссиқлик ва ҳаёт инъом қилувчи Ра худоси номини бериб сигинишганда, юоннлар ва румликлар Қуёшни нур, музика ва поэзия хулолари Феба, Гелиос ва Аполлон сифатида сигинишди.

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

Пелопоннес ярим оролига (көнглигі қарийб 100 километрга тенг) қиёслаб аниқлади. Шубҳасиз, унинг бундай фикрға 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 Семоский бўлди. Унинг аниқлашича, Қуёш Ойдан қарийб 19 марта узоқда бўлиб, бу масофа 1 миллион 160 минг километрни ташкил қиласиди. 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 одий кўз билаи 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 табииёт фанлари учун, айниқса, физика фани учун жуда катта аҳамият касб этади.

Қуёш миллиардлаб юлдузларнинг бир вакили бўлиб, катталиги ва ҳароратига кўра ўртacha юлдуздир. Планетамиз бошқа юлдузларга нисбатан Қуёшга миллионлаб марта яқин бўлганидан юлдузларга кўра у каттагина бурчак остида (32°) кўринади. Ер ҳам бошқа сайёralар (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер ва Сатурнлар) қаторида Қуёш атрофида айланма ҳаракат қиласиди. 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. Қуёшнийг диаметри 1 миллион 400 минг километр бўлиб, Ернинг диаметридан тахминан 110 марта катта. Бошқача айтганда, Қуёш ҳажмига 1 миллион 330 мингдан ортиқ Ер ҳажмидаги жисем 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 қўйидаги мисолдан яққол кўриш

мўмкін. Қуёшнинг 1 сёкунд давомида чиқараётган энергияси 12 минг триллион тонна кўмирни ёққанда ажralадиган энергия миқдорига teng. Гарчи унинг Ерга тушиётган энергия миқдори ҳам кам бўлмаса-да, у бутун ажralаётган энергиянинг атиги 2 миллиарддан бир қис минигина ташкил қиласи.

Қуёш улкан ҳароратли олов шардан иборат бўлиб уни ташкил қиласи газ, оддий газларга инсбатан ўз хусусиятлари билан кескин фарқ қиласи ва плазма деб юритилади. Плазма ҳолатида модда ионлашган атомлар ва эркин электронлардан иборат. Бундай моддада ией тракт атомларининг кўн ёки камлиги унинг температураси билан bogлиq.

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

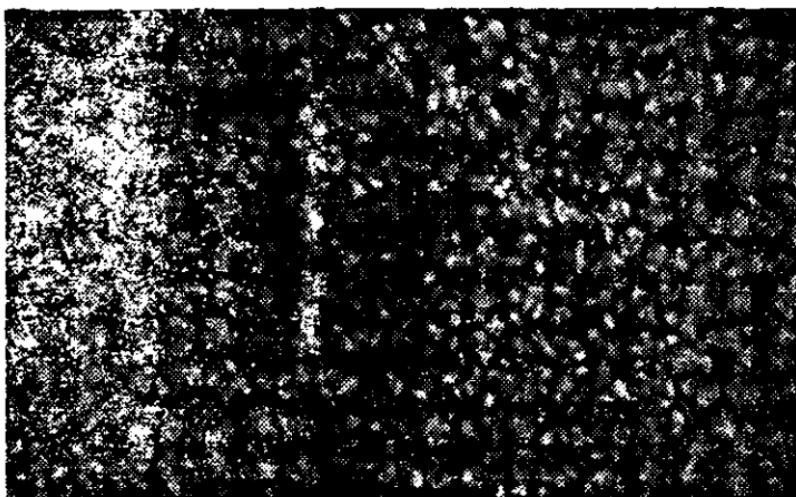
Қуёшнинг айланиш ўқи Ер орбитаси текислиги билан  $83^{\circ}$  га яқин бурчак ҳосил қиласи. Қуёш Ер каби қаттиқ жисм бўлмаганидан унинг турли гелиографик кенгликлари ҳар хил бурчак тезлик билан айланади. Айланиш даври экватор қисми учун 25,4 кун бўлиб, қутб қисми учун эса 27,3 кунга teng бўлади. Бу даврлар Қуёш доғлари ўрнининг вақт ўтиши билан ўзгаришига кўра осон апиқланади. 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 километрдир. Қуёшнинг қутбий ва экваториал диаметрларининг ўзаро нисбати ҳам Ернига 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 қиласи.

## 2- §. Қуёш фотосфераси: донадорлик ва машъаллар

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



18-расм. Құёш фотосферасининг донадорлық структурасы.

телескоплар ёрдамида күзатылғанда, у оддий күз билан күзатыладиган равшан дискдан катта фарқ қиласы. Йирик телескоплар ёрдамида олинған Құёш тасвирида күзге яққол ташланадиган нарса, унинг сиртидаги асалиари уясини эслатувчи донадорлықтар (18-расм). Бундай донадорлық фанда гранулация деб аталады («гранула» — майда дона демакдир). Кейинги йилларда донадорлықтардың аниқ расмлары махсус баллонлар ёрдамида стратосферага учирилған Құёш телескоплары ёрдамида Шварцшильд (АҚШ) ва В. А. Крат (Россия) раҳбарлығидаги олимлар группалари иштирокида олинди. 1970 йил июль ойида учирилған «Стратоскоп» ёрдамида олинған расмлар жуда юқори сифатлилігі билан мұхимдір. Бұзрасмлар ёрдамида гранулалардың равшанлиғи, «яшаш» даври ва спектрал ўрганишы даирек күп янги маълумотлар олинди. Гранулалардың ўртача катталиғи 500 километрча бўлиб, аслида 200 километрдан 700—800 километргача катталиқдагилари учрайди. Ҳар бир гранулалардың «яшаш» даври ўртача 6—7 минутдан ошмайди. Гранулация спектрал ўрганилғанда, унинг марказий қисми бўйлаб газ массасининг кўтарилиши аниқланды. Құёш сиртига кўтарилиб совиган плазма гранулалардың чегараси бўйлаб қайта фотосферага оқади. Холоса қилиб айтганда, донадор ячейкалар (гранулалар) фотосферага кўтарилаётган қизиган газ массалари учун махсус «канал»лардир. Гранулалар чегараловчи чи-

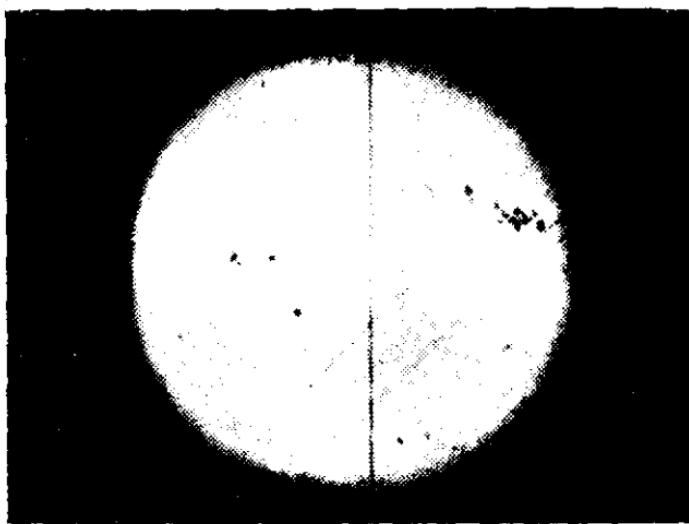
Эндиң қора тола шаклида бўлиб, бу толалар бўйлаб күчсиз магнит майдони мавжуд. Бу магнит майдонидаги кучланганлик шу қадар кучсизки, у гранула бўйлаб йўналган конвектив ва тўлқин ҳаракатга ортиқча таъсир кўрсата олмайди.

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 табнатан кичик гелиографик кенгликлардаги машъаллардан фарқ қилиб, узоқ яшамайди.

Машъаллар фақат Қуёш дискининг чеккаларида бўлиб, унинг марказий қисмида кўринмайди. Бундан чиқадиган хulosса шуки, машъаллар юқори қисми фотосферага нисбатан равшанроқ бўлиб, остки қисми фотосферадан совуқроқ бўлган объектлардир. Машъалларнинг юқори қисмида қузатиладиган равшанлик, ундаги ҳарорат фетосфераникига 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.

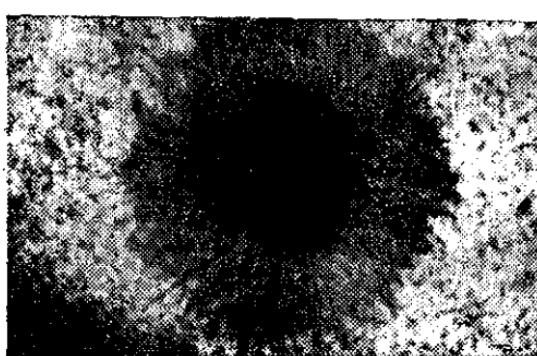
### 3- §. Қуёш доғлари — магнит ороллари

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 ийрик 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, кўлгина қадимий қўллэзмаларда 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. Жумладац, астрономияда ўзининг машхур қонунлари билан танилган Иоганн Кеплер ҳам 1607 йилнинг 18 майида Қуёшда йирик доғларни кузатиб, бу доғлар — Меркурийнинг Қуёш олдидан ўтишида проекцияланишин деб талқин қиласди. Биринчи бўлиб, 1609 йилда доғлар Қуёшнинг ўзига тегишли эканлигини Падуя 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  $45^\circ$  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 ойгacha давом этади. Бир неча ой яшай оладиган (яъни Қуёшнинг бир неча айланишида йўқолмай турадиган) доғлар кўп учрамайди. Гринвич каталогоги (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 ўйқолган.

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 фотосфераникidan пастлиги сабабли фотосферага нисбатан қора бўлиб кўринади. 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 жараённи биринчи бўлиб, даниялик ҳаваскор астроном Т. Горрибов аниқлади. Бироқ Қуёш

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

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

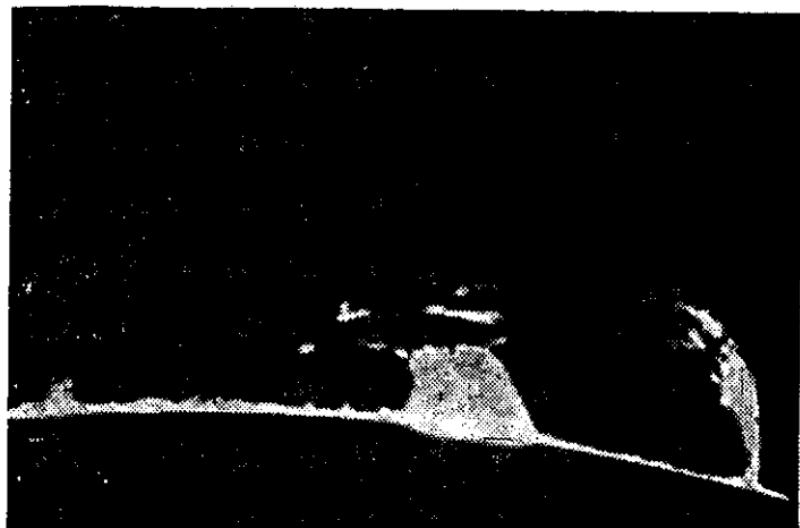
$$W = (10g + f),$$

бу ерда  $W$  — доғларнинг нисбий сони;  $k$  — ишлатилаётган телескопнинг қуввати билан боғлиқ бўлган катталик (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 ўртacha даврини катта аниқлик билан топди. Бу давр 11,1 йилга teng чиқди. Бироқ бу даврдан кескин четлашишлар 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 тъясирлари тўғрисида кейинроқ муфассал тўхталамиз. Ҳозирча яна шуни 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 муболага бўлмайди. Урта аср қўллэзмаларида Қуёш тўла тутилганда протуберанецлар



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

кузатилганлиги ҳақида маълумотлар учрайди. Бироқ, ўтган асрнинг ўрталариға қадар Қуёшнинг Ой билан тўсилишида кўринган протуберанецлар Ой сиртидан кўтарилувчи вулканлар деб қаралиб, унинг табнати 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 булатлари эканлигини тасдиқлади. Қуёшдаги бу обьектлар ташки кўриниши билан гулхан алангаснинг «тили»ни эслатади (21-расм). Алангали «тил»ларнинг спектри, уларда газ босими, ҳарорати ва ҳаракат тезлигининг катталигини аниқлашга имкон беради. Айниқса, 1920 йилда француз олимни 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 ( $\text{H}\alpha$  — тўлқин узунлиги 6562 Å) чизигида кучли нурланади. Шунинг учун ҳам у кўплаб обсерваторияларда (жумладан, Тошкент обсерваториясида ҳам)

шу чизиқ түлқин узунлигига түфри келган нурни ўтка-  
зувчи монокрономатик фильтрлар билан қуролланган те-  
лескопларда ўрганилади. Протуберанецларнинг ривожла-  
нишида магнит майдонининг роли катта. Уларга тегиши-  
ли магнит майдоннинг кучланганлигини ўлчаш бундай  
экспериментнинг бир оз бўлсада мураккаблиги туфайли  
фақат 60-йиллардагина йўлга қўйилди.

Протуберанецлар, атрофи хромосферага нисбатан со-  
вуқ ва зич газ булути (ҳарорати  $5000-10000^{\circ}$  бўлиб,  
зичлиги 1 куб сантиметрда  $10^{10}-10^{12}$  заррага түфри ке-  
лади)дан иборат бўлиб, қарийб юз марта иссиқроқ қуёш  
тожи билан ўралган. Протуберанецлар тепалиқ, пичан  
ғарами, сиртмоқсимон ва воронка каби турли кўриниш-  
ларда бўлади. Улар бир-бираидан фарқланувчи сокин,  
актив ва эруптив (портловчи) группаларга ажратиб  
ўрганилади.

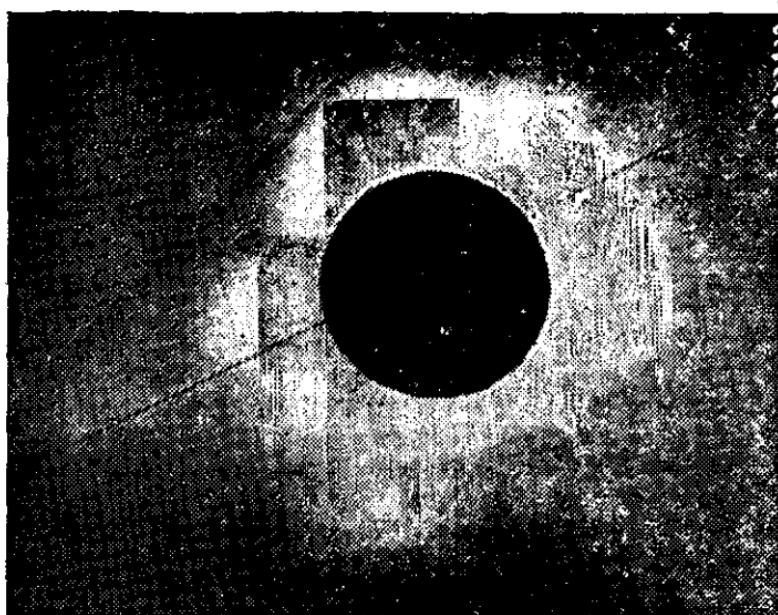
## 5- §. Қуёшда «портлашлар»

Қуёшдаги энг кучли жараёнлардан бири хромосфера  
чақнашларидир. Бир неча минут давом этган чақнаш-  
дан ажralадиган энергия миқдори соатига 100 трилли-  
ондан минг квадриллион киловатт ( $10^{14}-10^{18}$  кВт) гача  
етади. Бу деган сўз, битта кучли Қуёш чақнаши давоми-  
ажралаётган энергия, Ердаги бутун ёқилғи запасларин-  
инг ёнишидан ажralадиган энергия миқдорига тенг де-  
макдир. Хромосфера чақнашлари, Қуёш доғлари билан  
чамбарчас боғлиқ бўлиб, асосан Қуёшнинг доғли соҳа-  
лари яқинида учрайди. Чақнаш жараёнида водород ёки  
бошқа атомлар спектрал чизиқлари түлқин узунликла-  
рида кузатиладиган хромосферада, мазкур соҳа рав-  
шанлигининг ва майдонининг кескин ортиши кузатила-  
ди. Шунингдек, Қуёшнинг рентген нурланиши, турли  
радиодиапазонда радиосигналларнинг кескин интенсив-  
лашуви ҳамда гамма нурланиши ҳодисалари кузатили-  
шининг сабаби ҳам хромосфера чақнашларидандир.  
Баъзи қувватли хромосфера чақнашлари, тезлиги се-  
кундига 10—100 минг километрга етадиган протонлар  
оқимини вижудга 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 bemalol кира оладиган ва ти-

рик организм учун катта хавф түгдирадиган гамма нурларини вужудга келтиради. Чақнашдаги газ ҳаракатини спектрал чизиқлар орқали ўрганиш, чақнаш маҳсулни бўлмиш корпускуляр заррачаларнинг Қуёшдан ташқариға 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 таъсири қиласади. Бу тўғрида кейинроқ батафсил тўхтаймиз.

#### 6- § Қуёш «тожи»

Қуёш тўла тутилаётганда, яъни Ой тўғараги уни биздаи бутунлай тўсганда, Қуёш атрофида, осмонининг қора фонида, 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 тутилиш 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 иотўғри талқин қилиб келингган.

Қуёш тожи тез ўзгарувчи характерга эга бўлиб, уни ўровчи кучсиз нур фонида кўплаб алоҳида нурлар дастасидан ташкил топади. 1878 йилда астроном Ланглей тож нурлари ичida 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 текислигига 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 Сориши 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 қисмida жойлашган заррачаларда сочилишидан ҳосил бўлади. Буни тож билан фотосфера спектрларини солишибтириш 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 манбай нима?

Табиатининг энергия учун универсал қонунидан маълумки, энергия сақланиш ҳусусиятига эга; у йўқ бўлмайди ва, аксиича, йўқдан вужудга ҳам келмайди. Модомики, шундай экан, тунда портлаётган минглаб юлдузлар ва Қуёшимизнинг энергия манбай нимада? Балки улар кимёвий ёқилғи ёқилишидан энергия ажралиши ёки бир вақтлар йиғилган энергия зоҳираси ҳисобига нурланар? Лекин буларнинг барчаси юлдузлар энергиясининг манбай ролини ўйнаш олмаслиги аниқланганга анча бўлди. Чунки кимёвий ёқилғи ёнганида ажраладиган 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 (кatta юлдузлар учун бир неча миллион йилдан) ортмаслигини кўрсатди. Қуёшининг аниқланган «ёши» эса салкам 5 миллиард йилини кўрсатади.

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

Маълумки, атом ядросини ташкил қўилувчи протон ва нейтронлар ўзаро жуда катта тортишини кучи (бу куч ядро кучи деб юритилади) билан боғланган бўлади ва боғланиш энергияси ҳам жуда катта бўлади. Борди-ю, шундай боғланишдаги атом ядросига янга бир протон ёки нейтрон кирса, у янги ядро ҳосил қиласди ва ядродан сезиларли энергиянинг ажралиб чиқнишига 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 қўшиладиган 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 томони 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 термоядро реакцияси учун қулай шароит борлигини маълум қилди. Нейтронлар эса бундай юқори ҳароратда турғунлигини йўқотиб, ярим соатга стар-ётмас протон, электрон ва нейтронга парчаланиб кетади, ядро реакцияларида деярли иштирок этмайди.

Юлдузлар марказидаги реакция (тўртта протоннинг бирикни битта гелий атоми ядросини ҳосил қилиши) инг узлуксиз такрорланиши юлдузнинг нурланиши туфайли космик фазога тарқалаётган энергиясини тўлдириб турди. 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 ядрони ҳосил қилувчи протонлар-атом оғирлигининг  $0,02863$  бирлигига ( $4,03252 - 4,00389 = 0,02863$ ) тенг массаси, ажralадиган боғланиш энергиясига эквивалент масса бўлиб, у масса дефекти деб юритилади. Битта гелий ядроси ҳосил бўлишида ажralган 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 ходисаларнинг, хусусан, иқлим шароитининг ўзгариниши, хилма-хил касалликларнинг даврий равишда такрорланиши, ионосфера ҳодисалари, Ер магнит майдони «бўронлари» ва космонавтлар учун радиация ҳавфининг туғилиши — буларнинг ҳаммасига Қуёшда рўй берадиган ҳодисалар қабабчи эканлиги фанга анчадан бери

маълум. Гарчи бу муаммо тўла ҳал қилинмаган бўлсада, 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 манбай Қуёш эканлиги ва бунда Қуёш нурлари ёритувчи ва иссиқлик бахши этувчи асосий воситалар эканлиги қадимдан маълум. Бироқ кейинги йилларда, Қуёшнинг электромагнит тўлқинларининг кўзга кўринмайдиган қисқа тўлқинли кенг қисмида ҳам етарлича интенсив нурланиши аниқланди. Бу нурлар ультрабинафша, рентген ва гамма нурлари бўлиб, Қуёшдағи актив ҳодисалар бу нурларнинг интенсивлигини ошишида асосий манба бўлиб хизмат қиласиди. Қуёш чақнашлари ва эруптив протуберанецлардаги портлаши туфайли бу нурлар оқимига катта энергияли элементлар заррачалар оқими ҳам қўшилади. Қуёш шамоли дейилувчи бу оқимнинг интенсивлиги йилдан-йилга кўпайиб ёки камайиб боради. Қуёшдан келаётган корпускуляр заррачалар, радиацион нурлар интенсивлигининг бу хилда ўзгариб 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 ҳодисаларнинг кечишида Қуёш активлигининг ўзгариши ўз аксини топади. Қуёш активлигининг паст ёки юқори даражада кузатилиши, биринчи навбатда, Ер атмосферасининг юқори қатламларида «акс садо» беради. Хусусан, Қуёш радиацияси туфайли ионосферанинг ионланиш даражаси ортиб, бу эса ўз навбатида, атмосферанинг мазкур қатламининг электр ўтказувчанлигини, электромагнит нурларини қайтара олиш қобилиятини ўзгартиради. Баъзан Қуёшдан келаётган кучли корпускуляр оқим ионосферада қисқа узунилкдаги электромагнит тўлқинларининг ютилиш даражасини шу қадар ортирадики, натижада атомлар юқори даражада ионланиши туфайли, узоқ масофага қисқа радио тўлқинлари узатилишида бир неча дақиқали узилиш кузатилади. 1959 йил 9 май туш пайтида (Москвада) Қуёшда кучли хромо-

сфера чақнашн 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 катлами — тропосферага ҳам узлуксиз таъсир қиласи. И. В. Максимов ва унинг шогирдлари аниқлашича, Қуёш активлигининг цикли ср атмосфераси ширкуляциясида мос ўзгаришларни вужудга келтиради. Шунингдек, бу олимлар Қуёш активлигининг цикли билан Арктиканинг музлап даражаси, океан сувлари сатҳининг ўзгариши ва Гольфстрим оқимининг, пульсацияси билан чамбарчас боғланишда эканлигини аниқладилар. Кўп холларда 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 келтирилар. Б. С. Виноградов, Н. Н. Калабухов ва К. А. Дорофеевларининг аниқлашича, кемирувчи ҳайвонларининг кўпайиб-камайиб туриши ҳам даврий характеристега эга бўлиб, бу давр 10--11 йилни ташкил қиласи. Кемирувчи ҳайвонлар айrim эпидемик микробларининг асосий ташувчиси бўлганидан улар кўпайган жойда шу касалликларининг авжи кузатилади.

Қуёш активлиги ва эпидемик касалликлар опасичаги боғланишин ўрганишда рус олими профессор А. Л. Чижевскийнинг ҳиссаси катта. У кенг тарқаладиган ўзат, 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, охирги бир неча ўн йиллик даврда, полиомелит касалликлари динамикасини Рига ва Ўзбекистонда ўрганиб, бу касалликларининг авжи Қуёш активлигига жуда мос келишини аниқладилар.

Қуёшининг кундалик активлиги унинг доғли соҳаларида рўй берадиган кучли чақнашлар билан бевосита боғлиқdir. Чақнаш натижасида юқорида эслатилгандек, катта тезликда Қуёшда корпускуляр зарраларининг кучли оқими содир бўлади. Натижада бу зарралар оқимишнинг бир қисми Ергача етиб келади ва геофизик жараён-

| Йиллар | Касалланиш<br>(ҳар минг киши ҳисобига) |                        | Ўлимлар сони<br>(ҳар минг киши ҳисобига) |                        |
|--------|----------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|------------------------|
|        | Магнит-актив<br>кунлар                 | Магнит-сокин<br>кунлар | Магнит-актив<br>кунлар                   | Магнит-сокин<br>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 хавфли ҳисобланади. Қисқа тўлқинли радиоалоқалари узилишининг асосий сабаби ҳам чақнашлардир.

Олимлар Қуёш чақнашининг юрак-томир касаллигига таъсирини ўрганиб, миокард инфарктни касаллиги билан Қуёш чақнаши орасида кучли боғланиш мавжудлигини аниқлашди. Инфарктлар сони чақнашдан кейинги иккинчи куни энг юқори нуқтасига чиқсан. 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 активлигига 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 баҳтсиз ҳодисалар сони |          |                |  | Йиллар | 1000 автомобилга тўғри келадиган баҳтсиз ҳодисалар сони |          |                |  |
|--------|---------------------------------------------------------|----------|----------------|--|--------|---------------------------------------------------------|----------|----------------|--|
|        | Вольфсони                                               | Токио-да | Бутун Японияда |  |        | Вольфсони                                               | Токио-да | 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 сезгиридир. 1956—1957 йиллардаги кутишилар, 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 боғланишини ўрганиш ҳам ижобий натижа берди. Қуёш чақнаши, киши асаб системаси нормал фаолиятининг вақтинча бузилишига сабаб бўлар экан. Бу соҳада Шира Масамуро томонидан Япониянинг ўнта 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 қўйидаги жадвал бу ҳодисалар орасидаги боғланишини ҳар қандай шарҳлашдан ҳам аъло даражада кўрсатади (2- жадвал).

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

## **IV боб. САЙЁРАЛАР ВА УЛАРНИНГ «ОЙ»ЛАРИ**

### **1- §. Меркурий — Қуёшнинг «кенжаси»**

Бу сайёра, Қуёш системасидаги тўққизта планета ичida Қуёшга энг яқини бўлиб, қадимда римликлар уни саёҳатчиларнинг паноҳи, савдо-сотиқ худоси номи билан Меркурий, араблар эса уни Уторуд деб аташган. Уторуднинг орбитаси бошқа сайёralарнидан 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 қиласи. Меркурийнинг диаметри 4880 километр бўлиб, унинг сиртида тортиш кучи Ернидан 2,6 марта кам. Бошқача айтганди, 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. Қизиги шундаки, Қуёш оиласи «кенжаси» сининг бир куни унинг икки йилига тенг, бошқача айтганда планетанинг бир кечаю-кундузиси Ернинг 176 кунига тенгdir.

Меркурий сиртининг кундузги ўртача ҳарорати  $+345^{\circ}$  градусгача (Цельсий шкаласида) кўтарилигани ҳолда, кечаси  $-180$  градусгача пасаяди. Бироқ шуни айтиши керакки, планета сиртининг майда тупроғи иссиқликни ёмон ўтказганлиги туфайли бир неча ўн сантиметр чуқурликда ҳарорат сирт ҳароратидан кескин фарқ қилиб,  $70-90$  градусни ташкил қиласи 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 халяқит қиласи.

Меркурийнинг «жамоли»ни яқиндан кўриш, сайёрааро автоматик станция «Маринер-10» га (АҚШ) насиб қилган экан. 1973 йилнинг охириларида сайёра томон йўлга чиққан бу станция, 1974 йилнинг 21 сентябринда Меркурийдан 47 минг 981 километрлик масофадан ўтатиб, планета сиртининг 500 га яқин сифатли расмини олди. Бу расмлар «юз тузилиши» жиҳатидан кенжасайёра Ойга жуда ўхшашлигини кўрсатди. Ой сиртидаги каби Меркурий юзаси ҳам метеоритлар зарбидан «моматалоқ» бўлиб, турли катталиклардаги кратерлар билан қоплангани «Маринер-10» олган планета «портретлари» дан шундоққина кўриниб турибди.

Қизиги шундаки, гарчи кўпчилик кратерларнинг диаметри бир неча ўнлаб километрни ташкил қиласа-да, чуқурликларига кўра улар Ойдаги кратерлардан қолишадилар. Бироқ кузатилган планета кратерлари, уларни ўровчи тепалик марзалари ва марказий тоғчаларига кўра Ой кратерларини эслатади. Сайёра юзидағи бу чўтирилик унинг ҳаётида ўзига хос «кундалик» бўлиб, Меркурий сиртининг шаклланиш тарихидан ҳикоя қиласади. Шунингдек, планета кратерларининг айримлари, Ойдаги баъзи кратерлар каби радиал йўналишда чўзилган ёруғ нур системалари билан ўралган.

Бироқ Меркурийда кузатилган айрим обьектлар, на Ойда ва на қўшни сайдерларда кузатилмаслиги билан киши диққатини ўзига тортади. Булардан бири — эскарплар деб юритилувчи ўприлишлар бўлиб, уларнинг баландлиги 2—3 километргача етади. Ўприлишдан ҳосил бўлган бундай жарликларнинг узунлиги эса бир неча юз километрдан бир неча минг километргача боради.

Меркурий сирт жинсларининг зичлиги, Ойникидай тартибда ( $3,0$ — $3,3 \text{ г}/\text{см}^3$ ) бўлиб, ўртааси  $5,44 \text{ г}/\text{см}^3$  эканлиги, унинг марказий қисмида темир ядроси борлигини кўрсатади. Энг камида бу, Меркурий марказида силикат жинслар катта босим остида металлик ҳолатга ўтаётганидан дарак беради.

«Маринер-10» планетанинг сийрак атмосфераси борлигини маълум қилди. Маълум бир планетада атмосферанинг бўлиш-бўлмаслиги, одатда, талай факторлар билан аниқланади. Бироқ буларнинг ичida энг муҳими планетанинг сиртида тортиш кучининг катталиги ва ҳарорат энг муҳим ролни ўйнайди. Ҳароратнинг ортиши туфайли атмосферани ташкил этган молекула ва атом-

ларнинг тартибсиз иссиқлик ҳаракатларий ортади. Өқйибатда 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 босимиidan 200 миллиард марта камлик қилади. Сайёра сиртидаги барча газлар босими эса Ернидан ярим миллион мартача кам. Бироқ, олимлар Меркурий сиртида кутган бошқа бир газ — карбонат ангидрид «Маринер-10» олган расмларда ўзининг «қорасини ҳам кўрсатмай», астрономларни ҳайрон қолдириди.

1975 йил 16 марта «Маринер-10»нинг Меркурий яқинидан учинчи марта ўтишида сайёранинг магнит майдонини аниқлашга имкон берди. Бунда автоматик станция сайёра сиртидан атиги 320 километргина келадиган баляндликдан 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 қолдириди.

Гап шундаки, кейинги йилларда Ер магнит майдонининг пайдо бўлиши, унинг айланиши натижасида металл ядроисида 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 холоса маълум даражада, фанда ҳукмронлик қиласарди. Шубоисдан кичик массали ва ўта секин айланувчи (бошқа сайёralарга нисбатан) Меркурийда Марс ва Ердан катта майдоннинг мавжудлиги қизиқ.

Меркурийга яқин «қариндош» Ой тупроғида микроборганизмларнинг йўқлиги, иқлим шароитига кўра Ойникидан ҳам кескинлиги билан фарқ қилувчи Қуёшининг «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 миллион километрdir. 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» ёриткичdir.

1610 йилда ёқ 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 Ернижча бўлиб, диаметри 12 минг 100 километрни ташкил қиласди.

1761 йил 6 июнда астрономлар «тонг юлдузи» билан боғлиқ қизиқ бир ҳодисанинг гувоҳи бўлдилар: сайёранинг ҳаракати Қуёш дискида проекцияланди. Бундай ғаройиб ҳодисани кузатиш таниқли рус олимни М. В. Ломоносовга ҳам насиб қилган экан. Олим Венеранинг Қуёш дискидан ўтишини кузатаётib, 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 проекцияланниб ўтиши, жуда кам учрайдиган ҳодиса бўлиб, Ломоносовнинг XVIII асрдаги эслатилган кузатишидан сўнг атиги 3 марта гина кузатилди; навбатдаги ўтиши эса 2004 йилнинг 8 июнида бўлади. Сайёранинг сиртини спектроскопик ўрганишлар, унинг атмосфераси, асосан карбонат ангидридан иборат дейишдан ортиқ маълумотларни беришга ожизлик қиласди.

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 (анифи 87 гра-

дус) унда Ердагидек йил фасллари кузатилмайди. Шунингдек радиолокацион кузатишлар Зуҳранинг ўз ўқи атрофида айланиш даври 243 кунга тенглигини ҳамда у Қуёш системасининг шарқдан ғарбга айланувчи ягона сайёраси эканлигини маълум қилди (бошқа сайёralар 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 планеталаро автоматик станциялари ёрдамида олинди. Биринчи бўлиб, 1961 йили 12 февралда Зуҳрага Совет Иттифоқининг «Венера-1» автоматик станцияси йўл олиб, 97-куни у сайёрадан 100 минг километр наридан ўтди. Зуҳранинг Ерга яқин келган ҳолатларида, унгача масофа 40 миллион километрдан кам бўлмаслигини эътиборга олсак, «Венера-1» планетамиз «қўшниси»га 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 километри қалин қатламини ўтиш пайтида «тонг юлдузи» атмосферасига тегишли маълумотларни Ерга узатиб турди.

Шунингдек, бу аппаратга ўрнатилган магнитометр ёрдамидаги ўtkазилган 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 Зуҳра сиртига оҳиста 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 «қўшниси»ни ўрганиш тарихида муҳим ўрин тутади. Бу иккала станция сайдеранинг биринчи сунъий йўлдошлари орбиталарига чиқарилиб, уларнинг қўндирилувчи аппаратлари, сайдер сиртининг биринчи тасвиirlарини Ерга узатди (23-расм). Шунингдек, бу аппаратлар, сайдеранинг сирт тупроғида табиий радиоактив элементларнинг миқдорини, шамол-



23-расм, Зуҳранинг «жамоли» (Венера—9, 10-расмлари)

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

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

«Венера-11» ва «Пионер — Венера-2» станцияларининг қўндирувчи аппаратларига ўрнатилган комплекс аппаратлар, планета атмосферасининг газ ва булатли компоненталарига тегишли химиявий таркибини яна ҳам аниқроқ ўлчашга, булатли қатлам структураси ва зарачалари 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 қўйидаги янги маълумотлар қўлга киритилди:

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

Қизиги шундаки, сайёра атмосферасида булатлар бир неча қаватга эга. Асосий булатлар қатламиning 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 диапазонда яхши кўринади.

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

Махсус методлар ёрдамида булатларда нурнинг сочилишини ўрганиш, уларни ташкил қилган томчичалар, асосан сульфат кислотанинг 75—85 фоизли сувдаги эритмаси деган холосага 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 Зуҳра ёнидан ўтаётib олган 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, Зуҳра 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 сингдирувчалик методи билан аниқланган унинг зичлиги бир куб сантиметрда 1 граммдан (сиртида) 4 граммгача (таксминан 3 метр чуқурликда) боришини маълум қилди.

Планетанинг ўртача зичлиги ҳақида космик аппаратлари ёрдамида олинган маълумотлар асосида «тонг юлдузи»нинг зичлиги, Марс ва Меркурийнидан 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 табиий савол туғилади.

Гап шундаки, гарчи планетанинг қалин «тўни» — атмосфераси ичидан Қуёш нурланишининг жуда кам миқдорга унинг сиртига ўтса-да, бироқ бу «тўн» Зуҳра сиртидан ажralиб, космик бўшлиқни «кўзлаган» иссиқлик нурланишига деярли йўл бермайди. Натижада, «парник эфекти» дейилувчи бу эфект 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 қатламишининг 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 модель тугалланган дейишга ҳали эрта. Бундай модель ҳақиқатга яқинлашсин учун планета сиртида кузатиладиган тектоник ёрилишлар ва вулқонларнинг изларига аниқ жавоб топиш 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) Зуҳрани 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  $470^{\circ}$  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 шароитниги 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 охиригина 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.

Зуҳранинг 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 — сайдёра

Биз устида яшаётган осмон жисми, Қуёшдан үзоклиги бўйича учинчи ўринда турувчи планета бўлиб, Қуёшдан ўртача үзоқлиги 149,6 миллион километрни ташкил этади. Планетамизнинг экваториал радиуси 6378 километр, яъни қутб радиусидан таҳминан 21 километрга ортиқлик қиласди. 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 даражага оғмалиги билан тушунирилади.

Ер ўзи ўқи атрофида 23 соату 56 минуту 4 секундда тўла айланиб чиқади. Бироқ унинг Қуёшга нисбатан айланиш даври бир оз узунроқ бўлиб, 24 соатни ташкил қиласди. Сайдёрамизнинг 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  $5,5 \text{ г}/\text{см}^3$  га teng бўлиб, масаси таҳминан  $6 \cdot 10^{24}$  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 аzon қатлами, Қуёшнинг қисқа тўлқинли ультрабинафша нурларини кучли ютиб, барча тирик жониворларнинг, жумладан одамзотни, бундай нурларнинг хавфли таъсиридан асрайди. Атмосферанинг 21 фонзга яқинини кислород, таҳминан 78 процентини эса азот, қолган қисмини эса бошқа газлар: аргон, карбонат ангидрид ва сув буғлари ташкил қиласди.

Ер гидросферасига (Ер юзидаги қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатидаги сувларнинг мажмуаси) кўра бошқа планеталардан кескин фарқ қиласди. Унда фақат суюқ ҳолатдаги сувнинг ҳажми 1 миллион 370 минг триллион куб метр бўлиб, умумий майдони 3 минг 610 миллиард квадрат метрга teng. Бошқача айтганда, Ер сиртининг қарийб 71 фоизини ташкил қиласди. 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 мухим роль ўйнайди. Сувсиз органик ҳаёт Ерда вужудга кела олмасди.

Сувнинг қаттиқ бўлаги — муз ҳам планетамизнинг анча қисмини эгаллаб, асосий қисми Антарктида ва Гренландия қуруқлигини қоплади. Унинг умумий масаси 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 сайдерамизнинг 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 қиласди. Кўндаланг тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги эса бўйлама тўлқинларнидан 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 қаршилик қилмаслиги туфайли, бундай тўлқин суюқликда тарқала олмаслиги базасида литосферанинг суюқ ядрои борлиги асримизнинг бошидаёқ аниқланган эди. Кейинги тадқиқотлар бу ядро асосан икки — радиуси 1300 километргача борадиган қаттиқ ва унинг устидаги 1100 километрни 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 Мохоровичч сирти деб юритилади. Бу сиртдан юқори қатлам литосфера пўстлоги ости эса мантия деб юритилади. Мантияning зичлиги  $3,3 \text{ г}/\text{см}^3$  дан (Мохоровичч сиртида)  $5,5 \text{ г}/\text{см}^3$  гача (ядро чегарасида) ортади. Ядро чегарасида зичлик кескин ортиб  $9,4 \text{ г}/\text{см}^3$  ни ташкил қиласиди. Ер марказида зичлик  $14,5 - 18 \text{ г}/\text{см}^3$  гача тартибда бўлиб, босим 1 миллион 300 минг атмосферага боради. Температура марказга томон ортиб бориб, мантияning қўйи чегарасида Кельвин шкаласида 5000 градусгача, марказда эса тахминан 10000 градусгача боради.

Ер — гигант магнит бўлиб, уни компас стрелкасининг планетамиз магнит майдони куч чизиқларига параллел туриш учун ҳаракатланишидан билиш мумкин. Қизифи шундаки, геомагнит қутблар Ер қутблари билан устма-уст тушмайди. Шимолий геомагнит қутбнинг географик кенглиги  $78^\circ 5'$ , узунлиги эса  $290^\circ$  (шарқий узунлама)ни ташкил қиласиди. Бошқача айтганда, геомагнит ўқ Ер ўқига  $11,5^\circ$  ли бурчакка оғишган. Геомагнит майдоннинг кучланганлиги экватордан қутбга томон  $0,25 - 0,35$  дан  $0,6 - 0,7$  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 ўқига 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.

Охириг йилларда планетамиз — осмон жисмларининг ажралмас қисми сифатида актив ўрганилаётганига қарамай, ҳали унга тегишли муаммолар қўшни планеталарницидан 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 олсан, 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 планетамизнинг табиий йўлдошидир. Ойнинг Ер атрофидаги орбитаси, барча планеталарнинг Қуёш атрофига айланиш орбитаси каби эллипс (чўзинчоқ айланадир). 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 қиласди. Ой сиртида тортиш кучи Ердагидан 6 марта кам. Ой осмонда Фарбдан Шарққа томон айланиб, 27 кун 8 соатда Ер атрофини бир марта айланиб чиқади. Ой ўз ўқи атрофига 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 Ерда 90 килограмм бўлса, Ойда атиги 15 килограмм бўлиб қолади. Шунингдек, Ойда кузатувчи Ерда кўниkkeн кўп ҳодисалардан фарқли ажойиботларнинг гувоҳи бўлади. Аввало, Қуёш чиқишидан олдин Ерда кузатиладиган чиройли қизилранг шафақ Ойда кузатилмайди. Қуёш, кутилмаганда бирдан уфқ остидан кўтарила бошлайди. Қуёшнинг уфқдан кўтарилиши Ердагидек, жуда шошилик бўлмасдан, бутунлай чиқишига бир соатча вақт кетади. Қизиги яна шундаки, Қуёш кўтарила бошлиши билан осмонда юлдузлар йўқолмайди. Тим қоронги осмонда Қуёш билан бирга бутун кун бўйи юлдузлар ҳам порлаб тураверади. Қуёш атрофига

қизил рангда ва тишилик шаклли ҳалқа — унинг атмосфераси кўринади. Протуберанецлар деб юритувчи — «аланга 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 туфайли Қуёш нурлари бевосита тушмаётган жойларда туннинг совуғи 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 маҳсус радиопередатчиклардан фойдаланишга тўғри келади.

Ой осмонининг чиройли ҳодисаларидан яна бири, планетамиз — Ернинг кўринишидир. Ой осмонида Ер чиройли, кўкимтири шар шаклида, Ойнинг осмондаги кўринишдан тўрт мартача катта кўринади. Бироқ Ернинг ярмидан кўли оқ булатлар 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 мартағача равшанроқ ёритади. Ой осмонида «тўлиқ ер» кузатиладиган пайт — Ердан қараганда Ойнинг «янгиёй» 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 тутилаётган пайтда Ой сатҳида бўлса, у Қуёш тутилишини кузата-



24-расм. Ой сиртининг рельфи.

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

Ойда олам қутби Ердан қараганда атрофида юлдузлар айланма ҳаракат қиласиган Қутб юлдузига мос келмайди. Ерда, оламнинг Шимолий 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 ҳаракатлашаётгандек туюлади (Ой ўз ўқи атрофида айланганлиги туфайли). Ойда адашган кишининг ҳам аҳволи анча мушкул бўлади. Ойнинг магнит майдони йўқлиги туфайли, у ерда компасдан фойдаланишининг 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 чўғланиб из қолдиришидандир. Ойда атмосфера йўқлиги эса, ҳар қандай катталиқдаги тошни ҳам Ой сиртига бемалол қизимай тушишини таъминлайди.

Ойнинг рельефи қандай? Ой рельефида Ернига ўхшаш обьектлар кўплаб топилади. Ойда ҳам паст текисликлар, тепаликлар, тоғлар бор (24-расм). Бу обьектларни биринчи марта итальян олимни 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 Алып, 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 чиқсан бўлади. Ой орқа томонининг рельефи, биринчи марта, Совет Иттилоғининг 1959 йили учирган «Луна-3» автоматик станцияси Ойнинг Ердан кўринмайдиган орқа томонини олган расмларидан маълум бўлди ва Ойнинг тўла глобусини ясашга 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» типида-

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 учириш мақсад қилинди. Собиқ Совет Иттилоғи 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 киришиб, 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 юклangan барча вазифани «саъло» баҳога бажарди. «Луна-16» ва «Луна-20», «Луна-24» «Ойдан намуналар келтириди.

«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 майдадонадорликдаги говак жинслардан, йирик донадорли жисмлардан, брекчия дейилувчи минераллар синиқларидан ва реголит (майдадаррачалар 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 холосага келинди.

1969 йилнинг июнида АҚШнинг «Аполлон-11» космик аппаратида икки астронавт — Армстронг ва Олдринлар Ойга қўндилар. Ой устида улар узоқ сайд 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 киритилар.

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 топлади. Бу масалада, айниқса, Ой чанги деб номланган Ой сирти қатлами табиати жиҳатидан диққатга сазовордир. Унинг таркиби кристалл синиқларидан, темирникель 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 табииёт фанлари учун муҳимлиги, Ой атмосферадан холилигидандир. Ойга ўрнатилган кичик телескоп, Ердаги катта телескооплар ёрдамида Ердан олинган осмон жисмлари расмларидан бир неча марта сифатли материаллар олишга имкон беради. Ойда ўрнатилган ўртача катталиктаги 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.

Космосдан планетамиз томон турли тўлқин узунлигидаги нурлардан ташқари, элементар заррачаларнинг оқими ҳам узлуксиз келиб туради. Бу заррачаларнинг манбалари портловчи юлдузлар, туманликлар ва асосан Қуёшдаги актив ҳодисалардир. Космик нурлар деб, юритилувчи бу оқим заррачалари турли миқдорли энергияга эга бўлиб, катта энергиялилари, Ердаги маҳсус 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 бойликлар, қимматбаҳо минерал ва рудалар кони бўлиши мумкинлиги, унинг тупроқ намуналарини ўрганишдан маълум бўлди.

Хозирги замон фани Ойнинг келиб чиқишини қандай тушуниради?

Яқин йилларга қадар Ойнинг келиб чиқиши ҳақида хукмронлик қилган гипотезани машҳур биолог Чарльз Дарвиннинг ўғли — математик ва астроном Джорес Дарвин таклиф қилган эди. Бу гипотезага мувофиқ, Ой Ердан унинг эволюциясининг дастлабки стадиясидан ажralиб чиққан деб тушунтирилади. Планеталарнинг Қуёшдан ажралганилиги ҳақидаги космогоник гипотеза, ҳисоблашлар натижасида ўзини оқламагач, Дарвиннинг шу гипотезасининг асосига ҳам птур 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 йигилган чанг заррачалиридан, 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 типидаги тўртинчи планета Миррих (Марс)нинг орбитаси, Ерницидан ташқарида ётади. Унинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 228 миллион километр. Марс Қуёш атрофида айланаётуб, 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 Ернидан анча кам  $3,94 \text{ г}/\text{см}^3$ . Эркин тушиш тезланиши  $372 \text{ см}/\text{с}^2$ .

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

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  $-60^\circ$  ни ташкил қилиб, сутка давомида кескин ўзгаради. 35 градусли кенгликда куз фаслида туш пайтига яқин ҳарорат минус  $20^\circ$ , кечқурун  $-40^\circ$ , кечаси эса  $-70^\circ$  га боради. Қишлоғида  $40^\circ$  ли кенгликда ҳарорат минус  $50^\circ$  дан,  $60^\circ$  ли кенгликда эса минус  $80^\circ$ — $90^\circ$  дан ортмайди. Марс сиртининг минимал температураси  $-125^\circ$  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) тилидаги планеталараро автоматик станциялар ёрдамида қўлга киритилди. Маълум бўлишича, Марснинг «тўни» 95% карбонат ангидридан, 2,5% азот,  $1,5+2,0\%$  аргондан ва жуда кам миқдордаги кислород (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. Қизифи шундаки, бу «қалпоқлар», Ернинг шимолий ва жанубий қутбларида кузатиладиган Шимолий муз океани ва Антарктидага 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 кенглиkkача, жанубий ярим шарда эса — 55 градусгача бостириб келади. Шуни унумаслик керакки, қиши ҳар иккала ярим шарда бир вақтда бўлмай, Ердагидек, бир-биридан ярим йилга (Марс йили билан) фарқ қиласди.

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

Махсус методлар ёрдамида «қутб қалпоқлари»ни ўрганиш, улар муз ҳолатдаги карбонат ангидрид эканини маълум қиласди. Кейинчалик космик аппаратлар, Марс қутбларида температура, карбонат ангидридининг 6,1 бар босимда конденсацияли температурасига ( $-125^{\circ}\text{C}$ ) 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 тенасида атмосферага жуда кўп миқдорда карбонат ангидрид улоқтирилиб, босимни кескин ортшига сабаб бўлади. Оқибатда кучли шамол вужудга келиб, у жуда катта газ массасини жанубий ярим шарга олиб ўтади. Гарчи бунда шамолнинг тезлиги секундига таҳминан 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 қизгиш чанг булатлари 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 ичida жуда катта майдонни кратерлар эгаллайди. Кратерлар соҳаси, шимолда экватордан 40 градусли кенгликларгача боргани ҳолда, жанубда, экватордан 80 градусли кенгликлари-гача ястанади.

Марс рельефига тегишли объектлар ичидә 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 маҳсус обсерватория қурган америкалик астроном Лоузелл, 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 кўринини олар экан. «Уруш худоси» ўз бағрида ястанган пасттекисликлари ва тоглари билан планетамиз — Ерга жуда ўхшаб кетади.

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

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

тоғнинг баландлиги 9 километр, энг йирик вулқон асосининг диаметри эса 250 километрдан ортмайди).

Қолган вулқоник тоглар Олимп баландлигидан қошлишса-да, бироқ уларни 15 километрли баландликдаги чанг булатларидан 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 узоқларгача оқиб борган.

Марс рельефининг энг қизиқ обьектларидан бири, узунлиги бир неча юз километргача чўзилган жарликлардир. Арзия тоғидан 20 градус шарқда бундай жарликлардан бири жойлашиб, унинг узунлиги 400 километргача, кенглиги айrim жойларида 30 километргача, чуқурлиги эса 2 километргача боради. Бундай жарлик жанубдаги 10 параллел бўйлаб йўналган яна ҳам «бажайбат» канъон дейилувчи водий билан туташиб кетади. Маринер водийси деб ном олган бу канъон 3600 километргача чўзилиб, чуқурлиги 5—7 километргача етади. «Маринер-9», «Марс-4—5» ва «Викинг»лар олган расмлардан кўриннишича, канъонлар атрофидаги жарликлар ҳозир ҳам емирилишда давом этиб, қизиги, ўпирилган қисмлари суюқ лой кўринишида унинг тубига ва атрофга оқади. Маринер водийсининг кенглиги айrim жойларда 200 километргача етади.

«Қизил планета» сиртида кузатиладиган бошқа бир «тилсим» дарё ўзанлариdir. Булар ичida 30 градуслар чамаси жанубий кенгликда жойлашган Ниргал деб номланган дарё ўзани 400 километрга чўзилган Марснинг қадимий дарёларидан ҳисобланади. Ниргал жуда катта ҳавзага қўйилганлиги «Маринер-9» олган расмларда яққол кўринади.

Шунингдек, узунлиги 700 километргача борадиган бошқа бир дарё ўзани Маадимнинг айrim жойларида кенглик 80 километргача етади.

Бу дарё ўзанларида ҳозир ҳеч қандай суюқлик оқмаслиги аниқ. У ҳолда, мазкур дарё ўзанларини нима вужудга келтирган?— деган савол туғилади. Ушбу саволга 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  $\text{CO}_2$  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 вулканларнинг лавалари деган гипотеза ҳам «туғилган» вақтлари ёқ, унга тегишли назарий ҳисоблашларга дош беролмай йўққа чиқди. Чунки бундай ҳисоблашлар, лава, сайёра сиртининг мавжуд шароитда дарё ўзанларининг бошида ёқ 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 олга 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 тўхтайди ва унинг қутб атрофидаги ёруг спирал тасмалари кўринишидаги қисми ёз бутунлай ўтгунча ҳам сақланиб қолади. Бунинг сабаби, қутб зонасида бир неча ўнлаб метр қалинликда, асрлар давомида йигилган чанг билан кўмилган сув музи қатламининг жойлашганиданadir деб тушунтирилади. Шунингдек, канъонлар «қирғонги»даги ўпирлишларнинг ёйилиши табиати ҳам планетанинг сиртости муз қатламлари борлигидан далолат беради.

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

Ернинг «ён қўшиниси»да ҳаётнинг бор ёки йўқлиги масаласи узоқ йиллардан бўён олимларни қизиқтириб

келади. Г. Тихов ва америкалик У. Стинтон Марсда ҳаётнинг излари бўлмиш ўсимликлар билан узоқ йиллар қизиқдилар. Планетанинг қорамтири 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 маҳсус хоналарга киритилган ўсимликларнинг айрим турлари, бактериялар ва ҳатто анчайин йирик жониворлар бундай шароитга мослаша бошладилар ва кутилмаганда узоқ вақт яшаб, олимларни ҳайратда қолдиридилар. Жумладан, қизил кўзли тошбақалар босими ер сиртидан 16—17 километр баландликдаги ҳаво босимигача камайтирилган босимда, мавжуд илмий башоратларни «менсимиған» ҳолда тинчгина яшашда давом этавердилар. Кийик моҳи деб аталадиган ўсимлик эса, одамин ўлдирдиган 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 айтиарли хавфли эмаслигини тасдиқлади.

1975 йили, асосий мақсади Марсда ҳаётнинг бор ёки йўқлигини аниқлашга қаратилган ва ҳар бирининг масаси уч ярим тоннадан келадиган АҚШнинг «Викинг-1» ва «Викинг-2» космик аппаратлари «Уруш худоси» томон йўлга чиқишиди. «Викинг-1» 350 миллион километр чамаси масофани ортда қолдириб, 1976 йилнинг 20 июнда 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. Тасвиirlарда ҳар хил катталиктаги ҳарсанг тошлар ва тупроқ барханлари яққол кўзга ташланади. Бундай барханларни пайдо бўлишида бўроннинг қўли борлиги шундок кўриниб турибди (25-расм). «Викинг-1» қўнгандан сўнг кўп ўтмай, Ерга қўйидаги метеорологик маълумотни



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

юборди: кечқурун шарқ томондан эсги н күчсиз шамол, ярим кечадан сўнг жанубий гарб томондан эса бошлиган 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 айrim 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 тасниридан унинг чеккалари ҳўл қум қазилгандагиdek ўпирилиб тушгани ҳам юқоридаги фикр фойдасига «галиради».

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 қўйидаги 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 субстратлар карбонат ангидрид газини ҳосил қилиш билан бўлинади. Бу газнинг радиоактивлиги эса маҳсус счётчик ёрдамида қайд қилинади.

Дастлабки биологик эксперимент, Марсда микроорганизмлар борлигини тасдиқловчи карбонат ангидридни интенсив ажralаётганини қайд қилди. Бироқ кўп ўтмай, ажralаётган газ миқдори кескин камая бошлади. Уч кун ўтгач, бу тажриба қайтарилиганда худди шундай ҳол қайтарилиди. Гарчи иккинчи эксперимент учун мўлжалланган асбобда, ассимиляцияга асосланган тажриба ҳам планетада микроорганизмлар мавжуд деган хulosага 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 ажralиши 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 ажralиши, одатдаги химик реакцияларда ажralишдан анча узоқ давом этгани ҳолда, микроорганизмлар фаолиятида ажralиши лозим бўлган вақтдан анча кам вақт давом этди.

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

Үтказилган тажрибалар натижасида газнинг ажралиши Марс тупроғининг химик хусусиятими 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 алмашинувига асосланган тажрибаларни қайтариш ётар эди. Агар шундан сўнг ҳам газларнинг ажралиши счётчикларда қайд қилинса, у ҳолда тупроқ таркибида микроорганизмлар бор деб қарашга птур етарди.

Шу асосда, махсус механик қўл ёрдамида герметик контейнерга солинган планета тупроғи Цельсий шкаласи бўйича плюс 160 градусда З соат қиздирилди ва сўнгра бу тупроқ билан тажрибалар қайтарилиди. Қизиги шунда бўлдики, тупроққа микроорганизмлар учун истеъмол модда киритилиши билан ундан карбонат ангирид ажралиши кузатилди. Бироқ, бу хол, 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 бағишлиган тортишувларга нуқта қўйишга ҳали эрталиги аниқ бўлади. Бу муаммонинг ечилишига уринишлар, олимларни янги тадқиқотларга ундейди.

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, Мирриҳдан ўртacha 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

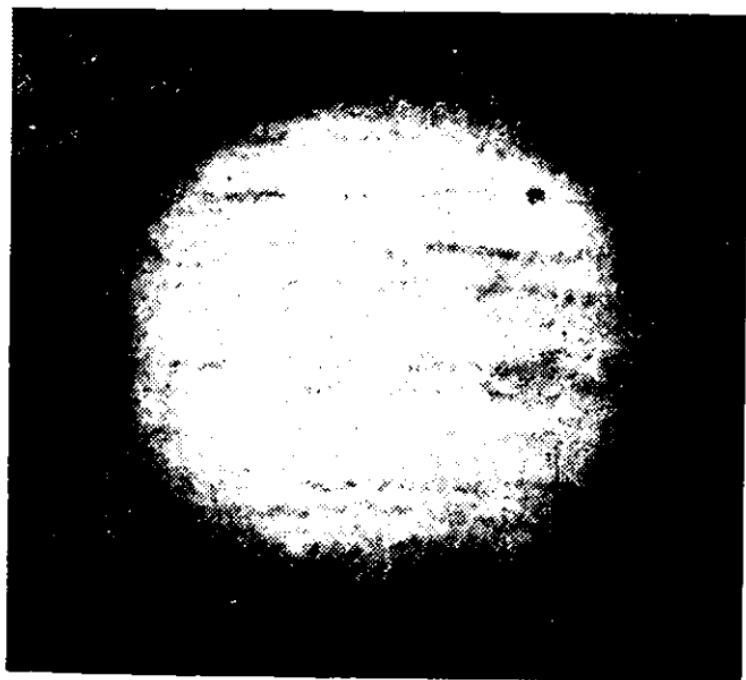
«ойи»— Фобос ғарбдан чиқиб шарқقا ботади. Қизиги яна шундаки, бир суткада Фобос кун ботиш томондан 3 марта чиқиб, кун чиқиш томонда 3 марта ботади.

Фобоснинг ўртача зичлиги  $1,8 \text{ г/см}^3$  бўлиб, массаси  $8-10^{12}$  (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» дейишига 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 й-нинг устига барча нуқталарни қўйишга шошилмайлик. Буни вақт кўрсатади.

## 6- §. «Қизил доғ»ли улкан сайёра

Қуёш системасининг планеталари ичida 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 километри ташкил қиласди. 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 тиридаги планеталар айланишларидан фарқ қилиб, экватор қисми тезроқ —9 соату 50,5 минутли, ўрта кенгламалари эса секунроқ —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 юрувчи» булатлардан ташкил топган.

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

Юпитернинг ҳажми Ернидан 1314 марта ортиқ. Гарчи бу сайёранинг зичлиги Ернидан 3,5 марта кам бўлса-да, катталиги туфайли унинг массаси Ер массасидан 318 марта ортиқдир. Шунинг учун ҳам Юпитернинг тортиш кучи, Ердагидан 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 ичida табиати ҳалигача жумбоқлигини сақлаётган, экваторга параллел қора-қизғиш камарлар киши диққатини ўзига жалб этади (26-расм).

Бу камарлар охирги йиллар материаллари асосида

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

Муштариининг қадимий «тилсим»ларидан бошқа бирни 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 хуносага олиб келди. Г. Голицин таклиф этган гояга кўра, Катта Қизил Доғ планета атмосферасининг узоқ давом этадиган гигант уюрмасидир. Ўхашашлик принципи асосида ишлаб чиқкан унинг бу назарияси, кейинги йилларда бир неча факторлар билан тасдиқланиши билан эътиборга сазовор гипотеза ҳисобланади, АҚШнинг «Пионер X» ва «Пионер XI» 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 Ернидан кескин фарқ қилиб, водород, гелий, метан ва аммиак газларидан ташкил топган. Атмосферанинг асосий қисмини водород ва гелий ташкил қиласди. Планета спектрида гелий ўз «автограф»ини қолдирмаслиги, олимларни узоқ вақт ажаблантириди, чунки назарий ҳисоблашлар гелий унинг атмосферасида кенг тарқалганлигини инкор этмасди. Бу масала 1973 йили ҳал бўлди: Юпитер яқинида ўтаётган автоматик станция «Пионер X» Ерга юборган «радиограммаси» да планета атмосферасида гелий борлигини маълум қилганда астрономлар «енгил нафас» олишиди. 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 қиласди.

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

да ацетилен ( $C_2H_2$ ) ва этан ( $C_2H_6$ ) борлигини маълум қилди. Бу бирималар Қўёшнинг ультрабинафша нурлари таъсирида атмосферада рўй берадиган фотохимик реакция туфайли метанинг парчаланишидан вужудга келади деб тахмин қилинади. Юпитер атмосферасида CO ва CO<sub>2</sub> каби молекуляр бирималарнинг топилиши астрономлар учун «сюрприз» бўлди, чунки водородли атмосферада карбонат ангидрид тез парчаланиши кузатилади ва шунинг учун ҳам олимлар муштариининг атмосферасида уни кутмаган эдилар. Қам миқдорда бўлса-да, Муштарий ўз «тўни»да заҳарли — цианли водород (HCN) ва водородли германий (GeV<sub>4</sub>) каби бирималарнинг запасини асрайди.

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

Юпитерни инфрақизил нурларда ўрганиш, бошқа планеталардан фарқли ўлароқ у ўзидан, Қўёшдан олган энергиясидан қарийб икки ярим баробар кўпроқ энергияда нурланишини маълум қилди. Шу муносабат билан америкалик таниқли планеталар тадқиқотчиси Д.ж.Койпер Юпитер марказида ҳам Қўёш ва юлдузлардаги каби энергиянинг термоядро манбаи мавжуд деган холосага 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 Қўёш системасининг тўнғичи Юпитерда «мехмон» бўлди. Автоматик станция Юпитерга 6,5 миллион километр яқинлашгандаёқ, планета магнитосфераси Юпитерга «пешвоз» чиқди. Муштариининг магнитосфераси асосан уч қисмдан иборат бўлиб, 20 сайёра радиуси масофагача чўзилган ички қисмида диполли (икки қутбли) магнит майдон ҳукмронлик қиласи. 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, «қўёш 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) ҳаракатлашидан, иккincinnи эса синхротрон нурланиш дейилиб, релятивистик электронларнинг (тезлиги — ёруғлик тезлиги катталигига яқин электронларнинг) ҳаракатланишидан вужудга келади.

Гигант планетанинг магнит майдони зарядли космик заррачалар билан таъсириланишиб, уларни ўз сферасида «қафас»га туширади ва натижада бундай ҳолат, планета атрофида, Ернигига ўхшаш кучли радиация камарларининг пайдо бўлишларига олиб келади. Тороидал шаклидаги (тешиккулча кўринишли) радиацион камарларнинг экватор текислигига бир оз оғган ҳолда бўлиб, 1,5 дан то 6 планета радиусигача масофага чўзилади. Бу поясда 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 қиласди. Ерда қайд қилинадиган кичик энергияни электронлар, Юпитернинг бу табиий тезлатгичларининг маҳсул эканлиги, улар учун характерли 10 соатлик даврнинг сайёранинг айланиш даври билан бир хиллигидан аниқланади.

Шунингдек, Муштарийининг метрли радиодиапазонда кучли нурланишининг манбай 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 аҳён-аҳёнда қайд қилинади. Ҳисоб-китобларнинг кўрсатиши-

ча, бу хилдаги радиоқақнашларнинг манбаи, қуввати жиҳатидан, Ерда момақалдироқ пайтида чақнаган яшиндан 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 Ерницидан 27 марта камлик қиласди. Бироқ шунга қарамай, бу сайёранинг маълум юзаси Қуёшдан олган энергиясидан қарийб 2,5 марта кўп энергия билан асосан радио ва инфрақизил диапазонларда нурланади. Бу — Муштариининг 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. Муштариининг сиртидан марказга томон температура тез ортиб бориши ва оқибатда жуда катта чуқурликка, унинг моддаси фақат газ-суюқ ҳолатда бўла олиши ҳам охирги йиллар ҳисоб-китобидан маълум бўлди. Планета ҳақида қўлга киритилган энг сўнгги маълумотлар асосида бу улкан сайёранинг ички гузилини 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 ажратса оладиган миқдорга эришади. Афтидан уларнинг ҳаракати Муштариининг 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 қиласди, унинг атрофида 16 та йўлдош айланади. Бу «Ой»лардан тўртта энг йирик 1610 йилда Г. Галилей томонидан топилган бўлиб, охирги иккитаси 1974 ва 1975 йилларда топилди.

Муштарий йўлдошларини З пруппага бўлиш мумкин. Биринчи группага тўртта Галилей йўлдошлари (Ио, Европа, Ганимед ва Каллисто) ва унинг сиртидан атиги 110 минг километр масофада айланувчи Амальтия киради. Бу группанинг энг узоқ йўлдоши Каллисто планетадан 1,8 млн километр нарида унинг атрофида 16,7 ер суткасига тенг давр билан айланади. Бу группада энг кичик йўлдош Амальтия бўлиб, диаметри 150 км, энг йириги Каллистоники эса 5300 километрдир. Галилей йўлдошларининг ўртача зичлиги, планетадан узоқлашган сайин камаяди: 3,2—3,6 г/см<sup>3</sup> дан (Ио учун) 1,6 г/см<sup>3</sup> гача (Каллисто 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°C, Ганимед учун —105°C). Бу сайдералар 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 группа йўлдошлар, тахминан 12 млн километрли масофада сайдера атрофида 250 ер суткасига яқин давр билан айланадилар. Бу группага кирувчи йўлдошлар нисбатан кичик бўлиб, улар ҳақида ҳозирча жуда кам нарса маълум. Иккинчи группа аъзоларининг сони ҳам 5 та бўлиб, булардан иккитаси янги 1974 ва 1975 йилда топилган.

Ўчинчى группа йўлдошларий сони 4 та бўлиб, улар ҳланетадан 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, қалинилиги 30 километрдан катта бўлмаган, Сатурникига ўхшаш ҳалқаси борлиги маълум бўлди. Олимларнинг аниқлашича, бу ҳалқа, каттаги 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 «нишлётган» вулқонни (баландлиги 160 км), бир неча юз километрга чўзилган тоглар ва жарликларни кузатди. Ганимед ва Каллисто сиртида кўринган ўнлаб ёруғ доғлар эса, афтидан, кратерлар бўлса керак деб тахмин қилинади. Каллистодаги кратерлардан бири бир неча концентрик тог ҳалқалари билан ўралган бўлиб, айрим жойларда бу тизмаларнинг оралиги 1 минг 600 километргача стади.

Гарчи охирги 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 киравчи осмон жисмлари билан яқиндан танишиш мақсадида навбатдаги автоматик станцияларни унинг «ой»ларидан бирига қўндириши 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 күз билан күриш мумкін бўлган охирги планетасидир. Шунинг учун ҳам, қадимда узоқ йиллар Зуҳалнинг орбитаси Қуёш системасининг чегараси деб таъкидланган.

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

Орбитаси бўйлаб ҳалқали бу сайдера секундига 9,6 километрли тезлик билан учиб, 29 йилу 5 ой 16 кун деганда Қуёш атрофини бир марта айланиб чиқади. Сатурнининг ўз ўки 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 қиласди. 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 тасвирининг сифатсизлиги бўлса, иккинчиси — ўша даврда планета Ерга «ёнбош» тургани туфайли унинг ҳалқаси кузатувчига қирраси билан кўрилганлигида эди. Сатурнининг 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 сайдеранинг атрофида ҳалқа кузатилмаган эди. Шу сабабдан Зуҳал ҳалқасининг табиатини ўрганиш учун талай астрономлар бирданига киришдилар. Италиялик Джованни Кассини, инглиз Роберт Гук, немис Иоганн Энке, америкалик

Джорж Бонд ва рус Софья Ковалевскаялар шулар жумласидан эди.

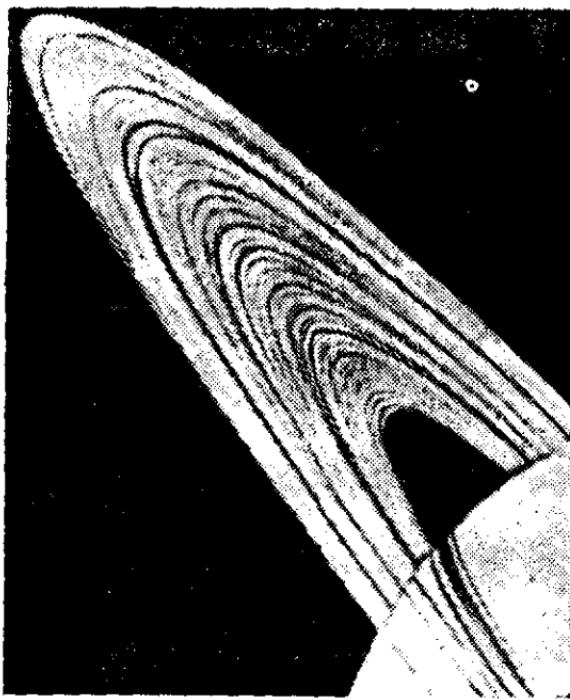
1750 йилда Сатурннинг ҳалқаси ҳақида Томас Райт шундай ёзган эди: «Агар биз Сатурнни етарли даражада кувватли телескоидга кузатсак эди, у ҳолда ҳалқа, биз йўлдошлар деб атайдиган жисмлардан анча пастда ётувчи чексиз кўп майдада сайёralардан иборатлигини кўрар эдик». Кейинги тадқиқотлар ҳалқа ҳақидаги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

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

Бошқа бир олим И. С. Бобров Сатурн ҳалқасини ўрганишга бағишлиаган бир неча йиллик тадқиқотларини докторлик диссертацияси кўринишида ҳимоя қилди. Унинг билдиришича, ҳалқа кесими 10 сантиметр чамаси катталикларидан ташкил тонган бўлиб, баъзан улар ичидаги диаметри бир неча метргача борадиганлари учрайди.

Кейинги йилларга тегишли тадқиқотлар, планета ҳалқаси ҳақида маълумотларни кескин бойитди. Сатурнни ўрганишда йирик қадам 1979 йилнинг 1 сентябринда бир йиллик планеталараро «сайр»дан сўнг Зуҳалдан 21 минг 400 километр наридан ўтган Американинг «Пионер XI» автоматик станцияси томонидан қўлга киритилди. «Пионер»нинг кузатишлари М. С. Бобровнинг натижаларини маълум даражада тасдиқлаб, ҳалқа зарраларнинг 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 сентябринда «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 текислигига катталиги 80 километргача бўлган майдо — 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 белбогларнинг кузатилиши ҳам сайёра ҳалқаси бобида янги муаммолардан ҳисобланади.

Спектроскопик ва радиометрик методлар ёрдамида кузатиш асосида ҳисоблашлар, сайёра сиртида ҳарорат, Цельсий шкаласида, минут  $180^{\circ}$  атрофида эканлигини маълум қиласди.

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

Планета атмосферасида ҳам Юпитернидаги 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 қиласди. Бироқ кўп ўтмай, Зуҳалнинг спектридаги Данхем топган чизиклар метанга тегишли эканлиги маълум бўлди. 1970 йили Совет олимларидан Л. А. Бугаенко, Л. С. Галкин ва А. В. Мороженколар томонидан Сатурн спектрида топилган, тўлқин узунлиги  $6450 \text{ \AA}$  бўлган соҳа яқинидаги ютилиш тасмаларигина аммиакга тегишли эканлиги маълум бўлди.

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

1974 йили сайёра атмосферасида этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) топилди. Зуҳалнинг элемент таркиби Қўёшникидан фарқ қилмай, волород 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 сайдеранинг магнит ўқи унинг айланиш ўқи билан устма-уст тушади.

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

«Ҳалқали гигант» атрофида топилган жами йўлдошиларининг сони ўн еттитага етди. Унинг ўнинчи йўлдошини Париж астрономик обсерваторининг ходими Одуэн Долфус 1966 йили топди. Сайдеранинг ўнинчи йўлдошига қадимги Рим афсоналарининг икки юзлама худоси Янус номи берилди.

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

Сатурн йўлдошларидан яна бири — Янет (диаметри 425 километр) сирт тузилиши жиҳатидан жуда «рангбаранг»лиги билан киши диққатини ўзига тортади. Бу йўлдошининг равшанилиги, Сатурн атрофида айланиш даври давомида қарийб олти мартағача ўзгаради. Бунинг иккита сабаби бўлиши мумкин: биринчисига кўра Янет сферик формага эга эмас деб тушунирилса, иккничиси — Сатурннинг бу йўлдошининг ёруғ ва қоронени ярим шарлари Қуёш нурларини икки хил қайтаришининг натижаси деб уқтиради.

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

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

тacha 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 ичida француз астрономи Рошнинг назарияси диққатга сазовордир. Бу назарияга кўра, планетанинг йўлдошлари марказий сайёрадан маълум критик масофада кичик оралиқда 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, Сатурнинг ҳалқаси, планетанинг йўлдошларидан бирининг қадимда «эҳтиётсизлик» қилиб унга яқин келгани туфайли бўлса керак деган гумоннинг туғилишига сабаб бўлди.

Кейинчалик, планеталар атрофидаги икки ярим сайдёра 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 жоизки, Зуҳалнинг учинчи топилган йўлдоши Янус ҳам бу критик чегарага жуда яқин бўлиб, келажакда бу йўлдошнинг ҳам ҳалок бўлишининг эҳтимоли кам эмас.

## 8- §. Уран — «Ёнбош» планета

Уран планетаси, аслида музикачи, кейинчалик машҳур астроном даражасига кўтарилиган В. Гершель томонидан 1781 йили тасодифан топилди. Маълум бўлишича, планета очилгунга қадар, қариб 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.

Уранинг диаметри 49 минг 600 километр бўлиб, массаси Ерницидан 14,6 марта катталик қиласи, ўтара-

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

Ураннинг орбитал тезлиги секундига 6,8 километрни ташкил қиласди ва Қуёш атрофида 84 йилда бир марта айланаб 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 марта Ураннинг ҳаётига тегишли қизиқ бир янгиллик 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 маҳсус самолётга ўрнатилган телескоп орқали Уранни SAO 158687 деб номланган юлдузни бекитиб ўтишини кузатдилар. Кутимагандан, юлдузни Уран билан тутилишига 40 минут қолганда, унинг равшанлиги кескин камайиб, бир неча секунддан сўнг дастлабки ҳолатига келган. Шундан сўнг планета юлдузни тўсгунига қадар бундай ҳол яна тўрт марта қайтарилган. Ва, ниҳоят, юлдузни Ураннинг планета диски билан тўсилиши 25 минутча давом этгач, яна навбат билан юлдузни Ураннинг равшанлиги беш марта камайиб олдинги ҳолатига келган. Кузатувчилар бундай ҳодисанинг сабабчиси, Уран атрофида бирин-кетин бешта ҳалқа жойлашганигидан деб тўғри фаҳмладилар.

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

Ҳозирча Уран атрофида ҳалқа қандай пайдо бўлганига олимлар жавоб тона 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 фаслларининг ва кечакундузнинг 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 бормайди, 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 сони бешта. Шулардан иккита энг йириги Гершель томонидан топилиб, Титания ва Оберон деб номланган. Биринчи марта бу номлар француз эносида XII асрдан сўнг учрайди. Кейинроқ бу номлар билан В. Шекспир-нинг «Ёзги тундаги туш» комедиясининг қаҳрамонлари юритилгандан сўнг, улар айниқса, оммабоп бўлди.

Уранинг бу йўлдошлари топилгандан сўнг 64 йил ўтгач, астроном Лассель сайдеранинг яна икки йўлдошини топди. Бу икки йўлдош ҳам Шекспир асари қаҳрамонларининг номлари билан Умбриэл ва Аршел деб аталди. Ва иҳоят, 48 йили Ж. Койпер Уранинг бешинчи йўлдошини топди ва анъанага кўра, Шекспир-нинг «Бўрон» эртак — пьесасининг қаҳрамони — Миронда номи билан атади.

Сайдеранинг дастлабки топилган бешта йўлдоши ҳам унинг атрофида, планетанинг айланиш йўналиши билан бир хил йўналишда айланади. Айланиш текисликлари, Уранинг 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») «оёги Уран орбитасига етган бўлса-да, бироқ, у ёнбош сайёра ҳақида бизга маълумот бериш имконига эга бўлмади.

1986 йилининг 24 январида АҚШ нинг «Вояджер-2» планеталараро автоматик станцияси эса. Ердан жўнаганидан 8 ярим йил кейин Уран сайёрасидан 81 минг 200 километр наридан ўтаётуб, у ҳақда қизиқ маълумотлар тўплади. Унинг «кайтишича», планета атмосферасининг асосий қисми молекуляр водороддан иборат бўлиб, унинг устки қисмини атомар водородли «стож» безайди. Шунингдек автоматик станция, сайёра

атмосферасининг 15 фоизига 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 «тошларни»нинг ўлчамлари, айрим ҳолларда, бир метргача боришини маълум қилди. Сайёralаро бу станция Ураннинг Миранда деб номланган йўлдошидан 29 минг километрли масофадан ўтиб, сайёрага тегишли бу «ой»нинг рельефи — кратерлар, водийлар, тог тизмалари ва жарликлардан иборат эканлигини билдириди. Сайёракинг 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 айланishi аниқланди.

### 9- §. Қалам учида топилган сайёра

1820 йилга қадар Қуёш оиласи асосан қўйидаги етитта 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 ташқаридағи бошқа планетанинг таъсири туфайли деган қарорга келдилар.

Бундай мураккаб математик масалани ҳал қилиш учун бир вақтда бир-бирларидан бехабар 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 қиласди. 1846 йил 23 сентябрида бу обсерваториянинг астрономи — профессор М. Галле планетани Леверье айтган жойдан атиги бир градус наридан топди. Планета дengиз ва океанлар худоси Нептуннинг номи билан аталди.

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

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

Нептун Урандан бирозгина катта бўлиб, унинг диаметри 50 минг 100 километрdir. 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 айланаб чиқади.

Спектроскопик кузатишлар, Нептунда водород ва метан борлигини мъалум қиласди. Планета зичлигини Юпитер ва Сатурн зичлигидан ортиқлиги унинг таркибida оғирроқ элементлар кўпроқ деган хulosаси олиб келади.

1846 йили астроном Лассель Нептуннинг катта йўлдошини топди ва унга дengиз 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, Сайдёраннинг бу йирик йўлдоши анчайин қалин атмосфера билан ҳам қопланган деб фараз қилинади.

1949 йил планетанинг яна бир йўлдошини Койпео 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 Нептундан «мехмон» бўлиб, ундан атиги 4825 километр наридан ўтди. Бунда у орбитасининг мўлжаллангаи иуқтасидан бори-йўғи 30 километр наридан чиқиб, жаъми бўлиб, 1,4 секундагигина 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. Қелаётган сигналнинг қуввати электрон қўл соатлари батареячасининг қувватидан 20 миллиард марта камлигига қарамай, бу сигналлар кучайтирилгач, Центуи ва унинг йўлдошларининг чиройли тасвиirlарини телевизорнанда на мойни қила олдилар. Натижада «денгизлар худоси»нинг атрофида ҳам 5 та ҳалқа топилди. Нептун сиртигининг температураси минус 213°C, айланиш даври эса 16 соату 3 минут эканлиги аниқланди. Планета сиртида шамолнинг тезлиги секундига 300 метргача кузатилиди. Диаметри 640 километрли Нептуннинг йўлдоши — Тритон 800 километр қалинликдаги газ қобиқа эга эканлиги очилди. «Вояджер-2» Нептунга «ташриф» буюргунга қадар, сайдеранинг атиги 2 та йўлдоши тошилган 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 сайдеранинг 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 фойда сиз бўлиб чиқди. Нептун ортидаги планета кўзга илинмади. У билан бир вақтда бу ишга «бел боғлаган» бошқа бир астроном — Тоддининг уринишлари ҳам натижасиз бўлиб чиқди.

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

Лашлари шу қадар мураккаб әдики, бу ҳисоблашлар олдидиа Леверьенинг ҳисоблашлари оддий мактаб масаласи каби әди. Ниҳоят, бир неча йиллик ҳисоблашлар натижасида олим номаълум сайдеранинг аниқ ўринни топди. Бироқ олинган фотопластинкаларда планетани кўриш Ловеллга ҳам насиб қилмаган экан, у 1930 йили вафот қилди. Худди шу йили 13 марта Ловелл обсерваториясининг ёш астрономи К. Томбо фотопластинкада транснептунни кўрди ва Ловеллни ҳисоблаган ўриннинг нақадар катта аниқликка эга эканлигига ишонч ҳосил қилди. Афсус қиласидаги жойи шунда әдики, Ловелл вафот қилғач, у олган фотографияларни текширилганда, уларнинг бир нечтасида Плутон қайд қилингандаги маълум бўлди. Афтидан, Ловелл планета равшан кўриниши керак деган гумон билан Плутоннинг хира юлдузча кўринишидаги тасвирини эътиборсиз қолдирган кўринади.

Плутон кўз илрайдиган энг хира юлдузлардан ҳам 4 минг марта хира равшанликка эга. Унинг орбитаси ҳам жуда чўзинчоқ эллипс шаклида бўлиб, перигелийда (Қуёшга энг яқин келганда) Қуёшга Нептундан ҳам яқинроқ келади, афелийда (орбитасининг Қуёшдан энг узоқдаги нуқтасида) Нептун орбитасидан салкам 3 миллиард километр нарига кетади. Қуёшдан ўртacha 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 сайдеранинг 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 сайдеранинг ўз орбитаси бўйлаб тезлиги, барча бошқа планеталарнидан кам бўлиб, секундига 4,7 километр, «Плутон йили»нинг узунлиги эса 248 йилни ташкил қиласи.

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

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

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.

## V б о б. ҚУЁШ СИСТЕМАСИНИГ 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 чиқкан 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 ҳақиқия узоқлиги (а. б. ларда) |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Меркурий | $-\infty$ | 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 — Боде қонуни номи билан дунёга машҳур бўлди. 1781 йили Ураннинг топилиши ва унгача масофанинг бу қонуниятга мос келиши, Тициус кашфиётининг обрўсини яна орттириди.

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

Тўрт йиллик тартибли қидириув ижодий натижада бермади. Биринчи майда планетани «космон полицияси отрядига» ҳеч алоқаси бўлмаган Палермо (Сицилия) обсерваториясининг директори Джузеппе Пиацци 1801 йилнинг 1 январь кечаси Савр юлдуз туркумидан топди. Илгари Пиацци 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 обьекти ҳақида Берлинга ва Мilanга (Италия) хат йўллади. Бу даврда Европада Наполеоннинг юриши авжга чиққан, Италия эса урушувчи армияга тўлиб-тошган пайти эди. Шунинг учун ҳам Пиацци мактублари Берлинга 20 марта, Мilanга эса ундан ҳам кеч — 5 апрелда етиб борди. Бахтга қарши бу даврда топилган планета, Қуёш нурларига яширинган эди. Бинобарин, уни Қуёшдан маълум катталиктаги бурчакка узоқлашгач қайта кўриш учун орбитаси ҳисобланган бўлиши керак эди. Масала яна мураккаб тус олди, чунки Пиацци кашф этган планетасини ҳаммаси бўлиб 40 кунча кузатган эди холос. Бу даврда сайёра осмонда атиги уч градусли (салкам бойни метрига тенг) ёйни ўтган эди. Уша пайтдаги астрономлар учун бундай «камбагал» маълумот билан осмон жисмининг орбитасини ҳисоблаш деярли мумкин эмас эди.

Бу муаммони Гетеиген 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 Пиаццининг йўқотган планетасининг орбитасини ҳисоблаш 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 охириги — янги йил кечаси планетани Сунбула юлдуз туркумидан топди. Шу билан изланган планетасининг топилганидан хурсанд бўлиб, олим бу изланишларга нуқта қўйса бўларди, бироқ кутилмаганда Ольберс 1802 йил 28 марта Церерани кузатайтиб, унинг яқинида яна бир таниш бўлмаган юлдузчага кўзи тушди. Икки соатлик кузатиш, бу объектии юлдузлар фонида силжишини маълум қилди. Натижада Қуёш оиласига яна бир майда иланета қўшилди ва у Паллада деб ном олди. Гарчи Паллада орбитасининг катта ярим ўқи ҳам 2,8 а. б. катталика эга бўлса-да, унинг орбитасининг текислиги, Ер орбитасининг текислигига жуда бурчакка  $-34^{\circ}$  га оғишган эди.

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

Ольберс назарияси кутилганидан ҳам зиёд тасдиқланди. 1804 йил 2 сентябрда Хут юлдуз туркумидан Гардинг, кейинчалик Юнона деб номланган майдага планетани, 1807 йил 29 марта эса Ольберс тўртинчи астерионд — Вестани топди.

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

тегмаған» планеталар кўп деган ҳолосани берди. Үнлаб астрономиянинг ишқибозлари тунларни бедор ўтказиб, митти сайдераларга «қармоқ ташлашда» давом этдилар. Бироқ бу уринишларнинг кўпи бефойда кетди. Фақат 1845 йилга келиб 15 йиллик тинимсиз изланишлар астрономия «ишқибози»— почта чиновники Карл Генкенни 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 сайдералар қадимги рим афсоналининг 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 Владилен 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.) оравлиғида 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 сайдераларни тадқиқ қилиш маркази бўлиб келди. Урушдан кейин бу вазифани 1920 йилда ташкил этилган союз 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 сайдераларнинг рўйхатидан мустаҳкам жой олган астероидларнинг сони ҳозирга келиб 2000 дан ортиб кетди.

## 2- §. «Думли юлдузлар» тарихидан

«Комета»— грекча сўз бўлиб, «соҷли» деган маънои англатади. Кометаларга «соҷли» 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 сайнин ядро атрофини кома дейилувчи сийрак газ булути ўрайди. Шунингдек, бу даврда комадан Қуёшга қарама-қарши томонга қараб равшан «дум» чўзилади (28-расм).

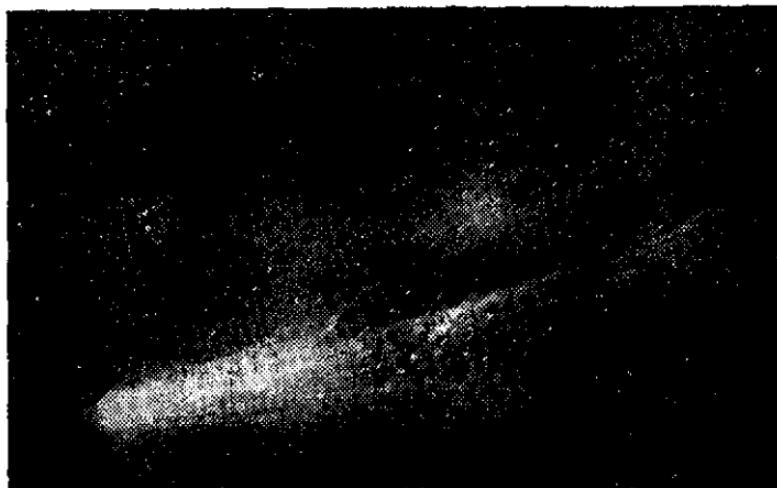
Комета Қуёшга яқинлашган сайнин кометанинг диаметри ва «думи»нинг узунлиги орта боради. Қизиги шундаки, диаметри миллион километргача тартибдаги кома ҳам ва узунлиги бир неча юз миллион километргача етадиган «дум» ҳам катталиги атиги бир неча километр келадиган ядродан, у Қуёш ҳароратидан «баҳраманд» 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 «соҷли юлдузлар» билан боғлиқ бўлган талай қизиқ ҳангомалардан огоҳ қиласди. Мана улардан айримлари:

837 йилнинг булатсиз тунларидан бирида французд 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 қайфу кутади!»

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



28-расм. «Думли юлдузлар» нинг вакили.

дикни, айримлари даҳшатдан ўлдилар, бошқалари эса бетоб бўлиб қолиши. Юзлаб одамлар уни кўрдилар ва уларнинг барчасига у қонли бўлиб кўриниди. Унинг тена қисмида қиличини ушлаб, уни уришга тайёр тургандек қўлни яққол кўрдилар. Қиличининг учи устида учта ёруғ юлдуз кўриниб, қиличга тегиб турганни равшанлигига кўра қолган иккитасидан устунлик қиласди. Комета нурининг икки томонида эса кўплаб қопили ханжарлар ва шамширлар кўриниб уларнинг ораларидан ўрин олган, танасидан жудо қилинган бир неча сочли ва соқолли бошлар эса, бу манзарага яна ҳам вахимали тус берар эди».

Ҳатто XVII асрда Фарбда тарқалган «Мўъжизалар тарихи» тўпламида ҳам «думли юлдузлар» худо ғазабининг элчилари деб талқин қилинган. Ҳусусан, эслатилган тарихда шундай сўзлар битилган: «Комета баҳтсиз ҳодисаларниң аниқ белгиси бўлиб хизмат қиласди Ҳар доим кишилар Ой тутилишини, кометани кўришга ч, Ерни қимирилаши, сувни қонга айланиши ва шунга ўхаш баҳтсизликлар рўй бериб, шундан сўнг кўп ўтмай эса даҳшатли воқеалар: қон тўкишлар, одам ўлдиришлар, буюк монархларниң ўлими, сотқинликлар, империя ва қиролликларниң барбод бўлиши, очлик, қимматчилик, хуллас бир сўз билан айтганда, инсониятни баҳтсизлик ўз исканжасига олади. Шунинг учун

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

Яқин-яқин йилларгача ҳам комета баҳтсизлик элчи-си 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 бирин 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. Ўша даврнинг ёзувчиларидан ҳисобланган Бошман ўзининг «Махфий мемуарлари»да 1773 йилнинг 6 майида бу ҳақда шундай сўзларни ёзиб қолдиради: «Фанлар академиясининг охирги 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. Ўнинг маърузаси кометаларга боғлиқ мунозараларни ўз ичига олиб, бу кометаларнинг Ерга яқинлашиши туфайли Ернинг фазовий ҳаракатида ўз йўлидан четга чиқишлиари ҳақида гап боради. Бундай мулоҳазалардан хабар топганларнинг ташвишини борган сайнин ортиши ва подонлик билан қўллаб-қуватлашиши оқибатида турли афсоналар келиб чиқади...»

Кометалар фанда салкам XVI асрнинг охирларига қадар Ер атмосферасининг яшил ёки қутб ёғдуси каби ҳодисаларидан бири деб қаралар эди. 1577 йили машҳур даниялик амалий тадқиқотчи, астроном Тихо Браге кометалар — планеталар орасинда ҳаракатланувчи осмон жисмлари эканлигини астрономик кузатишлар асосида тасдиқлади. Шундан сўнг кўн ўтмай, XVII асрнинг бошларида И. Кеплер ва Г. Галилей «думли юлдузлар» Қуёш системасини тўғри чизиқ бўйлаб кесиб ўтади ва кейин унга бутунлай қайтмайди деб таҳмин 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 майдада заррачаларига айлантиради, ва ниҳоят, тескари томонда ундан чиққан кометанинг думи дейилувчи чўзилган ёруғ йўлни ҳосил қиласди. Шундай қилиб, комета ўзидан дум чиқариб ўзини емиради ва йўқ қиласди». Гарчи кометанинг табиати ҳақида битилган Кеплернинг бу сўзлари ҳақиқатдан анча узоқ бўлса-да, у биринчилардан бўлиб кометанинг пайдо бўлишида Қуёшининг 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 кометаларининг траекторияси эгри чизиқдан иборатлигини аниқлади. 1681 йили Георг Дерффель кометаларининг орбиталари парабола кўринишида бўлиб, унинг фокусида Қуёш туришини аниқлади. Бироқ кометалар ҳаракатининг параболик орбиталар бўйлаб кузатилишини исботлаш буюк инглиз физиги Ньютонга насиб қиласган экан. Ньютон ўзи очган бутун олам тортниш қонунлари асосида, осмон жисмлари ҳаракатлари турларининг хоссаларини «Натурфилософия»нинг математик боши» асарида баён қиласди.

Кузатилган барча кометаларини 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 қилди.

Қизиги шунда эдик, бу кометалардан учтасининг, аниқроғи 1531, 1607, 1682 йилларда кузатилганиларининг орбита элементлари деярли бир хил чиқди. Бу ҳол тасодифий 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 элементларини 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 қизиқтиради. Ҳудди 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, «дўпиларини 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 берарди. Бироқ кўпчилик астрономлардаги бу бетоқатлик ва номаълум нарсага эътиқодни кўриб мийиғларида кулишар ва комета бутунлай қайтмайди деб ишонтиришга 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. Воеа бундай бўлган эди.

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

фақ бўла олмайди. Лежантиль бу қимматли ва ҳавфли «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 йилини ташкил қиласди). Бироқ 8 йил кутиш ҳам унга ютуқ келтирмади: 1767 йили Қуёш дискидан Венеранинг навбатдаги ўтиш пайтида тўсатдан пайдо бўлган булат бу ажойиб ҳодисани кузатишга имкон бермади. Лежантиль Францияга Ҳиндистондан ҳали Европаликлар кўрмаган янги бир гул кўчнатини 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 кўриннишига 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». «Шуннингдек, у ўз ҳисоблашларининг хатолиги 1 ойгача бўлиши мумкинлигини таъкидлади. Олимлар кўп янглишмаган эди. Галлей башорат қилган «думли юлдуз» 1759 йилнинг 12 марта 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 январида кузатди. Комета февралининг бошларигача яхши кўринди, кейинчалик ҳавонинг айниши ва кометанинг Қуёшга яқинлиги анча вақт уни кўришга имкон бермади. 1 апрель куни тонг шафаги фонида комета яна осмонда ярқираб кўринди. Думнинг узулиги бу даврда 25 градусгача етди. Майнинг охибрларида комета Қуёш ва Ердан узоқлаша борди ва оддий кўз билан кўриб бўлмайдиган бўлиб қолди. Июннинг бошларида эса у кўздан ўйқолди.

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 И. Ньютон асос солди. 1680 йили у Қўёшга яқинлашган кометани ўрганиб, унинг бош қисмининг диаметри 1 миллион 200 минг, думининг узунлиги эса 240 миллион километр эканлигини аниқлади. Бинобарни, 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 Қўёшдан атиғи миллион километрча чамаси наридан ўтди. Қўёш нурлари таъсирида унинг бутунлай бугга айланиб кетмаганинги, Ньютонда, кометанинг фақат газлардан иборат бўлмай, унинг бош қисмида жуда катта бўлмаган ядрони ҳосил қилувчи қаттиқ моддалар ҳам борлигидан дарак беради, деган ҳолосанинг туғилишига сабаб бўлди. Ньютоннинг фикрича кометаларнинг думи — унинг ядросидан ажралган буғлардан пайдо бўлади ва қуёш нурларини қайтариш ҳисобига кўринади. Комета думининг Қўёшдан тескари томонга ўналишини тушунтириш учун Ньютон шундай гипотезани илгари сурди:

«Комета думини ташкил этган заррачаларни бу хил ҳаракати, Қўёш иссиқлигининг таъсирида материянинг сийраклашиши туфайли содир бўлади. Қамин мўрисида иссиқдан сийраклашган ҳаво, қўшни — иситимаган 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 қиласди».

Комета думининг пайдо бўлишини бу хилдаги мулоҳаза асосида тушунтириш ҳақиқатдан узоқ эди, албатта. Бу ҳақдаги ҳозирги замон тасаввурларига яқин тушунчани буюк рус олимни 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» булатли массаларининг ҳаракатига тегишли итариувчи тезланишларни бевосита аниқлашга имкон берувчи методларни биринчи бўлиб ишлаб чиқди. Натижада Қуёшнинг кометага таъсир этувчи тортишиш кучидан бир неча марта ортиқ катталикка эга бўлган итариш кучи ҳам борлиги топилди. Дастрлаб таникли олим Целльнер бундай кучни қувватли зарядланган Қуёш таъсиридан деб тушунтириди. Бу фикрни кейинчалик Бредихин ҳам қувватлади. Бироқ ҳисоблашлар, Қуёш бу қадар қувватли зарядланган осмон жисми бўла олишини инкор этгач, нурларнинг моддий жисмларга таъсири асосида комета думларининг йўналишини бошқача тушунтиришга имкон туғилди. XIX асрнинг ўрталарида ёқ Максвелл, нурнинг оқими унинг йўлига қўйилган тўсиққа босим билан таъсир қилишини кўрсатди. Бироқ бу босимнинг миқдори ниҳоятда кичик бўлиб, уни тажрибада кўрсангиш жуда катта санъат талаб қиласр эди. 1900 йили рус олимни И. Н. Лебедов томонидан бундай нозик тажриба қойилмақом қилиб бажарилди. Маълум бўлишича, нурнинг босими ҳақиқатан ҳам мавжуд бўлиб, фақат масив жисмларга унинг таъсири деярли билинmas экан. Бироқ сийрак газ молекулалари ёки майдада чанг заррачаларига бўлган унинг босими сезиларли дарожада катта эканлиги аниқланди.

Нурнинг бундай босимига таяниб, сийрак комета думидаги буғларнинг Бредихин башорат қилган итариувчи кучлар тўғрисида Қуёшдан тескари томонга чўзилишини тушунтириш қийин эмас. Ўтган асрларга гегишли ўнлаб ва XIX асрнинг ҳамма ёруғ кометаларини 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 қарийб 20 мартача ортиқлик қиласди. II типдагиларда эса дум ёруғ, кенг ва бир оз эгилган кўринишда бўлиб, гортишиш кучи тенг ёки ундан атиги бир неча мар-

тагина кучли бўлган итариш кучлари таъсирида ву жудга 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 қўллэзма 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 кетаётib, осмонда кометага кўзи тушади: «Арбат майдонига чиқишида Пьернинг кўзи олдида юлдузлар осмонининг кенг қисми намоён бўлди. Пречистинский бульварининг тепасида, осмоннинг қоқ ўртасида ҳар томондан ёғилаётган саноқсиз юлдузлар билан ўралган йирик ва ёруғ комета туради. 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-саноқсиз милтиллаётган бошқа юлдузлар орасида ўз гўзаллигини кўз-кўз қилиб йўнаётган бу «думли юлдуз»га Пьер қувончили ва ёшдан намланган кўзи билан узоқ тикилиб қолди».

Тихо Браге кометаларининг космик табнатини аниқлагач, самонинг бу обьектлари 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 телескопик 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» ичидага «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.

Утган асрнинг охири ва асримизнинг бошларида америкалик Д. Свифт ва В. Брукс (25 та комета топган) ва англиялик Денинг 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. Шеуйманлар катта ҳисса қўшдилар. Г. Н. Шеуйман 1913 йилдан 1941 йилгача 7 та кометани топди, шулардан учтаси қисқа даврли бўлиб, унинг иоми 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 равишида қайтувчи кометани аниқлади.

1950 йилга қадар 1000 га яқин комета қайд қилинди, шулардан 400 га яқини телескоплар ихтиро қитингунга қадар, қолганлари эса телескоплар ёрдамида очилди. 1948 ва 1967 йиллар кометаларга бой йиллар ҳисобланади. 1948 йили 10 та янги комета топилади ва 14 та олдин очилган комета кўриди. Шундай қилиб, бу йили жами 24 та комета кўриди. 1967 йили дунё обсерваторияларида 14 та янги «думли юлдуз» топилди. Охирги 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-

тәбрида 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 каталогида 2058 йил ичидаги (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 ичидаги қуролланмаган кўз билан кузатилгани жуда кам миқдорни ташкил қиласди.

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

Қуёш системасида ҳаракатланувчи «думли юлдузлар» катталиклари ва массаларига кўра унда қандай ўрин тутадилар? Бу ўринда француз олимни 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, Қуёшнидан икки баравар катта чиқди. 1941 йилда топилган бошқа бир кометанинг боши, Б. А. Воронцов — Вельяминовнинг ўлчашича 2 миллион километрга, яъни бир ярим Қуёш диаметрига teng эканлиги аниқланди. Одатда, комета-

ларнинг боши Қуёшдан узоқлигига кўра ҳар ҳил ўзгариб, перигелийга яқинлашаётib, камайиш хусусиятига эга. Хусусан, Галлей кометасининг боши 1909 йили Қуёшдан Марсга нисбатан икки баравар нарида бўлганда, Ердан икки марта катта бўлгани ҳолда Маре 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. Иирик кометаларда думнинг «ўсиши» суткасига миллион километргача етади. Перигелийдан ўтаётган иирик кометалар думларининг узунликлари бир неча юз миллион километрни ташкил қиласди. Иирик кометаларнинг ҳажми Қуёшнинг ҳажмидан юзлаб мартача ортади. Агар уларнинг зичлиги ҳам Қуёшникидек бўлса эди (Қуёшнинг ўртача зичлиги 1 куб сантиметрда 1,4 грамм), у ҳолда бундай «думли юлдуз» барча планегаларни орбитасидан чиқариб юборарди, ҳатто Қуёшни ҳам ўз атрофида «гиргитдон» қиласар ёки ўзига тортиб олар эди. Бироқ маълумки, комета Қуёш атрофида айланади ва бундай ҳаракати давомида бошқа планеталар ёнидан ўтаётганида, у сайдерларнинг «пинагини ҳам буза олмайди». Аксинча, кометаларнинг ўзлари масив планета ёнидан ўтаётуб «изларидан чиқиб» кетадилар. 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 тескари пропорционал равишда камайиш 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 кометанинг ядро қисмидан бошқа ҳамма участкалари ортидан, ҳатто жуда хира юлдузлар ҳам бемалол кўрина-веради. Кометаларнинг ядросигина қаттиқ ҳолатда бў-либ, комета массасининг асосий қисми ҳам шу ядрода мужассамлашган 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 астрономларни қадимдан қизиқтириб келарди. Кометанинг говланиши фақат Қуёш нурларини оддий қайтариш ҳисобигагина бўлса эди, у ҳолда унинг равшанлиги, Қуёшдан узоқлигининг квадратига тескари пропорционал катталикда ўзгариши лозим эди. Бироқ гап шундаки, «думли юлдуз»нинг равшанлиги Қуёшга яқинлашган сайн унгача оралиқнинг квадратига эмас, балки учинчи ёки тўртинчи даражасига тескари про-порционал равишда ўзгаради. Бинобарин, бу кометанинг нурланишида унинг зарраларидан Қуёш нурларининг оддий қайтишидан ташқари, газ молекулаларининг 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 гўлқин узунлигига нурланади (физиклар бундай нурланишни резонанс нурланиш деб юритадилар). Газ молекулаларининг бошқа бир қисми эса Қуёшнинг ультрафиолет диапазонидаги нурланишини ютиб, кўзга кўринадиган диапазонларда нурланади (бундай нурланиш эса флуоресценция деб аталади). Кейинги йилларнинг спектрал тадқиқотлари комета товланишининг илмий асосга эга эканлигини борган сайн кўпроқ тасдиқламоқда. Спектрал тадқиқотлар кометанинг боши углерод молекулаларидан ( $C_2$ ), циандан (CN), углеводороддан (CH) ташкил топганини маълум қилди. Шунингдек, яқинда унинг таркибида азот гидриди (NH) ҳам гидроксил (OH) топилди. Комета равшанлигига айниқса углерод билан циан молекулаларининг совуқ нурланишлари асосий роль ўйнашлари аниқланди.

Комета Қуёшга жуда яқин келганда, унинг спектрида натрий ва темир чизиқларининг пайдо бўлиши,

унинг ядросида юқорида көлтирилган молекулалар бирикмаларидан ташқари бу хилдаги металлар ҳам борлигидан дарак беради.

Кометанинг дум қисмига тегишли спектр эса, бу қисмда ионлашган карбонат ангидрид ( $\text{CO}_2$ ), ис гази ( $\text{CO}$ ) ва азот молекулалари ( $\text{N}_2$ ) борлигини маълум қиласди.

#### 4- §. Кометалар Ер билан тўқнашадими?

Кометалар перигелийга келаётib ёки ундан ўтаётib бошқа планеталар таъсир сферасига кириши ва улар билан жумладан Ер билан тўқнашишининг эҳтимоли қандай? Борди-ю туқнашса, 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, охирги 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 ўртacha узоқлиги бир астрономик бирликка тенг бўлган масофагача келган 400 миллион кометадан факат биттасининггина ядроси Ер билан тўқнашиши мумкин экан. Илига Қуёшдан бундай масофада ўртacha 5 та «думли юлдуз» ўтишини эътиборга олсак, у ҳолда комета ядросининг Ер билан ўртacha 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 чиқинининг 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 солиширганда, ҳисобга олмаслик даражада кам чиқади. Совет олими Б. Воронцов — Вельяминовнинг ҳисобига кўра, комета ядроси гарчи фақат тошдан ташкил топган бўлсаям, бундай ядрода тош жуда катта бўлмаган айrim бўлаклардан иборат бўлмоғи лозим. Бундай бўлаклар Ерга тўшаётib сочилиб кетади ва Ерга бир-биридан 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 гази 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 километрни ташкил этди. Худди шу куни Ер мазкур комета думининг орасидан ўтди. Бироқ жуда аниқ иш-

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

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

Кометалар Қуёш системасининг бошқа осмон жисмларидан фарқ қилиб парчаланадилар. Комета ҳар дафъа Қуёш яқинидан ўтаётib, ядросига тегишли бир қисм газни йўқотади. Бу газларнинг зонаси чегараланганигини эътиборга олсак, маълум даврдан сўнг «думли юлдузлар» бошсиз ва думсиз қолишларини тушуниш қийин бўлмайди. Перигелийдан ўтаётган кометанинг думсиз ва комасиз бўлиши унинг «қарилиги» дан дарак беради. Маълум комета қанча вақтдан сўнг ўз ядросидаги газни сарфлаб бўлишини ҳисоблаш мумкин бўлиб, худди шу хилдаги ҳисоблашни Рус олим 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 ажралажагини 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 ичидаги кометанинг газ запаси камайиб кетишидан дарак беради. Аслида комета газ запасидан ажралгандан кейин ҳам чангли дум ҳосил қилиб «сочли» деган номни анчага оқлад юради. Кометанинг бутунлай парчаланиб кўздан йўқолиши, бошқа бир жараённинг — механик парчаланишининг оқибатида бўлади. Механик парчаланиш, Қуёш яқинидан ўтаётган жуда кўп кометаларда кузатилган. Хусусан, 1946 йилда кузатилган Биэла кометаси Қуёш яқинидан ўтаётib 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 февралида «1860 I» кометаси иккига парчалангани кузатилди. «1889 V» деб номланган кометанинг ядрои эса перигелийдан ўтишига икки ой қолганда беш ҳисмга парчаланиб, шулардан утаси 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 солишириш кифоя. Шундай солишириш 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 туркumlарида метеор оқимларини вужудга келтирди. Шу хилдаги «метеор ёмғири»дан ўнга яқини фанга маълум.

Кометалар қаерда туғилади? Бу савол кометалар масаласида ҳали тўла ечишмаган, жумбоқларга бой саволлардан ҳисобланади. Биринчи бўлиб бундай саволга жавоб беришга Лаплас ҳаракат қилди. У ўзининг «Оlam 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 кўришиларида равшанликларининг ўзгариши асосида уларнинг ёши бир неча ўнлаб йилдан бир неча юзлаб йилгача 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 йўлдошларида улоқтирилган материядан ташкил топади деган гипотезани ўртага ташлади. Худди шу хилдаги назария, ўтган асрнинг 80-йилларида инглиз астрономи Р. Проктор, асримизнинг бошларида эса бошқа бир инглиз олими А. Кроммелин томонидан илгари сурилгани 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 қиласди.

Голланд астрономи Я. Оорт яқинда ўтказилган ўз тадқиқотлари асосида кометаларнинг манбай Қуёш системасини ўровчи ва чегараси Қуёшдан қарийб 20 минг астрономик бирликка қадар ётувчи улкан ҳажмли комета булатлариридир, деган холосага келди. Қўпчилик «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 кометалар, перигелийни кичик масофали орбиталарда ҳаракатланадиган бўлиб қолишлари мумкин. «Думли юлдузлар»нинг айримлари эса, бундай таъсир оқибатида, Қуёш системасини бутунлай ташлаб кетадиган бошқа — параболик орбиталарга ўтиб кетишлиари ҳам мумкинлигини 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 «дайди» тош — заррачалари бўлиб, (катталиклари миллиметрнинг улушларида, массалари эса миллиграммларда ўлчанади), Ерга яқинлашгач улар сайдерасига 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, «дайди» тошлар анча катта бўлиб, ер атмосфераси қатламидан 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, янгишмадик, қисман музли метеоритлар ҳам Ерга тушиб туради.

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

Буюк Карл замонасининг қўлёзмаларидан бирида осмондан катталиги сал кам уйдек келадиган муз парчаси тушганлиги ҳақида ёзилади. Шарқ қўлёзмаларида эса, осмондан тушган бошқа бир муз парчаси фидек катталиқда бўлганлиги айтилади. 1843 йилда булатсиз 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 Сибир тайгасига «мехмон» бўлган бошқа бир осмон жисмининг нимадан иборат бўлганлигини аниқлаш, олимлар орасида ўн йиллаб чўзилган тортишувга сабаб бўлиб, ҳозиргача ҳам сирлигини сакламоқда.

Сибир «мехмони», 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 насиб бўлавермайди.

Бошқа бир осмон тоши Сихоте-Алинск метеоритининг тушишининг гувоҳи — Узоқ Шарқдаги Иман шаҳар-часида истиқомат қилувчи рассом Медведев бўлди. 1947 йилнинг 12 февраль куни тонг шафақи фонида қалин қиров билан қопланган дараҳтлар ортидан кўринаётган Сихоте-Алинск тоғ-тизмаларини чиройли силуэти рассомни илҳомини қўзғатди. Медведов бу ажойиб манзарани полотнида 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 бўлакларининг оғирлиги 1 килограммдан 70 килограммгачани ташкил қилди. Ҳисоблашлар метеорит бўлакларининг 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 тоши гувоҳлари Австрияning машҳур олимларидан бирига бу тўғрида гапиргандаридан у жеркиб: «Бизни замонимизда бундай эртакларга ишониш кечириб бўлмайдиган ҳол бўлур эди»— дейди.

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

Биринчи бўлиб осмондан тош тушиши мумкинлигини Петербург Фанлар академиясининг мухбир аъзоси Э. Ф. Хладний ўзининг 1794 йилда босилиб чиқсан «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 антропология ва этнография музейига) келтиришни Петербург Фанлар академиясидан илтимос қиласи. Узоқ «саёҳатдан» сўнг осмон тоши кунсткамерадан жой олади. Кейинчалик «Паллас темири» номи билан машҳур бўлган бу темири олим Э. Ф. Хладний ҳар томонлама текшириб, у «космон меҳмони» эканлигига тўла ишонч ҳосил қиласи 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 қўллэзмалар ичиде Мисрга, Сирияга, Италияга ва Хитойга осмон тошлари тушганини баён қилувчи кўплаб материаллар учрайди. Мисрда фаръави Хеф-

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

Бошқа бир — бизга етиб келган тарихий асар, эрамиздан олдин VII асрда ўтган Рим саркардаси Нума Помпилияning қалқони осмон темиридан қилингандигини хабар қиласди. Рим астрологлари кўқдан тушган метеоритга ишора қилиб, бу темиридан ясалган қалқон эгаси бутун дунёни ола олади деб «башорат» қиласдилар. Бунга ишонган саркарда «илоҳий» темиридан ўзиға қалқон ясаттирибди.

Осмон тошлари айрим ҳолларда қонли натижаларга ҳам олиб келган. Эрамизнинг III асирида Хитойга тушган метеорит кам учрайдиган темир-никелли бўлиб, бу қотишима кристаллари унинг сиртида ажойиб жимжимадор «кашта» ҳосил қурилган эди. Қадим хитойликлар бу «каштани» сирли ёзув деб тушундилар. Маҳалий аҳолидан кимдир бу «кашта»даги ёзув жоҳил подшо Тиш-Гоанг-ти нинг яқинда ўлимини башорат қиласди деган гап тарқатди. Гап подшо қулоғига етгач, ғазабланган Тиш-Гоанг-ти тошни кукунга айлантиришини 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 «космонга 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 ичидаги 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 майдада

жисмлар Ер яқинидан ўтаётіб, 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 чўғланниб емирилиши давомида ёруғ из қолдириб сўнадиган бу тошлар фанда метеорлар («метеор»— атмосфера ҳодисаси демакдир) деб юритилади. Даствор, бу ҳодисани осмон кузатувчилари юлдузларни учишидан деб тушунгандиклари 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 катталикдаги ўралар ҳосил қиласди. Үранинг чуқурлиги, урилиш жойининг юмшоқлигига ҳам боғлиқ, албатта. 1871 йил 10 декабря Бандунга (Ява) яқинидаги шоли майдонига тушган метеоритнинг оғирлиги 8 килограмм бўлиб, ерга 1 метргача кириб кетган. 1910 йилнинг 12 июляда Сант-Михель (Финландия) яқинига тушган осмон тошининг оғирлиги эса, 10 килограмм бўлиб ярим метр чуқурликдаги ўрани ҳосил қиласди. 1948 йили Нортон (Канзас штати) шаҳри яқинидаги маккажӯхори майдонига тушган осмон жисмлари «вакили»нинг оғирлиги бир тоннага яқин бўлиб ҳосил қиласди ўрасининг чуқурлиги уч метрга етди.

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 қиласди. К. П. Станюкович, тезлиги секундига 4 километргача бўлган тошларнинг ерга

урилиши портлаш билан тугашини 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 истишга кетади. Бундай катта тезликка эришувчи метеоритнинг массаси жуда катта (тажминан 100 тонна) бўлиши ҳисоблашлардан маълум. Шунинг учун ҳам массаси 100 тоннадан ортиқ осмон «мехмон» ларини ерда топиб бўлмайди, улар «автограф» сифатида Ерда улкан кратерларгина қолдирадилар. 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 дикқатга сазовордир.

1891 йили бир группа америка олимлари Аризон штати бўйлаб сафарга чиқиши ва саҳро ўртасида жуда катта воронкага дуч келишди. Воронка атрофида 10 километргача масофага улоқтирилган қоя тошларининг топилиши, воронка тупроғи бир қисмини эзиб куқунга айлантирилганини ва бошқа бир қисмини эритиб қотишмага айлантирилгани олимлар томонидан кратер портлаш туфайли вужудга келган деган холосани туғилишига асос бўлди. Олимлар ҳалокат рўй берган бу жойдан кўп узоқда бўлмаган жойда истиқомат қилган қадимда машҳур ҳинид қабилалари авлодларидан суриштириб, кратер атрофи зонасини Алвости 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 бўлакларини топишиди. Минглаб топилган метеорит парчаларининг умумий оғирлиги 20 тоннадан ортиқ чиқди! 1927 йили американлик инженер Баррингер метеоритнинг асосий массасини қидириш мақсадида кратер тубини бир неча юз метр кавлаб, унинг асосий массаси 420 метрча чамаси чуқурликда

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

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

1931 йили Австралияning Хенбери чўлида метеор «ёмғири»дан ҳосил бўлган 13 кратер топилди. Улардан энг каттасининг диаметри 165 метр бўлиб, чуқурлиги 15 метрга етади. Кратерлар групласи майдонидан қарийб бир ярим минг метеорит бўлакларининг 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 планетализмининг 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-Съело («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 қиласди. Синьцзян (Хитой) вилоятининг Арманти шаҳарчаси яқинига тушган метеоритнинг оғирлиги 20 тонна, Танганикага тушган Мбози исемли 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 бўлакларининг оғирлиги 30 тонна («Палатка»), 3 тонна («Аёл») ва 408 килограмм («Ит») ни ташкил қиласди.

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

Юқорида эслатилганидек метеоритларнинг аҳоли яшайдиган пунктларга тушиш эҳтимоли жуда кам. Одамларга тушишининг хавфи эса деярли йўқ, бироқ шунга қарамай, тарихда осмон «мәҳмонлари»нинг кишилар уйига «ташриф буюрган» ҳоллари ҳам кузатилган, 1954 йилнинг 30 ноябринда Алабама штатининг (АҚШ) Силагоки шаҳарчасида истиқомат қилувчи Е. Ходжес эрталабки нонуштадан сўнг дивандада 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 қиласди.

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 «мәҳмон»

1908 йилнинг 30 июнь куни тайгадаги Подкаменная Тунгуска дарёси қирғоғида жойлашган кичкина Ваневаре қишлоқчасида Қуёш унча баланд кўтарилиб улгурмаган эди. Шу қишлоқлик дехқон Семенов эрта тонгдан туриб одатдагича пичан ўриш ишини бошлаб юборди. Соат 7 ларга яқин дехқон бир оз дам олиш учун ўтириб, энди трубкасини тутатган ҳам эдик, бирдан осмоннинг шимоли-ғарб томонидан кўзни қамаштирувчи ёғду пайдо бўлди. Бир дақиқа ҳам ўтмай, дехқон 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. Дехқон ўзига келиб, кўзини очса, қулоқни кар қилгудек портлаш товуши ҳалиям авжиди 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 дарақ берувчи аланганинг «тили» кўкка бўй чўзди. Бу катта фожиа-нинг гувоҳи фақат Ваневаре қишлоғи аҳолиси бўлмай, ундан қарийб 700—800 километр нарида жойлашган қишлоқлар аҳолиси ҳам огоҳ бўлдилар: гулдураш овоzi уларга ҳам барадла эштилди. Сибир темир йўл магистрали бўйлаб, фожиа рўй берган жойдан 600 километрча узоқда келаётган юк поезди қаттиқ силкингандা, 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 қариб 2000 минг марта ортиқлигини тасдиқлади. Метеорит тушган майдонда қучоққа сифмайдиган дарахтлар деярли бир текис қулатилган эди. Энг қизиги шундаки, гарчи Л. А. Куллик 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 фожиа метеорит жисмнинг ер атмосферасида кескин тормозланишининг портлашсимон характеристи туфайли содир бўлган кучли зарбавий тўлқиннинг Ер

билин тўқнашуви эканлигини маълум қилди. Баллис-тик тенгламаларнинг ечимларидан маълум бўлишича, атмосфера ва осмон жисмининг портлашсимон характеристдаги тўқнашуви, жисм етарлича катта бошланғич тезликка эга бўлиб, унинг зичлиги атмосфера зичлиги яқин бўлгандағина содир бўлади.

Тунгус метеорити тушган жойда қратернинг 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 хуносага келинди. Бундай баландликда портлашсимон характеристдаги тормозланишнинг кузатилиши учун, метеорит жисмнинг 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 ҳажми кратерни ҳосил қиласди.

Ҳисоблашларнинг кўрсатишича, Тунгус «меҳмони» 50—60 километр баландликда зичлиги ҳар куб сантиметрда юздан бир грамм 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 илтарилааб 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 күрсатди. Тунгус метеорити ҳақида туғилған ва юқорида келтирилған назариянинг автори, таниқли академик Г. И. Петровнинг физика ва астрономия секциясида қылған 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, тормозланишининг кескин ортиши, ҳаракат давомида бундай буғ булатни кузатаётган зарбавий тўлқиннинг илгарилаб кетишига ва Ер билан тўқнашгунча ёилиб, катта майдонга урилишига сабаб бўлган. Назариянинг кўрсатишича, бундай урилиш, жуда катта майдонда ўз аксини топса-да, қратер ҳосил қўймайди. Шу жиҳатдан бу назария, тунгус метеорити ҳақидаги ўнлаб мавжуд гипотезалардан жiddий 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.

## V I б о б . ТАНИШИНГ, ЮЛДУЗЛАР

### 1-§. Юлдузларгача масофа қандай ўлчанади?

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

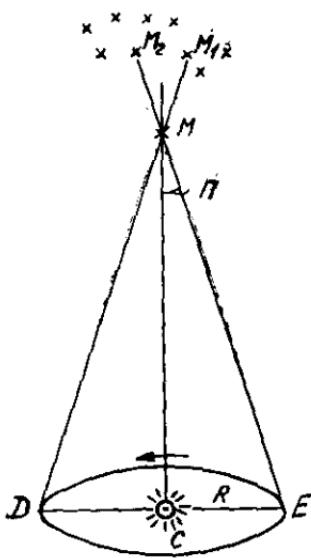
Тунда самони «безайдиган» юлдузларгача масофаларни аниқлаш усулларини топиш, астрономларнинг қадимий орзулари эди. Ҳатто ўрта асрларнинг ал-Хоразмий, ал-Беруний, Коперник, Тихо Браге, Г. Галилей ва И. Кеплер каби машҳур астрономлари ҳам юлдузларнинг, ҳозир маълум бўлганидек, катта масофаларда ётишларини 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 баҷарилган бўлса-да, бироқ ҳали Ёрнинг Қуёш атрофидаги ҳаракатланишининг физик исботлари топилганича йўқ эди. Борди-ю, бундай ҳаракатнинг исботи олдинроқ топилгандан 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 қурин имконига эга бўларди. Натижада бу юлдуз, ундан узоқдаги юлдузларга нисбатан силжиган ҳолда кўриниб, бундай силжишининг 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. Ёритгичларнинг йиллик параллаксларига кўра уларнинг узоқликларини ҳисоблаш мумкинилиги, кўпчилик ўрга аср астрономларига, жумладан Коперникка ҳам сир эмас эди. Бироқ юлдузларнинг йиллик параллаксларини 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.

Бундай машҳур олимларнинг олам тузилишининг гелиоцентрик назариясига таянган ҳолда, юлдузларнинг параллактик силжиншларини тополмаганликларининг «сири» кейин ошкор бўлди. Маълум бўлишича, Ёрнинг орбитал диаметри, энг яқин жойлашган юлдузларгача бўлган масофа билан солинтирганда ҳам жуда кичик чиқиб, Ердан Қуёшгача бўлган ўртача масофа, Центавр юлдуз туркумидаги бизга энг яқин юлдузгача масоfanинг атиги 270 000 дан бир бўлагини ташкил қиласкан! Бошқача айтганда, мазкур юлдуздан қарабанд, қарааш чизигига тик Ер орбитасининг радиуси атиги  $0,75''$  ли бурчак остида кўринар экан холос!

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



29-расм. Юлдузгача масофани аниқлаш усули.

га кўра Ер, ўз орбитасининг  $D$  ва  $E$  нуқталарида бўлганда,  $M$  юлдуз осмонда мос равишида  $M_1$  ва  $M_2$  нуқталарда кузатилади (расмга қаранг). У ҳолда СМЕ тўғри бурчакли учбуручакнинг  $M$  бурчаги ёриткичининг йиллик параллакси дейилади. Натижада  $\pi$  параллакс ёрдамида  $M$  юлдузгача масофа қўйида содда математик ифода ёрдамида осон топилади:

$$l = \frac{R}{\lg \pi} = \frac{R \cdot 206265}{\pi},$$

бу ерда  $R$  — Ер орбитасинин градиуси,  $\pi$  — йиллик параллакс.

Худди шундай йўл билан 1938 йилда Ленинграддаги Пулково расадхонасиининг 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 равишида 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 — Процион (11,5 ёруғлик йили) каби ёруғ юлдузлар киради. 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.

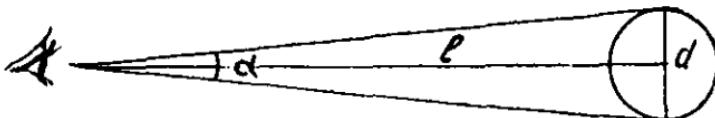
Кейинги йилларда маҳсус кузатиш методлари ёрдамида, баъзан йиллик параллаксларининг қиймати  $0,004 \div 0,005''$  катталиkkacha бўлган юлдузларнинг ҳам масофаларини аниқлашнинг имкони туғилди.

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 мингни ташкил қилади.

## 2- §. Юлдузларнинг ўчамлари. Қизил гигантлар ва оқ миттилар

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



30-расм. Сайёralар ўлчамини ҳисоблаш йўли.

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

Аммо бу деган сўз, юлдузларнинг катталикларини аниқлашнинг бутунлай иложи йўқ деган сўз эмас албатта, бунинг учун юлдузлар нурланишининг физик табиятига мурожаат қиласиз. 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 е ҳисоблашга имкон беради.

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

$\delta$  — Стефан — Больцман доимийси бўлиб,  $5,67 \cdot 10^{-8}$   $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$  га тенгdir. Энди топилган юлдузнинг тўла нурланиш энергиясини,  $1 \text{ м}^2$  юзаси чиқараётган тўла энергиясининг 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 қуидагича боғланишда бўлади:  $S = 4\pi R^2$

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

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

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, маҳсус интерферометр — телескопларда амалга оширилди ва ҳозирча фақат равshan ва кўринма диаметрлари нисбатан катта юлдузларгагина қўлланилди. Интерферометр-телескоп ёрдамида 1920 йили биринчи марта Орион юлдуз туркумига ки-рувчи равshan қизил юлдуз — Бетельгейзенинг диаметри «ўлчанди». 1953 йил Англияда Сириуснинг, 1963 йили эса Австралияда Веганинг диаметрлари аниқланди. Бу юлдузларнинг топилган диаметрлари, уларни тўла ёрқинликлари ва температуralарига кўра аниқланган катталикларига мос келиб назарий методнинг тўғрилигини тасдиқлади.

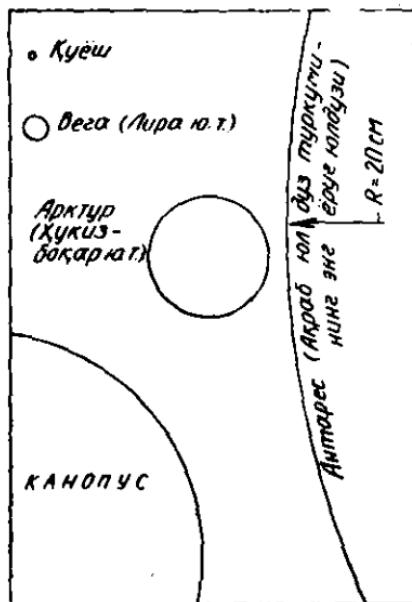
Юлдузларнинг катталикларини юқорида келтирилган усуllар ёрдамида аниқланганда, улар ичida Қуёшдан ўнлаб, юзлаб ҳатто минг ва ундан ортиқ марта катта юлдузлар борлиги маълум бўлди (31-расм). Мана шундай юлдузларга бир неча мисол: Аравакаш юлдуз туркумийнинг энг равshan юлдузи — Капелла қўшалоқ юл-

дуз, бўлиб, унинг катаси Капелла — А нинг диаметри Қуёшнидан 12 марта В-синики эса 7 марта катта чиқди. Ақраб юлдуз туркуманинг альфаси — Антареснинг диаметри 420 млн. километр бўлиб, Қуёшнидан 300 марта катталик қиласди.

Орион юлдуз туркумининг альфаси — «қизил юзли» Бетельгейзенинг диаметри 500 млн. километрдан ортиқ бўлиб, маркази Қуёш маркази билан устмас уст тушганда унинг ичига Марс ўз орбитаси (диаметри 456 млн. км) билан bemalol жойлашади. Диаметри аниқланган гигант юлдузлар ичидаги катталиги жиҳатидан Цефей юлдуз туркумiga кирувчи VV деб номланган юлдузнинг «олдига тушадиган» йўқ. Бу қизил гигантнинг диаметри Қуёшнидан 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 бормаслик учун, аниқланган диаметрлари Қуёшнидан бир неча марта кичик юлдузлар билан ҳам танишишга тўғри келади. Бундай юлдузлар оқ митти юлдузлар дейилади. Митти юлдузларга биз танишган Сиринус юлдузининг йўлдоши мисол бўлади.

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



31-расм. Қизил гигант юлдузлар.

унинг атрофида даврий равнишда айланадиган, бироқ кўриб бўлмайдиган, массив йўлдошидан кўрди. Бу тахминдан сўнг роса 18 йил ўтди. Кунларининг бирида, ўзи ясаган телескопнинг қувватини синаш мақсадида американлик 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 юлдузни тасвири гўё тиниқмасдек 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 туарди. 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 Сириуснидан 2 мартадан зиёдроқ кам эканлиги ҳисоблашлардан мальум бўлди. Бошқача айтганда, унинг массаси салкам Қуёшникича бўлиб, диаметри эса уннидан 100 мартача кичик, яъни атиги 14 минг километрга тенг чиқди! Ернинг диаметри ҳам салкам шунча (12 минг 740 километр) эканлигини эътиборга олсан, 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 сувникидаи қариб 400 минг марта ортиқ, яъни ҳар куб сантиметрининг Ерда оғирлиги 400 килограмм келади. 1935 йили Кассиопея юлдуз туркумида топилган бошқа бир митти юлдузнинг катталиги Mars планетасича келиб (диаметри 6 минг 800 километр), зичлиги ҳар туб сантиметрида 36 минг граммни ташкил килади. Бошқача айтганда, бу юлдузнинг  $1 \text{ см}^3$  ҳажмига тўғри келган

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

Кейинги йилларда астрономлар томонидан «митти юлдузлар»га ташланган «қармоқлар», Кониот 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 вакилларидан 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.

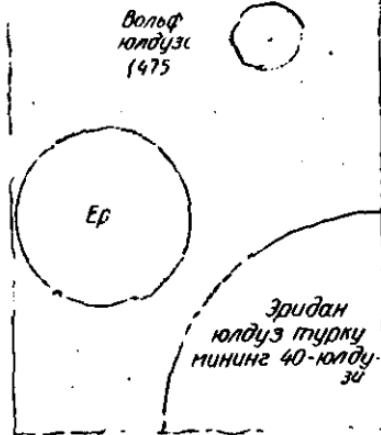
Самодаги беҳисоб юлдузларнинг қизил гигантлар ва оқ миттилар кўринишида учрашлари, уларнинг массаларига боғлиқ эволюцияларнинг натижаси бўлиб, у ҳақда биз кейинроқ алоҳида тўхтаймиз.

### 3- §. Юлдузларнинг ранги ва спектри

Гарчи бир қарашда юлдузларнинг барчаси бир хил — оқ рангда нурланаётгандек туюлсада, аслида уларни эътибор билан кузатган 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 қатламининг ҳарорати «атиги»  $2000 \div 3000$  градусни ташкил қиласиди.

○ Нейтрон юлдуз

○ Лейтен юлдуз



32-расм. Оқ «митти» юлдузлар.

32-расмда бир неча «митти»лар

Ҳаворанг, кўк юлдузлар эса, қайноқ юлдузлар ҳисобланаб, уларнинг спртида температура  $25 \div 50$  минг градусга боради.

Агар маҳсус спектрал аппаратлар ёрдамида олинган юлдузларнинг спектрлари ўзаро солиширилса, уларнинг фарқи янайам 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 спектрларида гина равшан — эмиссион чизиқлар кузатилади. Бундай эмиссион чизиқлар, асосан эволюцияси чақнаш билан кечадиган юлдузларнинг спектрларида учраб, улар кўпинча водород, гелий ва айрим ионлашган оғирроқ атомларга тегишли бўлади.

Юлдузларнинг спектрларида кузатиладиган ўзаро фарқлар — асосан уларнинг туташ спектрларида энергиянинг тўлқин узуилиги бўйича тақсимланишининг характеристига 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 класификацияси деб юритиладиган бўлди.

Бундай класификацияга кўра, юлдузларни синфларга ажратишда критерий қилиб, танланган атомларнинг маълум спектрал чизиқлари (масалан, водород учун  $H_{\alpha}$ ,  $H_{\beta}$ ,  $H_{\gamma}$ ,  $H_{\delta}$  ва ҳоказо) интенсивликларининг нисбати олинади.

Айни пайтда юлдузларнинг спектрал синфларини тузишида ҳам, Гарвард обсерваториясининг юлдузларни спектрал синфларга ажратиш принципи асос қилиб олинади. Бундай класификацияга кўра, юлдузларнинг спектрал синфлари лотин алфавити ҳарфларининг қўйилдагича кетма-кетлигига белгиланади: *O, B, A, F, K* ва *M*. Қўйида юлдузларнинг шу синфларини характерловчи асосий хусусиятлари билан қисқача танишамиз.

*O* синфига кирувчи юлдузларнинг спрт температураси  $25 \div 50$  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 юлдузларининг типик вакиларидан ҳисобланади.

В синфга тегишли юлдузларининг 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 ажralиб кўринади. Сумбуланинг энг равшан юлдузи — Спика, Орион юлдуз туркумининг эпсилон ва гамма юлдузлари, бу синфга кирувчи юлдузларга мисол бўлади.

А 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 комланган 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 вакиларидир.

*F* синфидағи 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-ок бўлади. Кичик Ит туркумидаги энг равшан юлдуз Процион, Персей юлдуз туркумининг альфаси шу синфга киради. *G* синф — сарқирангдаги, сирт температураси 6 минг градус чамасидаги юлдузларни ўз ичига олади. Бундай юлдузларнинг типик вакили Қўёшdir. Бу синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида ионлашган кальцийнинг *H* ва *K* чизиқлари максимал интенсивликка эришиб, водороднинг чизиқлари, металл атомларининг (темир, титан ва бошқалар) кўп учрайдиган чизиқларининг интенсивлиги билан леярли бир хил интенсивликка эга бўлади. Осмоннинг шимолий ярим шаридаги таниқли Аравакаш юлдуз турку-

мининг энг ёруғ юлдузи Капелла ҳам шу синфга киравчи Қуёшнинг яқин «қариндошлари»данdir.

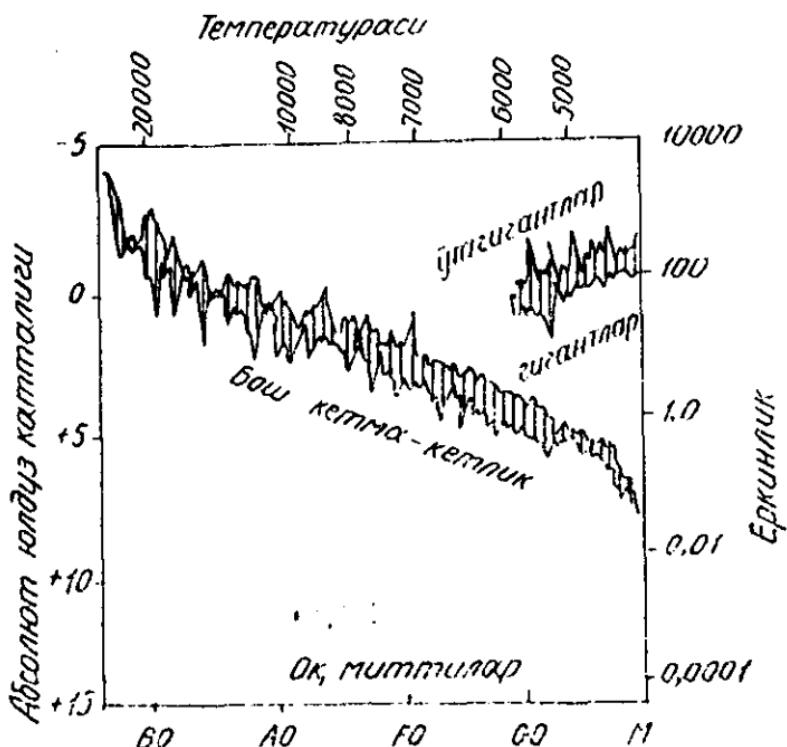
Ниҳоят, *M* синфга киравчи юлдузлар, юлдузлар ичидаги энг «совуқлари» ҳисобланиб, сирт температуралари атиги  $2 \div 3,5$  минг градус чегарасида бўлади. «Қизил юзли» бундай юлдузларнинг спектрида металл чизиқлар жуда кучсиз кўриниш олгани ҳолда, титан оксиди ва бошқа молекуляр биримларининг кенг ва 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 ионланиши энергияси талаб қилган) спектрал чизиқларнинг пайдо бўлишини орасидаги боғланиш, биз ўйлаганчалик содда эмас экан. Гап шундаки, маълум миқдордаги ионланиши энергиясини талаб қилувчи, бирор элементга тегишли чизиқнинг спектрда пайдо бўлиши, фақат юлдуз атмосферасининг температурасига боғлиқ бўлмай, унинг зичлигига ҳам алоқадордир. Агар юлдузнинг атмосфераси сийрак бўлса, у ҳолда бундай мухитда 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 «югурга 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 ажralишиларнинг 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 мұхым катталик — массала-  
рини ҳисоблашнинг имкони туғилади.

Шунинг учун ҳам қандай қилиб бўлмасин юлдузлар-  
нинг спектрал синфлари ва ёрқинликлари орасидаги  
боғланишини топиш зарур эди. Бу масалани ҳал этиш  
учун бир вақтнинг ўзида планетализминг икки қитъаси-  
да бир-биридан бехабар ҳолда иккита астроном кирни-  
ди. Улардан бири 1905 йилда Постдам обсерватория-  
сида ишлаётган даниялик Э. Герцшпрунг, иккинчиси  
Принстон (АҚШ) университетининг ёш профессори  
Г. Рёссел эди.

1913 йили 13 июнда Э. Рёссел Лондондаги Қирол  
астрономик жамиятининг мажлисига юлдузларнинг тем-  
ператураси, 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 шундა эдики, ҳар иккала диаграммада ҳам юлдузлар ўз ёрқинликлари ва температуралари (ёки спектрал синфлари) орасида боғланниш 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 туркумiga қарашли 40-номерли юлдузнинг йўлдоши — равшанликларининг хиравлигига 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 топилгани вакиллари эканлиги маълум бўлди. Бундай холосага келишида, инглиз астрофизиги А. Эдингтоннинг юлдузлар ички тузилишини 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 бошлангич синфларга кирувчи юлдузларнинг, жумладан Қуёшнинг ҳам бағрида модда суюқ ҳолатда бўлади леб қарашар эдилар. Астрофизиклар ичida Эдингтон биринчи бўлиб, юлдузларнинг ядросида харорат бир неча ўнлаб миллион градусни ташкил қилиб, натижада у жойда улкан тезликли зарралар ва юқори энергияли фотонлар таъсирида электронлар атомларнинг қобигидан ажралган ҳолда бўлади деган холосага 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 ядроидаги модда ҳолатини, идеал газ ҳолатининг ушбу tenglamasi  $p=nkT$ . кўринишида ёзиш мумкин бўлади, деган тўғри холосага келдилар. Бу ерда  $p$  — босимни,  $n$  — барча зарраларнинг сонини,  $T$  — тем-

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

#### 4- §. Юлдузларнинг массаларини ҳисоблаш

Юлдузларни характерловчи бошқа бир муҳим физик катталик 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 томонидай умумлаштирилган ушбу учинчи қонунининг математик ифодасидан

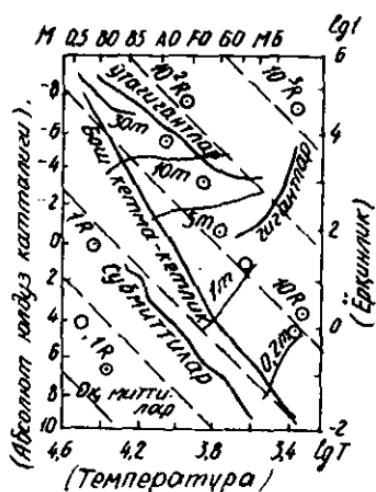
$$\frac{T_a (M_a + m_a)}{T_{\oplus} (M_{\odot} + m_{\oplus})} = \frac{a_a^2}{a_{\oplus}^3}$$

кўринадики, қўшалоқ юлдузлар массаларининг йиғиндиси  $M_a + m_a$  (бу ерда  $M_a$  асосий юлдузнинг массаси,  $m_a$  — эса йўлдош юлдузнинг массаси), йўлдош юлдузларнинг асосий юлдуз атрофида айланиш даври —  $T_a$ , унинг орбитасининг катта ярим ўқи —  $a_a$  ва Ернинг Қуёш атрофида айланиш даври  $T_{\oplus}$  ҳамда унинг орбитасини катта ярим ўқига  $a_{\odot}$  кўра осонгина топилади. Бунда  $M_{\odot}$  ва  $m_{\oplus}$  мос равиша, 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 солишириб, кутилмаганда, олимлар бу икки катталик 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, юқорида эслат



34-расм. Масса-радиус-ёрқинлик диаграммаси

тилған, 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 — ёрқинлик диаграммасида зичлиги  $10^5 \text{ г}/\text{см}^3$  бўлган Сириуснинг йўлдоши ва Эридан юлдуз туркумининг 40-сон юлдизи асосий эгрилиқдан чеккароқдан жой олган экан. Шу ҳодиса сабаб бўлиб, 1924 йили юлдузларнинг физик табиати билан асосий юлдузлардан кескин фарқланадиган янги типи кашф этилди ва улар «оқ миттилар» деб ном олди. Бу ерда

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

## 5- §. Юлдузларнинг «ёши» ва эволюцияси

Юлдузлар ҳам табиатнинг универсал қонунига бўйсуниб, «туғилади», «яшайди» ва «ўлади». Юлдузларни курланиш энергиясининг маёндан сифатида термоядро реакцияси тан олингугунга қадар, уларнинг «ёши» фақат эмпирик йўл билан топиларди. Ҳусусан бунда юқори сирт температурали юлдузлар, яъни O — спектрал синифга мансублари «чақалоқ» юлдузлар, совуқ сирт температурали қизил рангли юлдузлар эса ( $M$  — синифга кирувчилар) — «қари» юлдузлар деб қарабади. Ядрорий астрофизика юлдузларнинг стационар моделларининг тузилиши ва ривожланиши жараёнларини ўрганиб, юлдузларнинг бошланғич модели сифатида фақат водо-роддангина 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 бирни 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 турини учун овчи Орион «жасади»ни осмоннинг бу қисмига «осган» дейилади афсонада. Бироқ айни пайтда бу зонада тинимсиз янги юлдузларнинг туғилиши эвазига, Орион юлдуз туркуми, астрономларга ўлимнинг символи сифатида эмас, балки, аксинча туғилишининг, бунёд бўлишининг символи сифатида яхши танилган. Катталиги бир неча юз ёруғлик йили билан ўлчанадиган ва биздан таҳминан 1600 ёруғлик йили масофада жойлашган улкан совук 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 «яширинганди» 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 ейди, бинобарин, юлдуз ўз эволюциясининг янги стационар босқичига ўтади. Бир неча миллиард йил давом қиласидан бу даврда юлдузни ташкил этган моддалар ўз хусусиятларини узлуксиз ва бир текис ўзгартиришда давом этади. Нормал юлдуз ҳолати дейилувчи бу ҳолатда, асосан термоядро синтези дейилувчи юқори температура ва босимда, юлдузнинг ядро қисмида рўй берадиган реакция туфайли бир неча водороднинг синтези гелийни ҳосил қиласиди. Юлдузни ташкил этган водороднинг (бошланғич воодрордан ташкил топган газ булутининг) учдан икки қисми гелийга айлангач, унинг эволюцияси фаолиятида кескин бурилиш кузатилади: гелийга айланган ядро қайта сиқилишида давом қиласиди,

Юлдузниңг сирт қобиғи эса, ақсинча, кенгая боради. Бү юлдуз сирт температурасининг кескин камайишига, бинобарин юлдуз рангининг қизаришига, диаметрини эса ортишига олиб келади. Оқибатда юлдуз қизил гигантга айланади.

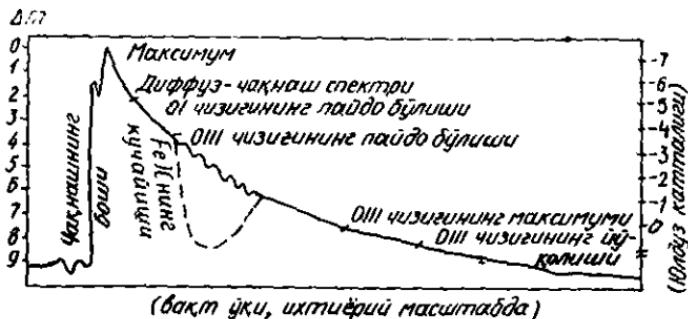
Юлдузларнинг туғилиши, яшаши ва ўлимци қандай кечишини, ҳамда бу эволюция маълум юлдуз учун қанча вақт давом этишини, уларнинг массалари белгилайди. Бошқача айтганда, юлдузларнинг тақдири уларнинг массаларининг «қўлида». Юқорида эслатилганидек, юлдузларнинг ёрқинликларига кўра ҳисобланган массалар турлича катталикка 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 катталиктаги 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 таъминлади. 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 катталиги ва ҳажмларининг кичиклиги туфайли жуда секин совиб, ҳаётдан бутунлай «кўз юмгуналари»га қадар яна миллионлаб йиллар ўтади. Ҳаётининг сўнггида «оқ миттилар»нинг ранги ўчиб, ортиқча «шов-шувлар»сиз ўлимга юз тутади ва қора жисмга айланади.

Массалари критик массадан катта бўлган юлдузлар эса, ўз ҳаётлари учун бутунлай бошқа йўл «танлаганлар». Хусусан, бундай ёриткичлар ўз ядрорий ёқилғиларини ёқиб тугаллаганларидан сўнг, гравитацион мувозинатларига 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 йигилиш билан якунланиши керак эди. Бироқ, аслида юлдузниң сиқилиши биз ўйлаганчалик содда бўлмай, анча мурракаб 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 юлдузниң равшанлиги шу қадар кескин ортадики, натижада кўпинча осмоннинг бу қисмида бирдан «янги» равшан юлдузниң кўриниб қолишига олиб келади. Маълум юлдузлар ичида кутимагандан 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 бўлғанлиги исбот қилинган бўлсада, фанда уларнинг «янги» ва «ўта янги» номлари ҳозиргача шартли равишда сақланиб қолган.

Янги юлдузлар чақнаганда, уларнинг дастлабки кўринма юлдуз катталиклари ўртacha  $7 \div 8$  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 мартағача 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 охирги босқичи жуда секин ўтиб, энг сўнгидаги юлдуз чақнашигача бўлган равшанлигига эришади.

Янги юлдузлар чақнашининг сабаби, у билан қўша-лоқ система ҳосил қилувчи иккинчи юлдуз орасида модда алмашинувининг рўй беришидан деб тушунтирила-ди. Бўлажак янги юлдуз билан қўшалоқ система ҳосил қилувчи асосий юлдузнинг водородга бой ташки қатла-мидан 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 ажратилишига олиб келиши мумкин. Бундай чақнаш энергиясининг катталигини Қуёш ўн минг йиллар ичидагина бера олиши мумкин. Портлаш туфайли юлдуз сиртидан юлдузлараро бўшлиқда  $10^{22} \div 10^{23}$  тоннага яқин модда секундига  $1500 \div 2000$  километр тезлик билан улоқтирилади. Бу улоқтирилган модда юлдуз атрофида туманлик ҳосил қилиб, бундай ҳол яқиндаги барча янги юлдузларнинг атрофида кузатилади.

Хозиргача кузатилган янги юлдузларнинг сони 300 га яқин бўлиб, шулардан 150 га яқини ўзимизнинг Галактикамизда, 100 га яқини қўши — Андромеда галакти-касида кузатилган.

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

дилар. Бу қузатишлирига таяниб Цвекки 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 далиллар. 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 Қуёш массасига тенг ( $10^{26}$ т.) материя улоқтирилиб, тахминан 100 кунлар ичida ўз равшанлигининг максимумига эришади. Бунда унинг абсолют юлдуз катталиги (яъни юлдузни 10 парсекли масофага келтирилгандағи 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 қиласди. Равшанлигининг максимумида бундай юлдузларнинг спектри туташ спектрдан иборат бўлиб, сўнгра водород ва гелийнинг бир қанча кенг нурланиш ва ютилиш чизиклари пайдо бўлади. Чакнаш пайтида улоқтирилган газ массаси  $1 \div 10$  Қуёш массасига тенг бўлиб, чакнаш даврида чиқарилган нурланиш энергиясининг миқдори  $10^{51} \div 10^{52}$  эрг ни ташкил қиласди.

## 6- §. Юлдуз тўдалари

Коинотда юлдузлар фақат якка ҳолда учрамай, ўзаро динамик боғланган ҳолда қўшалоқ, 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 ғужлари деб юритилади.

Ташқи кўринишига кўра юлдуз тўдалари 2 групга — 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 ичida маълум юлдузлар тўдасига кирувчи юлдузларни ажратиш масаласи бир қарашда жуда мушқулдек 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 ажralиб қолади. Маълумки, юлдузларга-ча масофа парсекларда:

$lgr = 1 + 0,2 (m+M)$  ифода билан топилиб,  $(m-M)$  айрма масофанинг модули деб юритилади. Бинобарин, бир хил масофадаги юлдузлар учун  $(m-M)$  бир хил катталикка 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 ажralиб қолади.

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

Турли юлдуз тўдалари учун тузилган Герцшпрунг — Рессел диаграммасининг тузилиши ва уларни мавжуд назариялар билан солиширилиши, 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 Герцшпурнг — 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 юлдузининг остида яна учта хира юлдуз жойлашган бўлиб, уларнинг ўртасидаги «қуролланмаган» кўзга хира туман шаклида, дала дурбини билан қарапгана 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 яширганглиги маълум бўлади. Бу тўдага кирувчи юлдузларнинг зичлиги «Трапеция» марказига томон кескин ортиб боради.

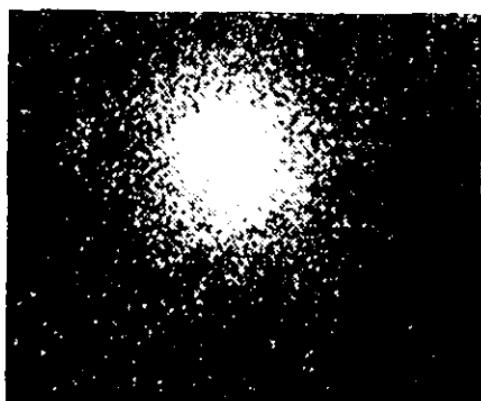
Совет олим П. Перенаго томонидан мазкур юлдуз тўдасига тегишли спектр-ёрқинлик диаграммаси 1954 йилда ясалди. Ушбу диаграммада фақат энг ёрқин юлдузларгина бош кетма-кетликда жойлашиб, хиралари, ўзгарувчан юлдузлар билан биргаликда, бош кетма-кетликдан ўнг томонида жойлашади. Бундай юлдузлар ҳали гравитацион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

Худди шу йўл билан NGC 2264 юлдуз тўдаси (Яккашоҳ юлдуз туркумида) учун тузилган диаграмма ҳам назария хulosалари 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 чегаралangan қисми, айни пайтда, юлдузлар пайдо бўлаётган энг актив соҳа бўлиб, бу соҳада бундан қарийб 10 млн йил

олдин «туғилған» 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 туркумидан 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 молекулар газ булутнинг масаси Орионникидан бир неча марта ортиқлик қиласи.

Гарчи юлдузлар, аксарият ҳолларда, газ — чанг туманликли соҳаларда пайдо бўлсада, баъзан бир қарашда газ — чангсиз кўринган соҳаларда ҳам юлдуз тўдалари учрайди. Бунга Персейнинг  $\chi$  ва  $\hbar$  қўшалоқ тўдаси энг яхши мисол бўла олади. Персейнинг Кассиопея юлдуз туркумига чегара дош участкасида кўринадиган бу тўдаларда кўпчилик О синфга кирувчи равшан кўк юлдузлар ичидан М синфга кирувчи қизил ўтагигантларнинг учраши, мазкур тўда 10 миллион йиллар чамаси ёшдаги «гўдак» тўдалардан эканлигини маълум қиласи. Бу соҳада газ — чанг туманнинг кузатилмаслигининг сабаби, афтидан, Ерда инсониятнинг пайдо бўлиш даври, Коннотнинг бу қисмидаги газ — чанг «хамиридан» юлдузлар йўғирилиб бўлган пайтда тўғри келиши билан тушунирилса керак. Шарсимон юлдуз тўдалари бир неча ўн минглаб юлдузларни ўз ичига олган ва улардан боғланган системасининг ўзаро динамик бўлиб, нисбатан кам учрайдиган самовий обьектлардир (36-расм). Бундай тўдаларда юлдузларнинг концентрацияси уларнинг марказига томон ортиб бориб, ташки кўринишидан сфера ёки эллипсга ўхшаб кетгани учун ҳам шарсимон деган ном билан юритилади. Шарсимон юлдуз тўдаларининг ёрқинликлари жуда юқори бўлганлиги сабабли телескоп орқали уларни Галактикасининг энг узоқ чеккаларида ҳам bemalol



36-расм. М-13 юлдузларнинг шарсимон тўдаси.

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 бошлидилар. 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 қиласди. Уларнинг массалари, Қўёш массасидан бир неча юз минг марта гача 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 қиласми ҳолда, шарсимон тўдалар юлдузларининг спектрида атиги 0,1—0,01 фоизни ташкил қиласди. Бундай ҳол, маълум Галактиканда 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 туғилишига 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 охирги 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 охирги йиллардаги тадқиқоти, уларнинг ёшига кўра, уларда «ҳалок» бўлган юлдузлар, жумладан нейтрон юлдузлар ва «қора ўра»лар кўп бўлиши керак деган хulosаларга 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 шарсімон тұданинг геометрик маркази рентген диапазонда нурланувчи құвватли манба билан устма-уст тушиши ҳам мазкур тұдалар — осмоннинг эң «мүйсафид» 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 үлчаш билан банд бўлган астрономлар кутилмаганда радиотелескопда пульсарни «кўриб» қолдилар... 1967 йили Англияning Кэмбридж университетига қарашли Мюллардев обсерваториясида метрли диапазонда ишлайдиган 2 минг антенналик радиотелескоп ишга тушди. Август ойининг тунларидан бирида профессор Хьюшнинг аспиранти Жеклен Бэлл шу телескопда навбатчилик қиласарди. Ярим кечага бориб Бэлл телескопни кузатаётган квазардан бошқа томонга буради, бир оз ўтгач унинг кўзи радиотелескопнинг маҳсус ўзи қайд қилувчи асбобининг қозоз 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 қозоз лентасида у ёндан бу ёнга «югуриб», сигнални ёзиб олаётган перога тикилиб қолди. Сўнг бирдан, бир нарса эсига тушгандек, радиоимпульслар ёзилган лентани асбоб фалтагидан йиртиб олди-да, ташқарига отилди ва топилган радиообъект ҳақидаги маълумотни профессор Хьюшга билдириди. Лекин профессор ишончсизлик билан шогирдига: «Текшириб кўринг, ҳойнаҳой ердаги сунъий радиоманбалардан бирининг сигналини 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 илтинос қиласман», — деб уқтириди. Олимнинг бундай эҳтиёт чорасининг кўришининг сабаби, шу вақтга қадар осмонда оптик диапазонда ҳам, радиодиапазонда ҳам бу хил-

даги — узлукли нур чиқарувчи манбалар кузатилмаган-лигига бўлиб, у бундай манбанинг табиийлигига қатъий шубҳа билдирган эди. Қизиги шунда эдик, узлукли келаётган радиоимпульслар жуда аниқ даврийлик билан тақорланарди.

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 қиласади!

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. Қизиги шундаки, инглиз олимлари ўз кашфиётларини қанчалик сир тутишмасин, америкаликлар барibir бу ихтиродан хабардор бўлиб, метрли диапозонда ишлайдиган ўз телескопларида уни текширилар 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 «тинтуб» натижасида, салкам бир йил давомида 27 та шу хилдаги объект топилди. Шундан сўнг импульсли объектлар фанда пульсарлар деб юритила бошланди.

Топилган пульсарлар ичida Ж. Бэлл топган биринчи пульсар СР 1919 (бу ерда С — Қамбирджни, Р — 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 тарқалиши тезлигидан катта бўлади. Юлдузларо бўшлиқдаги эркин электронлар концентрациясини баҳолаб, шу метод ёрдамида бир вақтнинг ўзида бир-бирига яқин икки частотада маълум пульсларни 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 СР 1919 пульсарнинг биздан узоқлиги 400 ёруғлик йилига тенг эканлигини кўрсатди.

Пульсарлар физик табиатининг аниқ эмаслиги, бу радиоимпульслар ташқи цивилизация (Қуёш системасидан ташқарида — айрим юлдузларнинг атрофидаги сайёralарда истиқомат қилувчи онгли мавжудотлар) нинг сунъий радиосигналлари, деган гипотезанинг узоқ «яшши»га имкон берди. Бироқ, кейинчалик бундай назария, маҳсус 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 радиоманбаларнинг 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 қиласди.

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

Ниҳоят, 1968 йилнинг охирларида, Савр юлдузлар туркумидаги қисқичбақасимон туманликнинг марказида кўримсизгина юлдузчанинг (кейинчалик бу юлдузча №P0531 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 ўтаянги юлдузнинг қолдиги, даври 0,033 секундли пульсар бўлиб чиқди.

Қизиги шундаки, 1933 йилда Л. Ландау бошчилигидаги бир группа совет олимлари юлдузлар эволюциясига бағишлисангиз 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 «ўчақ»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. Ута 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-йилларда ёқ

ўта янги юлдузнинг портлаш жараёнини назарий ишлаб чиққан эдилар. Бу назарияда портлаш туфайли юлдузнинг ташқи қобиги 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/см<sup>3</sup>) яқин боришини исбот қилди.

Хўщ, нейтрон юлдузларнинг пульсарларга қандай алоқаси бор?— деган савол туғилади. Ҳамма гал 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 туманликнинг марказий қисмидаги 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 хуносага келдилар. Оптик диапазонда ҳам пульсарларнинг импульсли ёруғлик чиқаришини кузатиш юзасидан уюштирилган астрономларнинг «ови», кўп ўтмай, ижобий натижага 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 сири ва унинг узлуклигини тушунтириш ётарди. Шу нуқтан назардан

яна Савр юлдуз туркумидаги Қисқичбақасимон туманликка қайтишга түфри келади. Бу туманлик марказидаги қуюлма-юлдуз қолдиги эканлигини XX асрнинг машхур 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 обьектлар кўп бўлган. Пульсарлар худди шу хилдаги обьектлардан бири бўлиб, улар топилгунга қадар камида юз йиллар давомида оптик диапазонда кузатилган, бироқ уни илм дунёсида бу қадар кучли сенсацияга сабаб бўлувчи обьект эканини ҳеч ким тасаввур ҳам қилмаган эди.

Пульсар очилиши биланоқ, астрономия фанининг дикқат 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. «Утаянги юлдузнинг портлаши натижасида унинг марказий қисми ҳалокатли сиқилишини «бошидан ўтказади» 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  $K$  қўйидаги математик ифода билан белгиланади:  $K = Mv \cdot R = \text{const.}$

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

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

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

Мисол тариқасида, ўртача катталикдаги юлдуз сифатида Қўёшни қараш мумкин. Ўз ўқи атрофида нисбатан секин (27 суткада бир марта) айланадиган Қўёш нейтрон юлдузга айланиб қолса, унинг диаметри атиги 6 километрга тенг бўлиб, секунднинг ўн мингдан бир бўлагидаёқ 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 обьектлар бўлиши табиийdir, чунки  $R$  радиусли,  $H$  — магнит майдонли обьект учун қўйидаги 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 (солишириш учун: Ер магнит майдони кучланганлигининг ўрта кенгликлардаги катталиги, атиги ярим Эрстедни ташкил қиласи). Лекин физиклар, Ер шаронтида, ҳали бундай тартибдаги кучланганликка эга бўлган майдонга эриша олгандари 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.

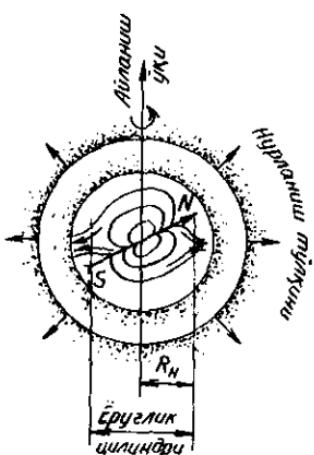
Пульсарларининг магнит майдони энергиясининг манбаига алоқадор назария ҳам совет астрофизиги И. Кардашовнинг қаламига мансубdir. Бу назарияда таъкидланишича, нейтрон юлдузларининг магнит майдон энергияси, юлдузларнинг кинетик энергияси ҳисобига содир бўлади. Шунинг учун ҳам вақт ўтиши билан нейтрон юлдузларнинг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

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

Пульсарлар радиоманбанинг 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 ҳаракатланётган плазманинг чизиқли тезлигига унинг марказидан узоқлиги  $R$  билан қўйидагича боғлашида бўлади:  $v = \omega R$ , бу ерда  $\omega$  — бурчак тезлик.

37- расм. Нейтрон юлдузларининг 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 цилинтри» дейилади. Бундай дейилишига сабаб, ички томонидан «ёруғлик цилинтри»га яқинлашган сайн 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 турувчи плазманинг электронлари  $\left(\omega \cdot \frac{E}{mc^2}\right)$  қийматига яқин частота билан нурлана бошлайди;

бу ерда  $E = \gamma m c^2 = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{u}{c}\right)^2}}$  — 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  $v$  билан ўқи устма-уст тушувчи конус ичидаги нурланади. Бунда конус учидаги фазовий бурчакнинг «ёйиқлиги»  $\theta \cdot \frac{mc^2}{E}$  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 бағишлиланган 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 цилинтри» яқинидаги электронлардан фарқ қилиб, «ўз-ўзидан» релятивистик деб талқин қилинади. Шунингдек Радхакришнан — Кук гипотезасига кўра, магнитосфера-нинг релятивистик электронлари, синхротрон радионурланиш (электронларнинг тормозланиш ҳисобига нур-

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

Янги таклиф этилган гипотезага кўра, пульсарлар нинг 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 айланишиданadir, 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 холосага келишга ҳали эрта эканлигидан да-вак беради.

## МУНДАРИЖА

### Сўзбоши

#### I б о б. Юлдузлар осмони ва осмон координаталари

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1- §. Осмон, сфераси, унинг асосий нуқта, чизик ва айланалари . . . . .                     | 6  |
| 2- §. Қўёшнинг йиллик кўринма ҳаракати. Эклиптика . . . . .                                 | 8  |
| 3- §. Ериткичларнинг кўринма ҳолатлари. Юлдуз туркумлари . . . . .                          | 9  |
| 4- §. Қўёш, 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 жойининг 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- §. Сайёрамизинг энг ўткир кўзи . . . . .              | 27 |
| 3- §. Коннотни тинглаш учун энг сезгир «қулоқ» . . . . . | 31 |
| 4- §. Ерости телескопи . . . . .                         | 38 |

#### III б о б. Қўёш — энг яқин юлдуз

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

#### IV б о б. Сайёralар ва уларнинг «ой»лари

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 1- §. Меркурий — Қўёшнинг кенжаси . . . . . | 62  |
| 2- §. Зуҳра — «тонг юлдуз» . . . . .        | 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 — ёнбаш планета . . . . .        | 103 |
| 9- §. Қалам учида топилган сайёра . . . . . | 106 |
| 10- §. Сирли Плутон . . . . .               | 108 |

## V боб. Қуёш системасининг майдада жисмлари

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

## VI боб. 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 тудалари . . . . .                                         | 163 |
| 7- §. Нейтрон юлдузлари (пульсарлар) . . . . .                         | 169 |

*На узбекском языке*

**МАМАДМУСО МАМАДАЗИМОВ**

**КНИГА ДЛЯ ЧТЕНИЯ  
ПО АСТРОНОМИИ**

Пособие для учителей  
и учащихся средних школ

*Ташкент «Ўқитувчи» 1992*

**Бўлим мудири *У. Ҳусанов*  
Муҳаррир *М. Пўлатов*  
Расмлар муҳаррири *Н. Сўчкова*  
Техн. муҳаррир *С. Турсунова*  
Мусаҳид *З. Содиқова***

**ИБ № 5762**

Теришга берилди 11.10.91. Босишига ружсат этилди 22.07.92. Формати  $84 \times 108^{1/32}$ .  
Литературная гарнитураси. Кегли 10 шпонсиз. Юқори босма усулида босилди.  
Шартли б. л. 9,87. Шартли кр. отт. 10,29. Нашр. л. 8,48. Тиражи 2000. Буюртма № 2472/33.

«Ўқитувчи» нашриёти. Тошкент—129. Навоий кўчаси, 30. Шартнома 9—197—91.  
Узбекистон Давлат матбуот қўмитаси ҳузуридаги Тошкент китоб-журнал  
ишлаб чиқариш фабрикасида босилди. Тошкент, Юнусобод даҳаси, Мурадов  
кўчаси, 4.

**M 23**

**Мамадазимов М. М.**

Астрономиядан ўқишиш китоби: Ўрта мактаб  
ўқувчилари ва ўқитувчилар учун / (Махсус мұ-  
харрір А. Т. Мирзаев).— Т.: Ўқитувчи, 1992.—  
184 б.

**Мамадазимов М. М. Книга для чтения по астрономии.**

**ББК 22.6я721**

## **AZIZ UQUVCHILAR VA MUXTARAM MUALLIMLARI**

«Ўқитувчи» 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. Ўқувчиларни 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.