



Кириш

Астрономия амалий асослари.

Осмон жисмларининг ҳаракати.

Астрофизик текширишлар методлари.

Қуёш системасидаги жисмларнинг табиати.

Қуёш ва юлдузлар

Космоснинг тузилиши ва эволюцияси.

Б А ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ

Астрономия

10

ЎРТА МАКТАБНИНГ 10-СИНФИ
УЧУН ДАРСЛИК

~~ЎРТА~~ Маориф министрлиги тасдиқлаган

Русча ўн еттинчи қайта ишланган нашрига
мувофиқ ўннинчи нашри

ТОШКЕНТ «ЎҚИТУВЧИ» 1988

Махсус муҳаррир — Физика-математика фанлари кандидати,
доцент М. Мамадазимов

В 4306021200—191 Бланк заказ — 88
353 (04) — 88

© Издательство «Просвещение» 1987,
© Ўзбек тилига таржима, «Ўқитувчи»
нашриёти, 1988



1. АСТРОНОМИЯ ФАНИ

1. АСТРОНОМИЯ НИМАНИ УРГАТАДИ: АСТРОНОМИЯНИНГ БОШҚА ФАНЛАР БИЛАН АЛОҚАДОРЛИГИ, УНИНГ АҲАМИЯТИ. *Астрономия*¹ — осмон жисмларининг ва улар системаларининг ҳаракатини, тузилишини, келиб чиқишини ва ривожланишини ўрганадиган фан. У тўплаган билимлар инсониятнинг амалий эҳтиёжлари учун қўлланилади.

Астрономия энг қадимий фанлардан бири бўлиб, у инсоннинг амалий эҳтиёжлари асосида юзага келди ва бу эҳтиёжлар билан бирга ривожланди. Бошланғич астрономик маълумотлар бундан минг йил аввал Вавилон, Миср ва Хитойда маълум бўлган бўлиб, улардан шу мамлакат халқлари вақтни ўлчаш ва горизонт томонларини аниқлашда фойдаланганлар.

Ҳозирги вақтда ҳам астрономиядан аниқ вақтни ва географик координаталарни аниқлашда (денгизда сузишда, авиацияда, космонавтикада, геодезияда, картографияда) фойдаланилади. Астрономия космик фазони ўрганишда ва уни забт этишда, космонавтикани ривожлантиришда ва бизнинг планетамизни космосдан туриб ўрганишда ёрдам беради. Аммо унинг вазифалари шу масалаларни ечиш билангина чегараланмайди.

Бизнинг Ер Қоинотнинг бир қисми ҳисобланади. Ой ва Қуёш Ерда океан ҳамда денгиз сувининг кўтарилиши ва пасайишини юзага келтиради. Қуёш нурланиши ва бу нурланишнинг ўзгариши Ер атмосферасидаги процессларга ва организмларнинг ҳаёт фаолиятига таъсир кўрсатади. Шунингдек, астрономия турли космик жисмларнинг Ерга таъсир этиш механизмини ҳам ўрганади.

Астрономия курси сиз мактабда оладиган физика-математика ва табиий-илмий маълумотларингизни ниҳоясига етказди.

Ҳозирги замон астрономияси математика ва физика, биология ва химия, география, геология ва космонавтика билан узвий боғланган бўлиб, бошқа фанлар ютуқларидан фойдаланади ва у ўз навбатида уларни бойитади, бошқа фанлар олдига янгидан-янги вазифалар қўйиш билан уларнинг тараққиётини кучайтиради.

Астрономияни ўрганишда қайси маълумотлар ишончли фактлардан ва қайсилари эса вақт ўтиши билан ўзгариши мумкин бўлган илмий фаразлардан иборатлигига аҳамият бериш зарур.

Астрономия космосдаги моддаларни лаборатория шароитида

¹Бу грекча иккита сўз: а с т р о н — ёриткич, юлдуз ва н о м о с — қочун сўзларидан келиб чиққан.

юзага келтириб бўлмайдиган ҳолатларда ва масштабларда ўрганади, шу билан у оламнинг физик манзарасини ҳамда бизнинг материя ҳақидаги тасаввурларимизни кенгайтиради. Буларнинг ҳаммаси ўқувчиларнинг табиат ҳақидаги диалектик-материалистик тасаввурларини ривожлантиришда катта аҳамиятга эга.

Астрономия Куёш ва Ой тугилишларини, кометаларнинг пайдо бўлишини олдиндан ҳисоблаб чиқиш ҳамда Ер ва бошқа осмон жисмларининг келиб чиқиши ва эволюциясини табиий-илмий тушунтириш имкониятларини кўрсатиш билан инсоннинг билиш доираси чексизлигини исботлайди.

Ўтган асрда файласуф-идеалистлардан бири инсоннинг билиш доираси чекланганлигини таъкидлаш мақсадида, одамлар баъзи ёриткичларгача бўлган масофаларни ўлчай олган бўлсалар-да, улар юлдузларнинг химиявий таркибини ҳеч қачон аниқлай олмадилар, деб даъво қилган эди. Бирок, тез орада спектрал анализ кашф этилди ва астрономлар фақат юлдузлар атмосферасининг химиявий таркибинини эмас, ҳатто уларнинг ҳароратини (температурасини) ҳам аниқладилар. Шунингдек, инсоннинг билиш доираси чекланганлигини кўрсатишга қаратилган бир қатор бошқа интилишлар ҳам асоссиз бўлиб чиқди. Масалан, олимлар Ой ҳароратини олдин назарий баҳолашди, кейин уни Ердан туриб термозэлемент ва радио усуллар ёрдамида ўлчадилар, сўнгра бу маълумотларни инсон яратган ва Ойга учирилган автоматик станциялардаги махсус асбоблар тасдиқлади.

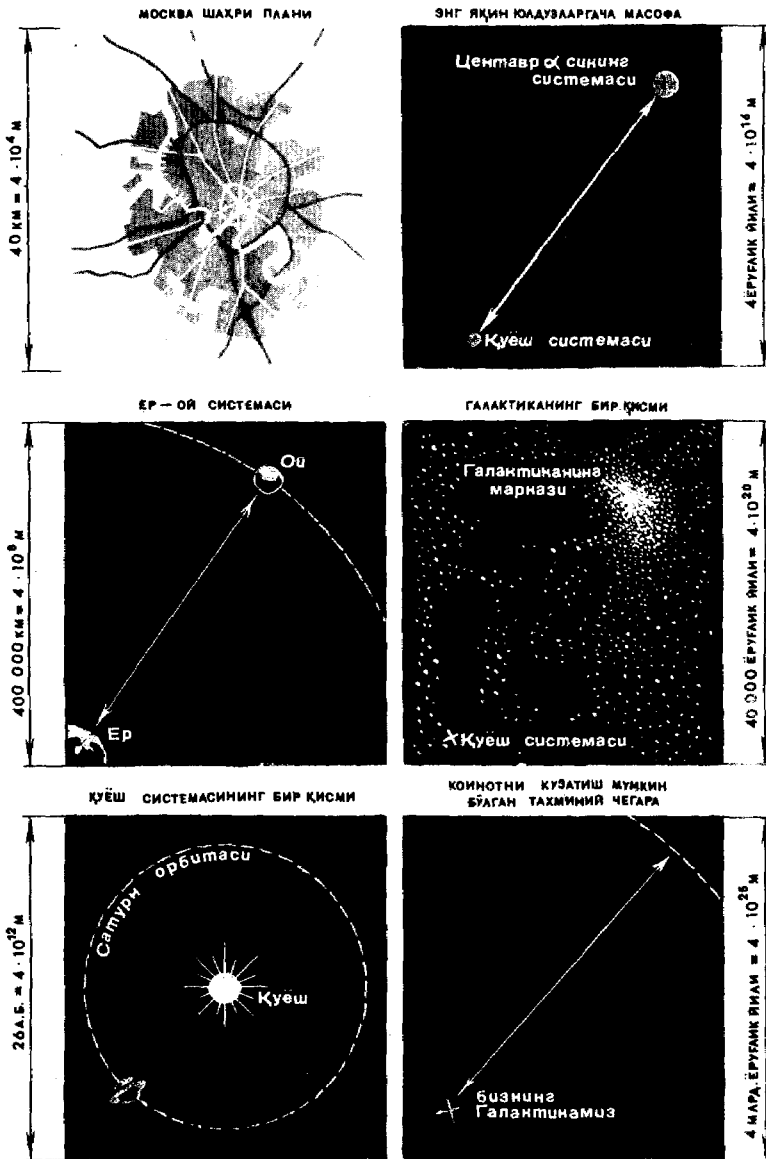
2. КОИНОТ ЎЛЧАМЛАРИ. Сиз энди Ернинг табиий йўлдоши — Ойнинг бизга энг яқин бўлган осмон жисми эканини, бизнинг планетамизни бошқа катта ва кичик планеталар билан бирга Куёш системаси таркибига киришини ҳамда ҳамма планеталарнинг Куёш атрофида айланишини биласиз. Куёш ўз навбатида, осмонда кўринадиган ҳамма юлдузлар сингари, бизнинг юлдуз системамиз — Галактика таркибига қиради. Галактиканинг катталиги шундай улканки, ҳатто 300000 км/с тезлик билан тарқаладиган ёруғлик ҳам унинг бир чеккасидан иккинчи чеккасигача бўлган масофани юз минг йилда ўтади. Коинотда бундай галактикалар жуда кўп, аммо улар ниҳоятда узоқда бўлиб, биз оддий кўз билан улардан атиги биттасини — Андромеда туманлигини кўрамиз, холос.

Галактикалар орасидаги масофа, одатда, уларнинг ўлчамларига нисбатан ўнлаб марта катта бўлади. Коинот ўлчамлари ҳақида аниқроқ тасаввур ҳосил қилиш учун 1-расми диққат билан ўрганинг.

Юлдузлар Коинотда энг кўп тарқалган осмон жисмлари бўлса, галактикалар ва уларнинг тўдалари эса Коинотнинг асосий ва бирдан-бир таркибий бўлакларидир. Галактикадаги юлдузлар ва галактикалар орасидаги фазо газ, чанг, элементар зарра, электромагнит нурланиш, гравитацион ва магнит майдонлари кўринишидаги жуда сиирак материя билан қоплангандир.

Астрономия осмон жисмлари ва улар системалари ҳаракати,

1- расм. Коинот масшталлари (томонлари олдингисиникидан 10^1 марта, охиригисиники 10^5 марта катта бўлган квадратларда нималар жойлашиши мумкинлиги кўрсатилган. Коинотнинг кузатиладиган чегараси шартли равишда, фақат катталигига қараб берилган).



тузилиши, келиб чықиши ва ривожланиши конунларини ўрганиб, бизда умуман Қоянотнинг тузилиши ва ривожланиши хақида тасаввур ҳосил қилади.

Ҳозирги замон астрономияси қўллаётган телескоплар ҳамда фан ва техниканинг турли соҳаларида эришилган ютуқлар туфайли яратилган асбоблар ёрдамида қоянотнинг ичига кириб бориш, осмон жисмларининг физик табиатини ўрганиш мумкин.

2. АСТРОНОМИК КУЗАТИШЛАР ВА ТЕЛЕСКОПЛАР

1. ТЕЛЕСКОПЛАР. Телескоп — асосий астрономик асбобдир.

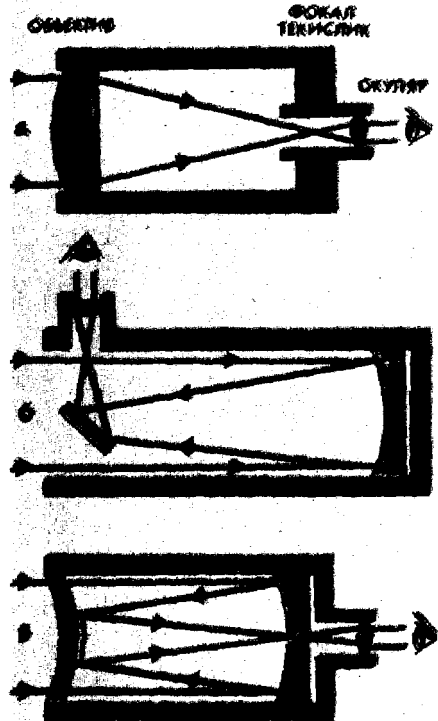
Телескопнинг вазифаси — текшириладиган осмон жисмларидан келаётган ёруғликни иложи борида кўпроқ йиғиш ва (визуал кузатишларда) осмон жисмларининг кўринма бурчагини катта-лаштирашдан иборат.

Телескопнинг асосий оптик қисми объектив бўлиб, у маънадан келаётган ёруғликни йиғади ва унинг тасвирини ҳосил қилади. Агар телескопнинг объективи линза ёки линзалар системасидан иборат бўлса, у ҳолда бундай телескопни рефрактор

2-расм. Телескоп — рефрактор.



3-расм. Телескопда нурлар йўли: а — рефрактор; б — рефлектор; в — менискли телескоп.



(2- расм), дейилади агар объективи ботик кўзгули бўлса, бу ҳолда рефлектор (3- б расм) дейилади.

Телескоп йиғадиган ёруғлик энергияси объектив ўлчамига боғлиқ. Объектив сирти қанча катта бўлса, бу телескоп орқали шунча кучсиз равшанликдаги ёриткичларни кузатиш мумкин.

Рефракторда нурлар объективдан синиб ўтади ва фокал текисликда осмон жисмининг тасвирини ҳосил қилади (3-а расм). Рефлекторда нурлар ботик кўзгудан қайтади ва фокал текисликда йиғилади (3-б расм). Осмон жисмининг объектив ҳосил қилган тасвирини окуляр деб аталадиган линза орқали кузатиш ёки фотосуратга олиш мумкин.

Телескоп объективини тайёрлашда унинг осмон жисмлари тасвирини албатта бузишга олиб келадиган ҳамма нуқсонларини иложи борича камайтиришга интилинади. Олдий линза тасвирни жуда бузади ва унинг четларини рангли қилиб кўрсатади. Бундай камчиликларни камайтириш мақсадида объектив сиртлари ҳар хил эгриликдаги ва ҳар хил сортли шишалардан тайёрланган бир неча линзадан йиғилади. Кумуш ёки алюминий юритилган шиша кўзгунинг ботик сиртига, тасвирнинг бузилишини камайтириш мақсадида, сферик эмас, балки параболик шакл берилади.

Совет оптиги Д. Д. Максутов мениск система деб аталадиган телескоп системасини ихтиро қилди. Бу система рефрактор ва рефлекторларнинг афзалликларини мужассамлаштиргандир. Ҳуқуқчиларга мўлжалланган телескоп моделларидан бири ана шу система асосида ясалган. Юпка ботик-каварик шиша — мениск катта сферик кўзгу берадиган тасвирдаги бузилишни тўғрилайди. Нурлар кўзгудан қайтгандан сўнг менискнинг ички сиртидаги кумуш қатлам сиртидан қайтади ва окуляр (3-в расм) ролини бажарадиган қисқа фокусли линзага тушади. Бошқа телескоп системалари ҳам мавжуд.

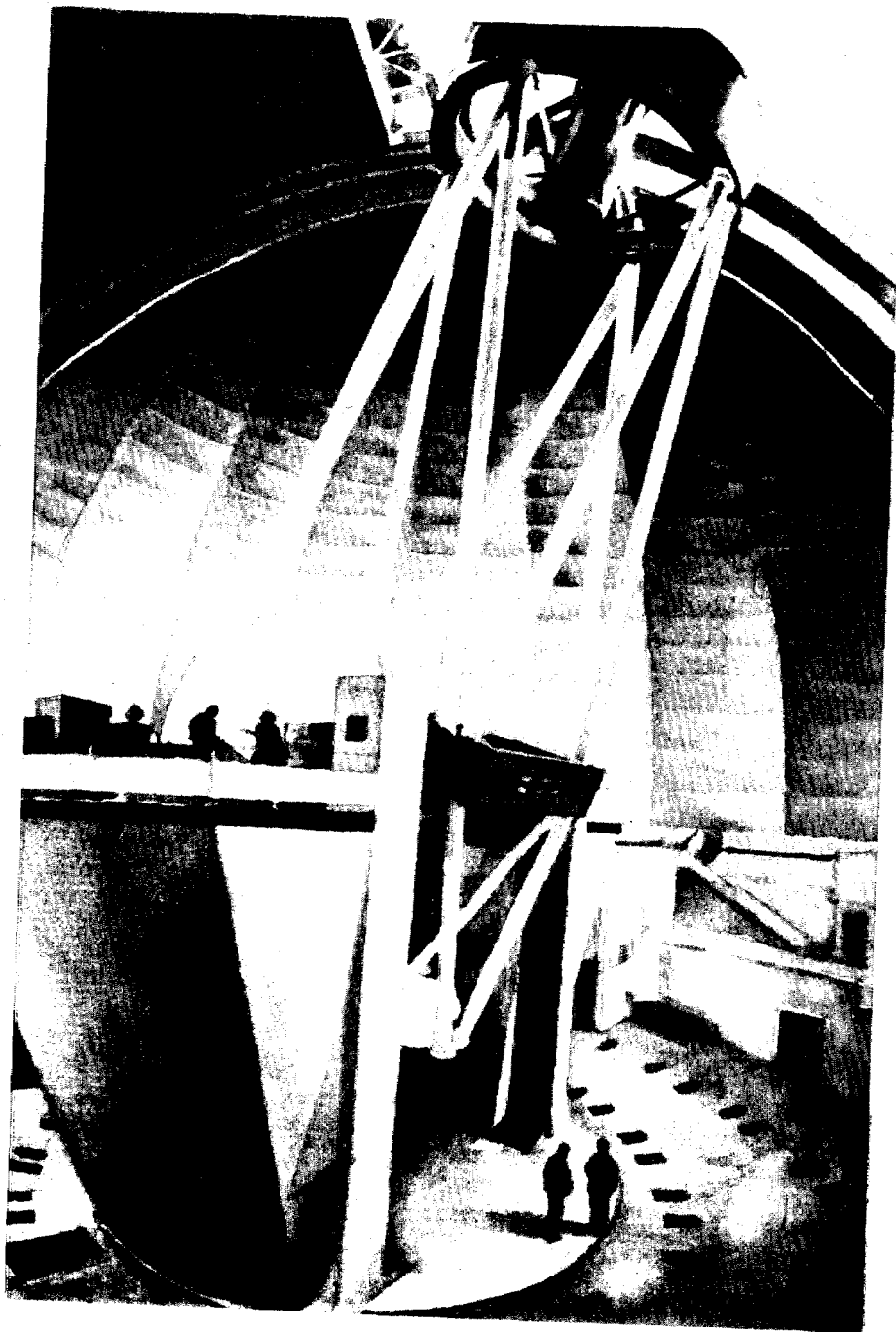
Телескоп Қуёш, Ой, планеталар ва улар сиртидаги деталларнинг кўринма бурчак катталигини, ёриткичлар орасидаги кўринма бурчак масофаларини катталаштириб беради. Аммо юлдузлар биздан жуда узокда бўлгани сабабли улар исталган телескопда ҳам нурланаётган нуқта кўринишидагина намоён бўлади.

Телескопда одатда тўнкарилган тасвир ҳосил бўлади, аммо космик жисмларни кузатишда бунинг ҳеч қандай аҳамияти йўқ. Окулярга қўшимча линза киритилса, телескоп тасвирни тўғри кўрсатадиган кузатув дурбинига айланади, лекин бунда ёруғликнинг маълум қисми йўқолади.

Телескоплар билан кузатишда 500 мартадан ортиқ катталаштириш камдан-кам қўлланилади. Бунга сабаб тасвирни бузишга олиб келадиган ҳаво оқимларидир. Телескопнинг катталаштириши қанча кучли бўлса, тасвирнинг бузилиши шунча сезиларли бўлади.

Энг катта рефрактор объективининг диаметри 1 м га яқин. Дунёдаги энг катта рефлекторнинг ботик кўзгуси диаметри 6 м. Бу телескоп СССРда тайёрланган бўлиб, Кавказ тоғларида ўрна-

4- расм. Кўзгусининг диаметри 6 м бўлган дунёдаги энг катта рефлектор.



тилган. Бу телескоп оддий кўз билан бевосита кўриш мумкин бўлган юлдузларга нисбатан ўнлаб миллион марта хира юлдузларни кузатиш имконини беради (4- расм).

2. АСТРОНОМИК КУЗАТИШЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ. Астрономия Ердан туриб олиб бориладиган кузатишларга ва асримизнинг 60- йилларидан бошлаб эса космик фазодаги автоматик ҳамда одам бошқарадиган станциялар бажарадиган кузатишларга ҳам асослангандир. Астрономик кузатишлар физика ва химиядаги каби тажрибалар ролини бажарса-да, лекин улар ўзига хос хусусиятларга эга.

Астрономик кузатишларнинг *биринчи хусусияти* шундан иборатки, бунда кўпчилик ҳоллардаги кузатувлар ўрганилаётган осмон жисмларига нисбатан *пассив* бўлади. Биз жисмларга актив таъсир кўрсатолмаймиз, чунки бошқа табиий фанлардаги каби (баъзи ҳоллардан ташқари) тажрибалар ўтказа олмаймиз. Фақат космик аппаратлардан фойдаланишгина Ой ва бошқа планеталар сиртида бевосита текширишлар олиб бориш имконини яратди.

Бундан ташқари, кўпгина осмон ходисалари шундай секин ўтадики, улар устида кузатишлар олиб бориш учун жуда узоқ вақт керак бўлади; масалан, Ер ўқининг ўз орбита текислигига ёнишининг ўзгаришини фақат бир неча юз йил ўтгандан кейин яхши сезиш мумкин. Шунинг учун бундан минг йиллар илгари ўтказилган баъзи кузатишлар (ҳозирга замон тушунчасига кўра улар жуда ноаниқ бўлса-да) биз учун ҳали ўз аҳамиятини йўқотмаган.

Иккинчи хусусияти. Биз осмон жисмларининг вазиятини ва уларнинг ҳаракатини ўз ўқи атрофида ва Қуёш атрофида ҳаракатда бўлган Ердан туриб кузатамиз. Бироқ биз, осмон жисмлари ҳаракатини Ердаги кузатувчига нисбатан тасвирлаганимизда, кузатувчини кўпинча қўзғалмас деб қараймиз. Масалан, ёриткичларнинг чиқиши ва ботиши ҳақида сўзлаганимизда, Ернинг ўз ўқи атрофида айланишидан, Қуёшнинг юлдуз туркумлари бўйлаб йиллик ҳаракати эса, Ернинг Қуёш атрофида айланишидан келиб чиқишини биламиз. Бундан ташқари, Ернинг ҳаракати оқибатида осмон манзараси йил давомида ердаги кузатувчига нисбатан ўзгариб боради. Бу фақат кузатувчининг Ернинг қайси жойида бўлишигагина эмас, шунингдек, унинг сутканинг ва йилнинг қайси вақтида кузатишига ҳам боғлиқ бўлади. Масалан, бизда киши кун бўлганда, Жанубий Америкада ёзги тун ва аксинча бўлади. Баъзи юлдузлар фақат ёзда ёки кишда кўринади.

Астрономик кузатишларнинг *учинчи хусусияти* шуларга боғлиқки, ҳамма ёриткичлар биздан шунчалик олисдаларки, на кўз билан, на телескоп билан улардан қайсилари бизга яқин ва қайсилари узоқда эканини ҳал этиб бўлмайди. Уларнинг ҳаммаси бир хил узоқликда жойлашганга ўхшаб кўринади. Шунинг учун осмон жисмлари орасидаги масофа (масалан, юлдузлар оралиғи) кузатувчи турган нуқтадан шу жисмларга қараб йўналган чизиклар орасидаги бурчак билан ўлчанади (5- расм). Бундай масофани **б у р ч а к м а с о ф а** дейилади ва градус ҳамда градуснинг улуш-

лари билан ўлчанади. Шу билан бирга, агар биз кўраётган иккита юлдузга нисбатан бўлган йўналишлар бир-бирига яқин бўлса, бу юлдузлар о с м о н д а ҳам бир-бирига яқин жойлашган деб ҳисобланади (масалан, *A* ва *B* юлдузлар, 5- расмга қаранг). Эҳтимол, осмондаги учинчи *C* юлдуз *A* юлдуздан анча узоқда бўлса-да, *φ* а з о д а у *B* юлдузга қараганда *A* юлдузга яқинроқдир.

Ёриткичнинг горизонтдан ҳисобланган бурчак масофаси *h* ни ёриткичнинг горизонтдан баландлиги дейилади (5- расмга қаранг).

Ёриткичларнинг баландлиги 0° дан (ёриткич горизонтда бўлганда) 90° гача (ёриткич кузатувчининг боши устида бўлганда) ўлчанади. Ёриткичнинг горизонт томонларига (дунё томонларига) нисбатан вазияти а з и м у т деб аталадиган ва 0° дан 360° гача ўзгарадиган (жанубдан соат милининг ҳаракат йўналиши бўйича ҳисобланадиган) иккинчи бурчак билан белгиланади.

Ёриткичнинг баландлиги ва азимути *теодолит* деб аталадиган махсус бурчак ўлчагич оптик асбоб билан ўлчанади.

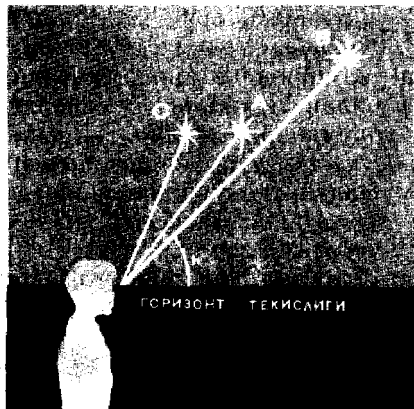
Осмондаги бурчак масофаларни тахминан баҳолаш учун Катта Айиқ юлдуз туркумидаги «чўмич»нинг икки юлдузи (α ва β , 7- расмга қаранг) орасидаги бурчак масофа тахминан 5° га тенг эканини билиш фойдалидир.

Осмон jismlarining кўринма катталикларини ҳар бурчак бирликлари орқали ифодалаш мумкин. Масалан, Куёш ва Ойнинг бурчак диаметри тахминан $0,5^\circ$.



Куёш диаметри ўзининг чизиқли ўлчамлари бўйича Ойнинг диаметридан тахминан 400 марта катта. Нима учун уларнинг бурчак диаметрлари тахминан тенг?

5- расм. Осмонда бурчакли ўлчашлар ва ёриткичнинг горизонтдан баландлиги.



Осмон jismlarigacha бўлган чизиқли масофаларни ва уларнинг чизиқли ўлчамларини бурчак ўлчамларига асосланиб қандай аниқлашни 12- § дан билиб оласиз.

3. СИЗ БАЖАРАДИГАН КУЗАТИШЛАР. Астрономияни яхши ўзлаштириш учун осмон ҳодисаларини ва ёриткичларини кузатишни иложи борича эртароқ бошлашингиз керак. Кузатишлар ва юлдузлар осмонининг сурилма картаси (у дарсликда берилган) дан фойдаланишга оид тушунтиришлар VI ва VII илова-ларда келтирилган.



3. ЮЛДУЗ ТУРКУМЛАРИ. ЮЛДУЗ КАРТАЛАРИ. ОСМОН КООРДИНАТАЛАРИ

1. ЮЛДУЗ ТУРКУМЛАРИ. Осмон билан танишишни булутсиз кечалари, хира юлдузларни кузатишга Ойнинг ёруғлиги халақит бермайдиган пайтларда ўтказиш керак. Милтироқ юлдузлар сочилган тунги осмон манзараси нақадар гўзал. Юлдузлар сон-саноксизга ўхшаб кўринади. Лекин бу ҳали сизнинг кўзингиз ўрганмаганлиги ва осмонда ўзаро жойлашишига нисбатан ўзгармас бўлган юлдузларнинг таниш гуруппаларини топишни ўрганмаганингиз учун шундай бўлиб кўринади. *Юлдуз туркумлари* деб аталган бундай гуруппаларни одамлар бундан минг йиллар илгари ажратганлар. Юлдуз туркуми деганда осмоннинг бирор чегара ичидаги бутун соҳаси тушунилади. Бутун осмон 88 та юлдуз туркумига бўлинган бўлиб, уларни юлдузларнинг ўзига хос жойлашишига қараб топиш мумкин.

Кўпчилик юлдуз туркумларининг номлари қадим замонлардан сақланиб келмоқда. Баъзиларининг номлари грек афсоналари билан боғланган, масалан, *Андромеда*, *Персей*, *Пегас*, баъзилари юлдуз туркумларидаги ёруғ юлдузларни ўзаро туташтиришдан ҳосил бўладиган шаклларни эслатувчи буюм билан боғлиқ: *Ўк-ёй*, *Учбурчак*, *Тарози* ва ҳоказо номлар билан аталади. Шундай юлдуз туркумлари ҳам борки, уларга ҳайвонлар номлари берилган, масалан, *Арслон (Асад)*, *Қискичбака (Саратон)*, *Чаён (Ақраб)*.

Осмон гумбазидан юлдуз туркумларини, карталарда кўрсатилганидек, уларнинг энг ёруғ юлдузларини тўғри чизиклар билан бирор шаклга ўхшатиб ҳаёлий туташтириш йўли билан топилади (*VII* иловадаги юлдуз картасига ва шунингдек 6-, 7-, 10- расмларга қаранг). Ҳар бир юлдуз туркумидаги ёруғ юлдузларни қадимдан грекча ҳарфлар¹ билан, кўпинча, туркумдаги энг ёруғ юлдузни α , сўнгра равшанликнинг камайишига қараб алфавит тартибда β , γ ва бошқа ҳарфлар билан белгиланган; масалан, *Қутб юлдузи Кичик Айиқ* юлдуз туркумининг α сидир.

6- ва 7- расмларда Катта Айиқ юлдуз туркумидаги асосий юлдузларнинг жойлашиши ва бу юлдуз туркумининг қадимги юлдуз карталарида тасвирланган шакли кўрсатилган (*Қутб юлдузини* топиш усули сизга география курсидан маълум).

Ойсиз тунда горизонтдан юқорида тахминан 3000 га яқин юлдузни бевосита кўриш мумкин. Ҳозирги вақтда астрономлар

¹ Грек алфавити II иловада берилган.

бир неча миллион юлдузнинг аниқ вазиятларини белгилаганлар, улардан келаётган энергия оқимини ўлчаганлар ва бу юлдузларнинг рўйхати — каталогини тузганлар.

2. ЮЛДУЗЛАРНИНГ КЎРИНМА РАВШАНЛИГИ ВА РАНГИ. Осмоннинг кундузи зангори бўлиб кўринишига сабаб, Қуёш ёруғлиги таркибидаги зангори нурларнинг ҳар хил зичликдаги ҳавода кўпроқ сочилишидир. Ер атмосферасидан ташқарида туриб қараганда осмон қора бўлиб кўринади, унда бир вақтнинг ўзида Қуёш ва юлдузларни кузатиш мумкин.

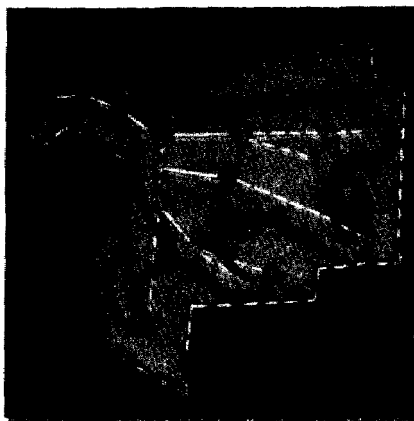
Юлдузлар турли равшанликка ва ҳар хил: оқ, сарик, қизғиш рангга эга. Юлдуз қанчалик қизил бўлса, у шунчалик совуқдир. Бизнинг Қуёш сарик юлдузлар турига киради.

Қадимги араблар ёруғ юлдузларга шахсий номларини берганлар. Оқ юлдузлар: Лира туркумидаги *Вега*, Бургут туркумидаги *Алтоир* (улар ёз ва куз пайтларида кўринади), *Сириус* — осмондаги энг ёруғ юлдуз (кишда кўринади); к и з и л юлдузлар: Орион туркумидаги *Бетельгейзе* ва Савр туркумидаги *Альдебаран* (кишда кўринади), Акраб туркумидаги *Антарес* (*ёзда кўринади*); Аравакаш туркумидаги сарик *Капелла* (кишда кўринади)¹.

Энг ёруғ юлдузларни қадим замонлардаёқ 1-катталикдаги юлдузлар деб, бевосита қараганда кўз зўрға илғайдиган энг хира юлдузларни 6-катталикдаги юлдузлар деб атаганлар. Ана шу қадимий терминология ҳозиргача сақланиб қолган. «Юлдуз катталиги» (у *m* ҳарфи билан белгиланади) термини юлдузларнинг ҳақиқий ўлчамларига ҳеч қандай алоқаси бўлмай, у юлдузлардан Ерга келаётган ёруғлик оқимини характерлайди. Иккита юлдузнинг ўзаро юлдуз катталиклари орасидаги фарқ бирга тенг бўлса, уларнинг кўринма ёруғлиги бир-биридан тахминан 2,5 марта фарқ қилади, деб қабул қилинган. У ҳолда 5 юлдуз катталигига фарқ қилса, равшанлик фарқи роса 100 мартага тўғри келади. Масалан, 1-катталикдаги юлдузлар 6-катталикдаги юлдузлардан 100 марта ёруғ. Ҳозирги замон кузатиш усуллари тахминан 25-юлдуз катталигигача бўлган юлдузларни кўриш имконини бермоқда.

Аниқ ўлчашлар, юлдузлар қаср ва манфий юлдуз катта-

6- расм. Катта Айиқ юлдуз туркуми (қадимги юлдузлар картасидан олинган), унинг ҳозирги замон чегаралари пунктирлар билан кўрсатилган.



¹ Равшан юлдузларнинг номлари IV иловада берилган.

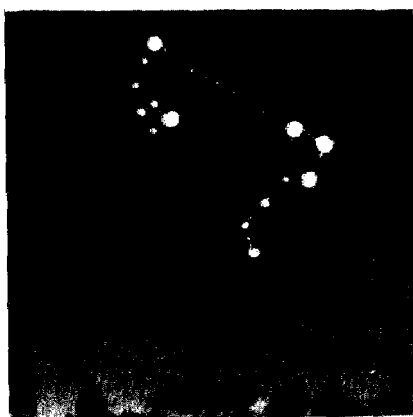
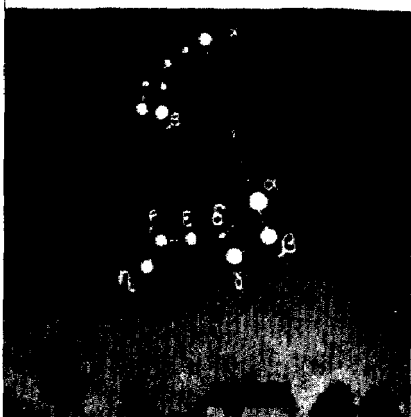
ликларига ҳам эга эканини кўрсатмоқда. Масалан, Альдебаран $m=1,06$, Вега $m=0,14$, Сириус $m=-1,58$, Куюш $m=-26,80$ юлдуз катталигига эга.

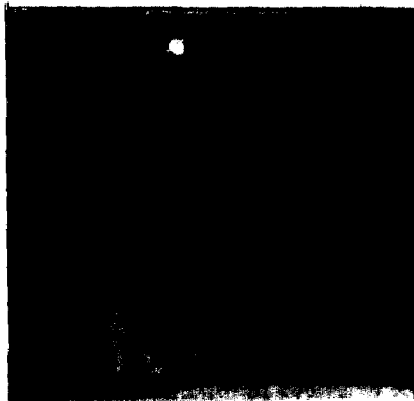
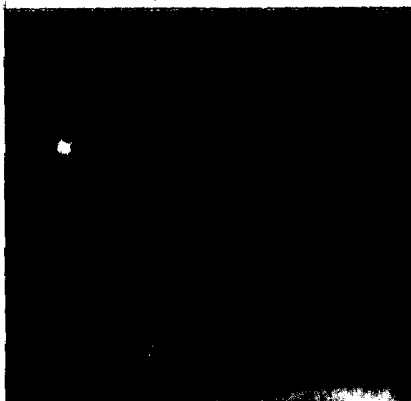
3. ЮЛДУЗЛАРНИНГ СУТКАЛИК КЎРИНМА ҲАРАКАТИ. ОСМОН СФЕРАСИ.

Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши туфайли юлдузлар бизга гўё осмон бўйлаб силжиётганга ўхшайди. Агар Ернинг шимолий ярим шарида горизонтнинг жанубий томонига қараб юлдузларнинг суткалик ҳаракати кузатилса, у ҳолда юлдузларнинг горизонтнинг шарқ томонидан чиқишини, горизонтнинг жанубий томони устида энг баландга кўтарилишини ва ғарбий томонда ботишини, яъни уларнинг чапдан ўнгга қараб, соат стрелкаси ҳаракати бўйлаб силжишини пайқаш мумкин (8- расм). Дикқат билан кузатганда Қутб юлдузининг горизонтга нисбатан ўз вазиятини деярли ўзгартмаслигини сезиш мумкин. Бошқа ҳамма юлдузлар эса Қутб юлдузига яқин бўлган марказ атрофида бир сутка давомида тўла айлана чизади. Бунга қуйидаги тажриба орқали осонгина ишонч ҳосил қилиш мумкин. Объективи «чексизликка» тўғрилланган фотоаппаратни қутб юлдузига қаратиб, уни шу вазиятда маҳкамлаб қўямиз. Ярим ёки бир соат давомида объект заторини тўла очик қолдирамиз. Ана шундай йўл билан олинган фотосуратни очилтирамиз, унда концентрик ёйларни — юлдузлар қолдирган изларни кўрамиз (9- расм). Бу ёйларнинг умумий марказини (бу нукта юлдузларнинг суткалик айланишида қўзғалмай қолади) шартли равишда о л а м н и н г ш и м о л и й к у т б и дейилади. Қутб юлдузи шу марказга жуда яқин (10- расм). Бунга диаметрал қарама-қарши бўлган нукта о л а м н и н г ж а н у б и й к у т б и дейилади. Ернинг шимолий ярим шаридаги кузатувчи учун бу қутб горизонтнинг остида бўлади.

Осмоннинг суткалик айланиши ҳодисасини математик ясаш —

7- расм. Катта ва Кичик Айиқ юлдуз туркумлари ва уларнинг осмоннинг суткалик айланишида горизонтга нисбатан турли вазиятда бўлиши.

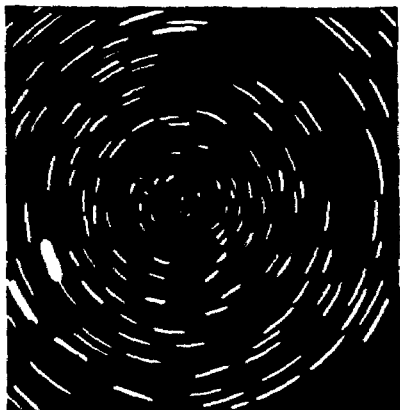




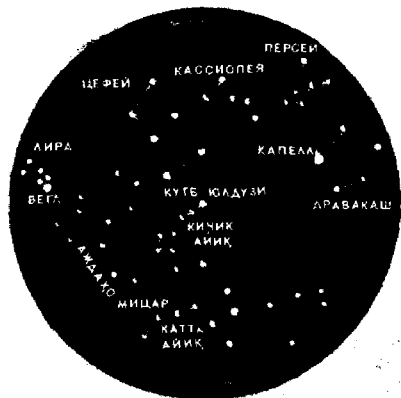
8-расм. Осмоннинг суткалик айланишида унинг шарқ томонидаги юлдузлар ўнгга ва юқорига силжийди.

осмон сфераси, яъни радиуси ихтиёрий олинган ва маркази қузатиш нуқтасида жойлашган фаразий сфера ёрдамида ўрганиш қулай. Бу сфера сиртига ҳамма ёриткичларнинг кўринма вазиятлари туширилади ва ўлчашларни осонлаштириш мақсадида бир қанча нуқталар ва чизиклар ўтказилади (11-расм). Масалан, қузатувчидан ўтадиган тик чизик ZCZ' осмонни зенит Z нуқтасида кеседи. Зенитга диаметрал қарама-қарши жойлашган Z' нуқтани надир дейилади. Тик чизик ZZ' га перпендикуляр бўлган текислик (NESW) горизонт текислиги бўлиб, бу текислик Ер шари сиртини қузатувчи турган нуқтасига (12-расмдаги C нуқтасига) уринма бўлади. Горизонт текислиги осмон

9-расм. Осмоннинг қутбга яқин соҳасининг кўзгалмас камерада бир соат экспозицияда олинган сурати.



10-расм. Қутб юлдузи атрофидаги юлдуз туркумлари.



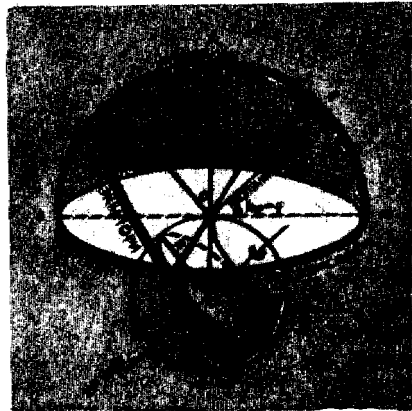
сфераси сиртини иккита: ҳамма нуқталари горизонт устида бўлган *қўринадиган* ва нуқталари горизонт остида жойлашган *қўринмайдиган* ярим сфераларга бўлади.

Оламнинг иккала (P ва P') қутбларини тугаштирувчи ва кузатувчидан (C) ўтувчи осмон сферасининг *қўринма айланиш ўқини* олам ўқи дейилади (11-расм). Олам ўқи исталган кузатувчи учун Ернинг айланиш ўқига ҳамма вақт параллел бўлади (12-расм). Осмоннинг шимолий қутби остидаги горизонтда шимол нуқтаси N бу нуқтага диаметрал қарама-қарши бўлган нуқтада жануб нуқтаси S жойлашади (11- ва 12-расмларга қarang). NCS чизиғи туш чизиғи дейилади (11-расм), чунки тик қилиб ўрнатилган таёкдан туш вақтида горизонтал текисликка тушаётган соя шу чизик бўйлаб йўналган бўлади. (Жойларда туш чизиғини қандай қилиб ўтказиш ва бу чизикка ҳамда Қутб юлдузига қараб горизонтнинг томонларига нисбатан керакли йўналишни аниқлашни сиз V синфда табиий география дарсида ўргангансиз.) Горизонтнинг E шарқ ва W ғарб нуқталари горизонт чизиғида ётади. Улар N шимолий ва S жанубий нуқталардан 90° узоқда бўлади. N нуқтадан, олам қутбларидан, зенит Z дан ва S нуқтадан, кузатувчи C нинг географик меридиани текислиги (12-расмга қarang) билан устма-уст тушадиган, осмон меридиани текислиги ўтади (11-расмга қarang). Ниҳоят, сфера марказидан (C нуқтадан) ўтадиган ва олам ўқига тик бўлган текислик ($QWQ'E$) Ер экватори текислигига параллел бўлган осмон экватори текислигини ҳосил қилади (12-расмга қarang). Осмон экватори осмон сфераси сиртини икки ярим шарга: чўккиси шимолий олам қутбига қараган шимоллий ва чўккиси жанубий олам қутбига қараган жанубий ярим шарларга бўлади.

11-расм. Осмон сферасининг асосий чизиқлари ва нуқталари.



12-расм. Осмон сфераси ва Ер шаридagi чизиқлар ва текисликлар орасидаги муносабат.



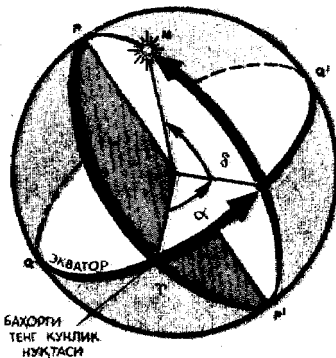
4. ЮЛДУЗ КАРТАЛАРИ ВА ОСМОН КООРДИНАТАЛАРИ. Текисликда юлдуз туркумларини тасвирлайдиган юлдуз картасини тузиш учун юлдузларнинг координаталарини билиш керак. Юлдузларнинг горизонтга нисбатан координаталари, масалан, баландлиги як-қол бўлса-да, лекин карталар тузиш учун ярамайди, чунки улар доимо ўзгариб туради. Координаталарнинг шундай системасини қўллаш керакки, у юлдузлар осмони билан бирга айланадиган бўлсин. Координаталарнинг ана шундай системаси *э к в а т о р и - а л с и с т е м а* дир. Унинг бундай номланишига сабаб, бунда экватор текислиги асосий текислик бўлиб, координаталарни ҳисоблаш шу текисликдан бошланиб ва шу текисликда олиб борилади. Бу системадаги координаталарнинг бири қилиб *ёриткичнинг осмон экваторидан бурчак узоқлиги*, ёриткичнинг *оғиши* δ олинган (13- расм). У экватордан шимолга томон мусбат, жанубга томон манфий ҳисобланади ва $\pm 90^\circ$ оралиғида ўзгаради. Оғиш географик кенгликка ўхшайди.

Иккинчи координата географик узунликка ўхшаш бўлиб, уни *тўғри чиқиш* α дейилади.

Ёриткич M нинг *тўғри чиқиши* *иккита катта доира орасидаги бурчак билан ўлчанади*; бу доиралардан бири оламнинг кутблари ва шу *M* ёриткичдан, иккинчиси эса оламнинг кутблари ва экваторда жойлашган *баҳорги тенг кунлик нуктаси T* дан ўтади (13- расмга қаранг). Баҳорги тенг кунлик нуктаси дейилишига сабаб ҳар йили баҳорда, аниқроғи 20—21 мартда кун тунга тенглашганда Қуёш осмон сферасининг шу нуктасида бўлишидир.

Тўғри чиқиш осмон экватори ёни бўйлаб баҳорги тенг кунлик нуктасидан соат стрелкаси ҳаракатига тескари (шимолий кутбдан қараганда) йўналишида ҳисобланади. У 0° дан 360° гача ўзгаради ва унинг тўғри чиқиш дейилишига сабаб осмон экваторида жой-

13- расм. Экваториал координаталар.



лашган юлдузларнинг тўғри чиқишларининг ортиб бориши тартибида чиқишлари (ва боғишлари)дир. Бу ҳодиса Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши билан боғлиқ бўлгани сабабли тўғри чиқишни градуслар билан эмас, балки вақт бирликлари билан ифодалаш қабул қилинган. 24 соат ичида Ер (бизга, гўё юлдузлар) бир марта 360° айланиб чиқади. Бинобарин, 360° худди 24 соатга мос келади, унда: 15° —1 соат, 1° —4 мин. $15'$ —1 мин, $15''$ —1 с бўлади. Масалан, 6 соат 90° га, 7 соату 18 мин эса $109^\circ 30'$ га тенг.

Юлдузлар карталари, атласлар ва глобуслар, шунингдек ушбу дарсликда берилган ва ҳар йили мактаблар учун чиқариладиган астрономик календарлардаги («Школьный астрономический календарь») карталарда тўғри чиқиш вақт бирликларида кўрсатилади.

1- машқ

1. Юлдуз катталиги нимани кўрсатади?
2. Оламнинг шимолий кутби билан шомол нуқтаси орасида фарқ борми?
3. 9 соат 15 мин 11 с ни градуслар орқали ифодаланг.

1- топшириқ

1. VII иловадан фойдаланиб, юлдузлар осмонининг сурилма картасини йиғиш ва ундан фойдаланиш билан танишинг.
2. IV иловада берилган равшан юлдузлар координаталари рўйхатидан фойдаланиб, юлдузлар картасидан уларнинг баъзиларини топинг.
3. Бир неча равшан юлдузларнинг координаталарини ҳисоблаб топинг ва IV иловадан фойдаланиб, ўзингизни текширинг.

4. АСТРОНОМИК КУЗАТИШЛАР АСОСИДА ГЕОГРАФИК КЕНГЛИКНИ АНИҚЛАШ

1. ОЛАМ ҚУТБИНИНГ ГОРИЗОНТДАН БАЛАНДЛИГИ. 12- расмга қарайлик. Бунда биз олам кутбининг горизонтдан баландлиги $h_p = \angle PCN$, жойнинг географик кенглиги $\varphi = \angle COR$ эканини кўрамиз. Бу икки бурчак ($\angle PCN$ ва $\angle COR$) бир-бирига тенг, чунки улар ўзаро перпендикуляр томонларга эга: $[OC] \perp [CN]$, $[OR] \perp [CP]$. Бурчакларнинг бир-бирига бундай тенг бўлиши жойнинг географик кенглиги φ ни аниқлашнинг оддий усулини беради: *олам кутбининг горизонтдан бурчак баландлиги жойнинг географик кенглигига тенг.* Жойнинг географик кенглигини аниқлаш учун олам кутбининг горизонтдан баландлигини ўлчаш кифоя, чунки:

$$h_p = \varphi.$$

2. ЁРИТКИЧЛАРНИНГ ТУРЛИ ГЕОГРАФИК КЕНГЛИКЛАРДАГИ СУТКАЛИК ҲАРАКАТИ. Энди биз кузатув жойининг географик кенглиги ўзгариши билан осмон сфераси айланиш ўқининг горизонтга нисбатан йўналиши ўзгаришини биламиз. Осмон ёриткичларининг кўринма ҳаракатлари Ернинг Шимолий кутби районларида, экваторида ва ўрта кенгликларида қандай бўлишини қараб чиқамиз.

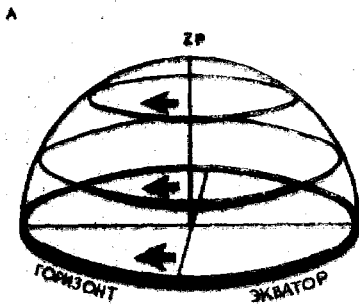
Ернинг кутбида олам кутби зенитда бўлади ва юлдузлар горизонтга параллел бўлган айланалар бўйлаб ҳаракатланади (14- а расм). Бу ерда юлдузлар ботмайди ва чикмайди, уларнинг горизонтдан баландлиги ҳам ўзгармайди.

Ўрта географик кенгликларда чиқадиган ва ботадиган юлдузлар, шунингдек, ҳеч қачон горизонт остига тушмайдиган юлдуз-

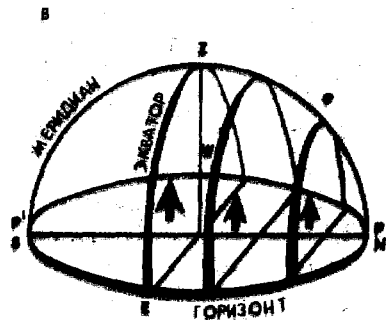
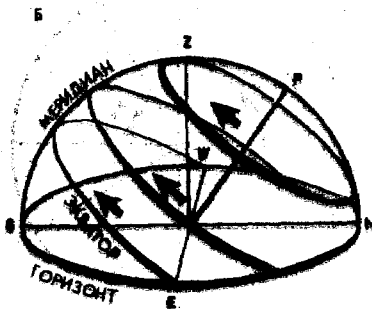
лар бўлади (14- б расм). Масалан, СССР даги географик кенгликларда қутбга яқин юлдуз туркумлари (10- расмга қаранг) ҳеч қачон ботмайди. Оламнинг шимолий қутбидан узокроқда жойлашган юлдуз туркумлари горизонт устида узок бўлмайди. Оламнинг Жанубий қутбига яқин жойлашган юлдуз туркумлари эса *чиқмайдиган* юлдуз туркумларидир.

Кузатувчи жанубга томон қанча яқинлашса, у жанубий юлдуз туркумларини шунча кўп кўради. *Ер экваторида*, агар кундузи Қуёш ҳалакит бермаганда эди, бир суткада осмондаги ҳамма юлдуз туркумларини кўриш мумкин бўлар эди (14- в расм).

Экватордаги кузатувчи учун ҳамма юлдузлар горизонт текислигига тик равишда чиқади ва ботади. Бу ерда ҳар бир юлдуз ўз йўлининг қок ярмини горизонт устида ўтади. Экватордаги кузатувчи учун оламнинг шимолий қутби шимолий нуқта билан, оламнинг жанубий қутби эса жанубий нуқта билан устма-уст тушади. Олам ўқи горизонт текислигида ётади (14- в расмга қаранг).



14- расм. Ериткичларнинг горизонтга нисбатан суткалик ҳаракат йўллари: а— Ернинг қутбида; б— ўрта географик кенгликларда; в— экваторда турган кузатувчига кўриниши.



2- машқ

1. Юлдузлар осмоннинг кўринишига ва айланишига қараб Ернинг шимолий қутбига етиб келганингизни қандай билиш мумкин?
2. Ернинг экваторида турган кузатувчига юлдузларнинг суткалик йўли горизонтга нисбатан қандай жойлашган бўлади? Улар СССРда, яъни ўрта географик кенгликларда кўринадиган юлдузларнинг суткалик йўлларида нима билан фарқ қилади?

2- топшириқ

Сиз яшаётган жойнинг географик кенглигини Қутб юлдузининг баландлигига кўра эклиметр ёрдамида ўлчанг ва уни географик картадан аниқлаб солиштиринг.

3. ЁРИТКИЧЛАРНИНГ КУЛЬМИНАЦИЯ ПАЙТИДАГИ БАЛАНДЛИГИ.

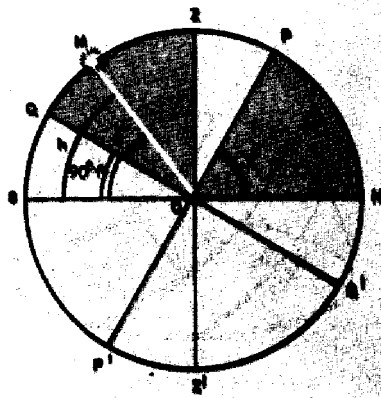
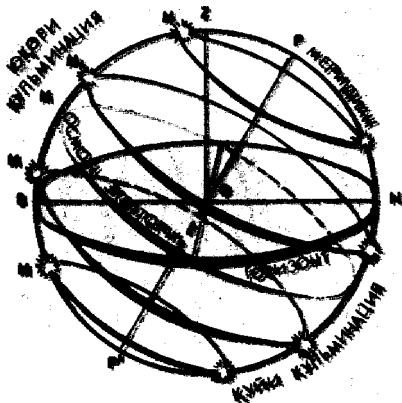
Ернинг ўз ўқи атрофида айланишининг акси бўлган осмоннинг кўринма айланишида олам қутби шу кенгликдаги горизонт устида ўзгармас вазиятни эгаллайди (12-расмга қаранг). Юлдузлар ҳар суткада олам ўқи атрофида горизонт устида экваторга параллел бўлган айланалар чизади. Бунда ҳар бир ёриткич бир суткада осмон меридианини икки марта кесиб ўтади (15-расм).

Ёриткичларнинг осмон меридианидан ўтиш ҳодисалари кульминациялар дейилади. Юқори кульминацияда ёриткичнинг баландлиги энг катта, қуйи кульминацияда энг кичик қийматга эга бўлади. Кульминациялар орасида ўтадиган вақт ярим суткага тенг.

Маълум ϕ географик кенгликда *ботмайдиган* M ёриткичнинг (15-расмга қаранг) иккала кульминацияси горизонт устида кўринадиган, чиқадиган ва ботадиган юлдузларнинг (M_1, M_2, M_3) қуйи кульминацияси горизонт остида, шимолий нукта остида содир

15-расм. Ёриткичларнинг юқори ва пастки кульминациялари.

16-расм. Ёриткичнинг юқори кульминациядаги баландлиги.



бўлади. Осмон экваторидан жанубга томон узоқда жойлашган ёриткич M_4 нинг иккала кульминацияси ҳам кўринмаслиги мумкин (*чиқмайдиган ёриткич*).

Кۈёш марказининг юқори кульминация пайти ҳақиқий туш вақти, қуйи кульминация пайти ҳақиқий ярим кеча дейилади.

Ёриткич M нинг юқори кульминациядаги баландлиги h , унинг оғиши δ ва жойнинг географик кенглиги φ орасидаги ўзаро боғланишни топайлик. Бунинг учун 16-расмдан фойдаланамиз, унда ZZ' вертикал чизиқ, PP' олам ўқи, QQ' осмон экватори ҳамда NS горизонт чизиғининг ($PZSP'N$) осмон меридиани текислиги-га туширилган проекциялари тасвирланган.

Биз, олам қўтбининг горизонтдан баландлиги жойнинг географик кенглигига тенг бўлишини, яъни $h_p = \varphi$ эканини биламиз. Бинобарин, туш вақти чизиғи NS билан олам ўқи PP' орасидаги бурчак жойнинг географик кенглиги φ га тенг, яъни $\angle PON = h_p = \varphi$. Равшанки, осмон экватори текислигининг горизонтга ($\angle QOS$ билан ўлчанадиган) қиялиги $90^\circ - \varphi$ га тенг, чунки томонлари ўзаро перпендикуляр бўлган бурчаклар $\angle QOZ = \angle PON$ (16-расмга қаранг). У ҳолда оғиши δ бўлган ва зенитдан жанубда кульминациядан ўтадиган юлдуз M нинг юқори кульминациядаги баландлиги:

$$h = 90^\circ - \varphi + \delta. \quad (1)$$

Бу формуладан жойнинг географик кенглигини оғиши δ маълум бўлган ёриткичнинг юқори кульминациядаги баландлигини ўлчаб аниқлаш мумкинлиги кўриниб турибди. Бунда шунини ҳисобга олиш керакки, агар ёриткич кульминация пайтида экватордан жануб томонда жойлашган бўлса, унинг оғиши манфий бўлади.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. Сириуснинг (Қатта Итнинг α си, IV иловага қаранг) юқори кульминациядаги баландлиги 10° . Кузатиш жойининг географик кенглиги нимага тенг?

Берилган:	Ечилиши.
$\delta = -17^\circ$	Сириуснинг оғишини IV илоадан топамиз (яхлитланган киймати-ни ёзиб оламиз). Ушбу $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ формуладан $\varphi = 90^\circ - h + \delta$ ни топамиз.
$h = 10^\circ$	
-----	$\varphi = 90^\circ - 10^\circ - 17^\circ = 63^\circ$
$\varphi = ?$	Жавоби: $\varphi = 63^\circ$.

3- машқ

Масалаларни ечишда шаҳарларнинг географик координаталарини географик карталардан ҳисоблаб олиш мумкин.

1. Ленинградда Антареснинг (Ақрабнинг α си, IV иловага қаранг) юқори кульминацияси қандай баландликда бўлади?
2. Сизнинг шаҳарингизда кульминацияси зенитда бўладиган юлдузнинг оғиши нимага тенг? Кульминацияси жануб нуқтасида бўладиган юлдузники-чи?

3. Ёриткичнинг қуйи кульминациядаги баландлиги $h = \varphi + \delta - 90'$ бўлишини исботланг?

4. Юлдуз географик кенглиги φ бўлган жойда ботмайдиган бўлиши учун унинг оғиши қандай шартни қаноатлантириши керак? Чиқмайдиган бўлиши учун-чи?

5. ЭКЛИПТИКА. ҚУЁШ ВА ОЙНИНГ КҮРИНМА ҲАРАКАТИ

Маълум бир жойда ҳар бир юлдуз доим горизонтдан бир хил баландликда кульминацияда бўлади, чунки унинг олам кутбидан ва осмон экваторидан бурчак масофаси ўзгармайди. Қуёш ва Ой эса кульминацияда бўладиган баландликларини ўзгартириб туради. Бундан уларнинг юлдузларга нисбатан вазиятлари (оғиши) ўзгаради, деган хулоса чиқариш мумкин. Биз Ернинг Қуёш атрофида ва Ойнинг Ер атрофида ҳаракат қилишини биламиз. Бунинг натижасида Қуёш ва Ойнинг осмондаги вазиятлари қандай ўзгариб боришини кўрайлик.

Агар аниқ юрадиган соат ёрдамида Қуёш ва юлдузларнинг юқори кульминациялари орасида ўтган вақт белгилаб борилса, у ҳолда юлдузларнинг иккита кетма-кет кульминациялари орасидаги вақт Қуёш кульминациялари орасидаги вақтдан *тўрт минут қисқалигига* ишонч ҳосил қилиш мумкин. Бу қуйидагича изоҳланади: Ер ўз ўқи атрофида бир марта айланиб чиқишига кетган вақт (сутка) ичида у Қуёш атрофида ўз йўлининг тахминан $1/365$ қисмини ўтади. Бизга эса Қуёш юлдузларга нисбатан шарққа томон, яъни осмоннинг суткалик айланишига қарама-қарши томонга силжиётгандек бўлиб туюлади. Бундай силжиш тахминан 1° га тенг. Осмон сфераси ана шундай бурчакка бурилиши учун яна 4 мин, яъни Қуёш кульминациясининг «кечкиши» учун кетадиган вақтга тенг вақт керак бўлади. Шундай қилиб, Ернинг орбита бўйлаб қиладиган ҳаракати натижасида Қуёш осмонда юлдузларга нисбатан силжиб, бир йилда эклиптика дейиладиган катта айлана чизади (18- расм).

Ой осмон айланишига қарши йўналишда бир ойда бир марта тўла айланиб чиқади, шунинг учун у бир суткада 1° га эмас, балки тахминан 13° га силжиб, унинг кульминациялари ҳар суткада 4 минутга эмас, балки 50 минутга кечикади.

Қуёшнинг туш вақтидаги баландлигини аниқлаб бориш унинг осмон экваторидаги *тенг кунлик нуқталари* деб аталадиган нуқталарда йилига икки марта бўлишини кўрсатди. Бу *бахорги* ва *кузги тенг кунлик* пайтларида (21 март ва 23 сентябрь атрофида) содир бўлади. Бунда горизонт текислиги осмон экваторини тенг иккига бўлади (17- расм). Шунинг учун тенг кунлик пайтларда Қуёшнинг горизонт устидаги ва остидаги йўллари бир-бирига тенг, бинобарин, кун билан туннинг узунлиги ўзаро тенг бўлади.

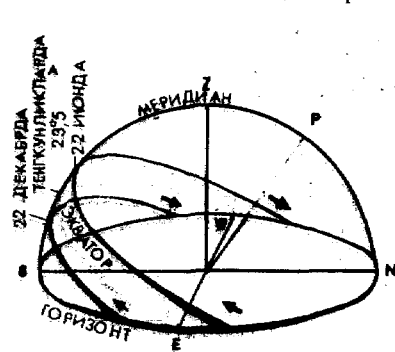


Қуёшнинг тенг кунлик пайтлардаги оғиши қандай бўлади?

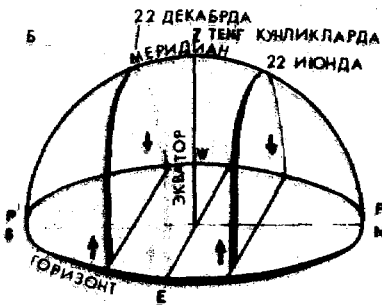
Эклиптика бўйлаб ҳаракатланаётган Қуёш 22 июнда осмон экваторидан оламнинг шимолий кутби томон энг узоқ вазиятда ($23^{\circ}27'$ га тенг масофада) бўлади. Туш вақтида у, Ернинг шимолий ярим шарига, горизонтдан энг баландда бўлади. Шунда кун энг узайган пайт (22 июнь) бўлиб, уни *ёзги қуёш туриши кун* дейилади.

Эклиптика текислиги осмон экваторининг катта айланаси текислигини $23^{\circ}27'$ бурчак остида кесиб ўтади. Қуёш 22 декабрь қишки қуёш туриши кун

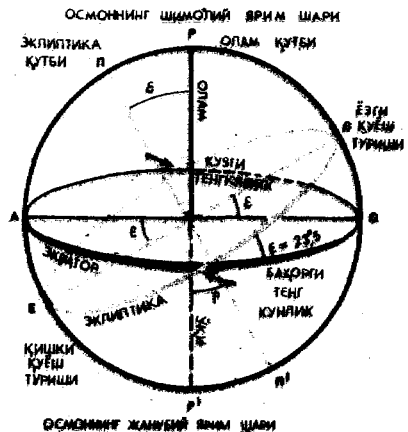
эса экватордан шунча градус пастда бўлади (17- ва 18- расмларга қаранг). Шундай қилиб, шу кун



17- расм. Йилнинг турли вақтларида Қуёшнинг горизонт устидаги суткалик йўли: а— ўрта географик кенгликларда; б— Ернинг экваторида.



18- расм. Эклиптика ва осмон экватори.



ши» ҳодисаларини (қишда табиатнинг ўлиши, унинг баҳорда тирилиши ва шунга ўхшашларни) баён этадиган афсоналарни келтириб чикарди.

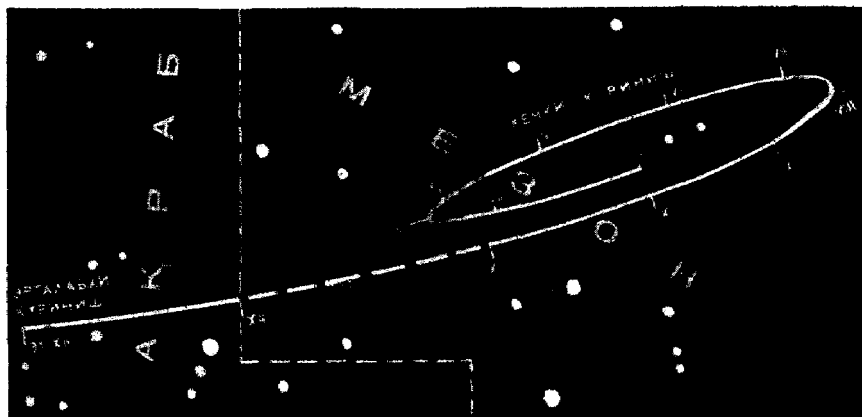
Қуёшнинг йиллик кўринма йўли зодиакаль (грекча *зоон* — хайвон сўзидан олинган) юлдуз туркумлари деб аталадиган 12 юлдуз туркумидан ўтади ва бу юлдуз туркумлари тўплами зодиак пояси дейилади. Бунга қуйидаги юлдуз туркумлари киради: *Хут, Ҳамал, Савр, Жавзо, Саратон, Асад, Сунбула, Мезон, Акраб, Қавс, Жадди, Довл*. Ҳар бир зодиакал юлдуз туркумида Қуёш тахминан бир ой бўлади. Баҳорги тенг кунлик нуқтаси Υ (эклиптиканинг осмон экватори билан кесилган икки нуқтасидан бири) Хут юлдуз туркумида жойлашган.

Ярим кечада, Қуёш проекцияланган юлдуз туркумига диаметрал қарама-қарши жойлашган зодиакаль юлдуз туркуми юқори кульминациядан ўтиши тушунарлидир. Масалан, март ойида Қуёш Хут юлдуз туркумида бўлганда Сунбула юлдуз туркуми эса ярим кечада кульминацияда бўлади.

Шундай қилиб, биз Ойнинг Ер атрофидаги кўринма ҳаракати ва атрофида (Ер айланадиган) Қуёшнинг кўринма ҳаракати деярли бирдай кузатилишига ва рўй беришига иқрор бўлдик. Фақат шу кузатувларгагина асосланиб Қуёш Ер атрофида ёки Ер Қуёш атрофида ҳаракатланади, деб бўлмайди.

Юлдузлар осмонида планеталар янада мураккаб тарзда силжиб боради. Улар гоҳ бир томонга, гоҳ иккинчи томонга, баъзида секин-аста сиртмоқ ясаб ҳаракатланади (19- расм). Бу уларнинг ҳақиқий ҳаракатларини Ер ҳаракати билан «қўшилиши»дан келиб чиқади. Юлдузлар осмонида планеталар (қадимги грекча «адашган» сўзидан олинган) худди Ой ва Қуёш каби, турғун вазиятга эга эмас. Шу сабабли юлдузлар осмони картасида Қуёш, Ой ва планеталарнинг вазиятларини фақат маълум пайт учунгина кўрсатиш мумкин.

19- расм. Планетанинг осмонда бир йилда ўтадиган кўринма йўлига мисол.



МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. Куёшнинг Архангельскда ва Ашхободда ёзги ва қишки қуёш туриши кунларида туш вақтидаги баландлигини аниқланг.

Берилган:

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= 65^\circ \\ \varphi_2 &= 38^\circ \\ \delta_{\text{ё}} &= 23,5^\circ \\ \delta_{\text{к}} &= -23,5^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll} h_{1\text{ё}} - ? & h_{2\text{ё}} - ? \\ h_{1\text{к}} - ? & h_{2\text{к}} - ? \end{array}$$

Ечилиши.

Архангельск (φ_1) ва Ашхободнинг (φ_2) кенгликларини географик картадан тақрибан топамиз. Куёшнинг ёзги ($\delta_{\text{ё}}$) ва қишки ($\delta_{\text{к}}$) Куёш туриши кунларидаги оғиши маълум.

Ушбу $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ формуладан:

$$\begin{array}{ll} h_{1\text{ё}} = 48,5^\circ & h_{1\text{к}} = 1,5^\circ \\ h_{2\text{ё}} = 75,5^\circ & h_{2\text{к}} = 28,5^\circ \end{array}$$

Ҳар бир шаҳар учун қуёш туриши кунларида Куёшнинг туш вақтидаги баландликлари фарқи билан унинг шу кунлардаги оғишлари орасидаги фарқлар ўзаро қандай боғлиқ эканига аҳамият беринг.

Куёшнинг маълум бир кун учун бу икки шаҳардаги баландлиги орасидаги фарқни шу шаҳарларнинг географик кенгликлари орасидаги фарқ билан солиштиринг. Хулоса чиқаринг.

Агар Куёшнинг бирон-бир шаҳардаги ёзги қуёш туриши кунларидаги баландлиги маълум бўлса, унинг бошқа шаҳардаги баландлигини қандай ҳисоблаш мумкин?

4- машқ

1. Қуёш қайси географик кенгликда ёзги қуёш туриши кунни зенитда кульминациядан ўтади?
2. Ер экваторидаги кузатувчи учун Қуёш йилнинг қайси кунларида зенитда бўлади?
3. Қишки қуёш туриш кунни Куёшнинг кульминацияси жанубий нуқтада содир бўладиган жойнинг географик кенглигини топинг.

3- топшириқ

1. Юлдузлар картасидан 12 та зодиак юлдуз туркумларини топинг. Юлдузлар осмонининг сурилма картасидан фойдаланиб, улардан қайсилари кузатиш ўтказиладиган кечада горизонт устида кўринишини аниқланг.
2. «Мақтаб астрономик календаридан планеталарнинг берилган вақтдаги координаталарини топинг ва картадан уларнинг қайси юлдуз туркумдалигини аниқланг. Уларни кечқурун осмондан топинг.

ОЙНИНГ ҲАРАКАТИ. ҚУЁШ ВА ОЙ ТУТИЛИШЛАРИ

1. ОЙ ФАЗАЛАРИ. Ер ўз ўқи атрофида қайси томонга қараб айланса, Ой ҳам Ер атрофида шу томонга қараб айланади. Биз, Ойнинг юлдузларга нисбатан осмоннинг айланишига қарама-қарши йўналишдаги кўринма силжиши Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракати аксидан иборат эканини биламиз. Ҳар суткада Ой юлдузларга нисбатан шарққа томон тахминан 13° га силжиб 27,3 суткадан сўнг у, осмонда тўла айлана қизиб, яна ўша юлдузлар ёнига қайтади.

Ойнинг Ер атрофида юлдузларга нисбатан (инерциал санок системасида) айланиш даври юлдуз ёки сидерик (латинча sidus — юлдуз сўзидан) ой дейилади. Юлдуз оyi 27,3 суткага тенг.

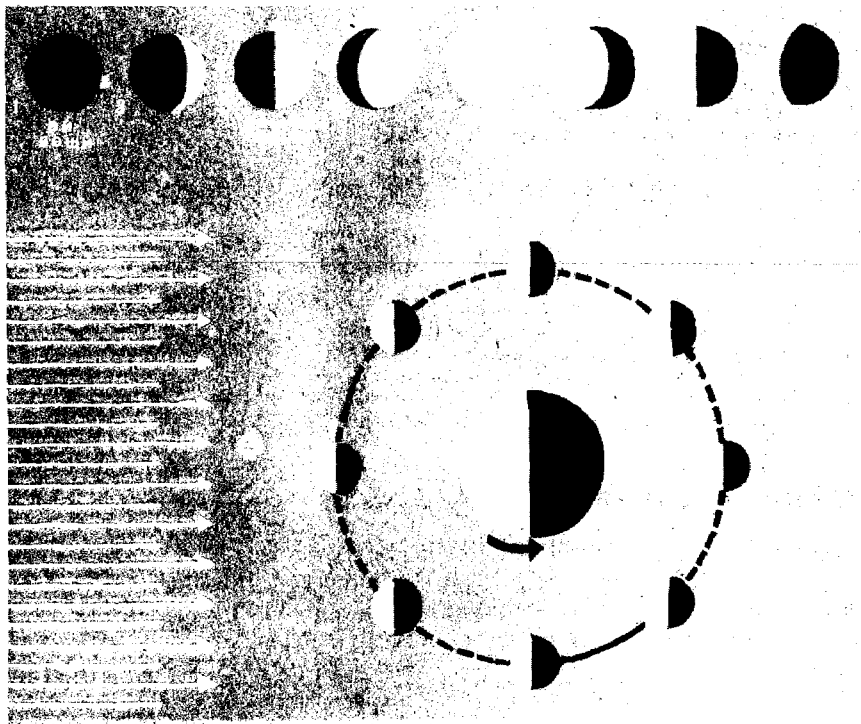
Ойнинг кўринма ҳаракати унинг шакли — *фазаларининг алмашиши* узлуксиз ўзгариб бориши билан бирга ўтади. Бу, Қуёш томонидан ёритилиб турадиган Ойнинг Қуёш ва Ерга нисбатан турли вазиятда бўлишидан келиб чиқади. Ой фазаларининг алмашишини тушунтирувчи схема 20- расмда кўрсатилган.

Ой бизга ингичка ўрок шаклида кўринганда Ой дискининг қолган қисми ҳам бир оз нур сочиб туради. Бу *қулранг ёруғлик* ходисаси бўлиб, Ойнинг тунги томонини Ердан қайтган Қуёш нурлари билан ёритиши оқибатидир.

Ойнинг иккита кетма-кет ва бир хил фазалари орасида ўтган вақтга синодик (грекча synodos — бирлашиш сўзидан) ой дейилади; бу Ойнинг Ер атрофида Қуёшга нисбатан айланиш даври бўлиб, кузатишларга мувофиқ, у 29,5 суткага тенг.

Шундай қилиб, синодик ой сидерик ойдан узун экан. Буни, ойнинг бир хил фазалари учун Ер ва Қуёшга нисбатан бир хил

20- расм. Ой фазаларининг ўзгариши (Қуёш нурлари чапдан тушмоқда, юқорида Ой фазаларининг Ердан кўриниши тасвирланган).



вазиятларида содир бўлишини билгач, осонгина тушуниш мумкин. 21- расмда Ер T ва Ой L нинг ўзаро вазиятлари янги ой пайти учун кўрсатилган. Ой L Ер атрофида тўла айланиб чиқиб, 27,3 суткадан сўнг юлдузларга нисбатан ўзининг олдинги вазиятига қайтади. Шу вақт ичида Ер T Ой билан бирга Қуёшга нисбатан ўз орбитаси бўйлаб деярли 27° га тенг бўлган TT_1 ёйни ўтади, чунки Ер ҳар суткада тахминан 1° га силжийди. Ой L_1 нинг Қуёш S ва Ер T_1 га нисбатан олдинги вазиятига қайтиши (янги Ой туғилиши) учун яна 2 сутка керак бўлади. Ҳақиқатан, Ой бир суткада $360^\circ:27,3 \text{ сут} = 13^\circ/\text{сут}$ га силжийди, у 27° га тенг бўлган ёйни ўтиши учун унга $27^\circ:13^\circ/\text{сут} = 2$ сутка керак бўлади. Ҳақиқатан ҳам, Ойнинг синодик оyi тахминан 29,5 Ер суткасига тенг.

Биз ҳамма вақт Ойнинг фақат битта ярим шарини кўрамиз. Буни баъзида гўё Ой ўз ўқи атрофида айланмайди деб қаралади. Аслида буни Ойнинг ўз ўқи атрофида айланиш даврининг унинг Ер атрофида айланиш даврига тенглиги билан тушунтирилади.

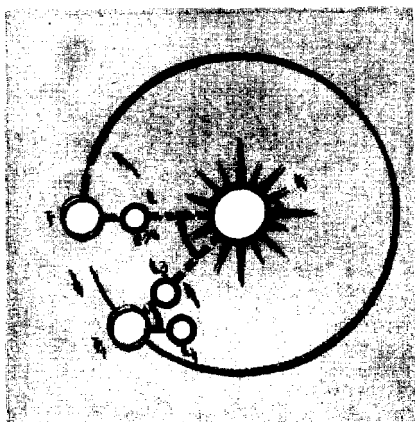


Буни текшириш учун бирор нарсани ўз атрофингизда шундай айлантирингки, унинг ўз ўқи атрофида айланиш даври сизнинг атрофингизда айланиш даврига тенг бўлсин.

Ой ўз ўқи атрофида айланишида Қуёш томон ўзининг турли томонларини кетма-кет ўгириб боради. Янобарин, Ойда кун ва тун алмашиши юз беради ва Қуёш суткаси синодик даврга (унинг Қуёшга нисбатан айланишига) тенг бўлади. Шундай қилиб, Ойдаги куннинг узунлиги Ердаги икки ҳафтага ва бизнинг икки ҳафтамиз Ойдаги битта тунга тўғри келади.

Ер фазалари билан Ой фазаларининг ўзаро карама-қарши бўлишини тушуниш қийин эмас. Ой деярли тўлганда Ойдан Ер ингичка ўроқ шаклида кўринади. 42- расмда Ой горизонтнинг бир қисми билан шу горизонт устида кўринаётган Ернинг ёруғлик тушиб турган қисмининг фотосурати тасвирланган.

21- расм. Юлдуз оyi билан синодик ой орасидаги фарқ.



5- машқ

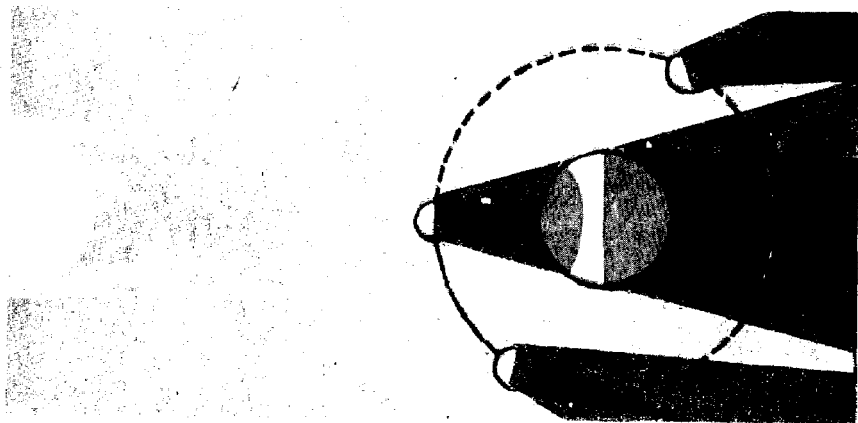
1. Ўроқ шаклидаги Ойнинг қақариқ томони кечқурун ўнгга қараган ва горизонтга яқин. У горизонтнинг қайси томонида жойлашган?
2. Бугун ярим кечада Ой юқори кульминацияда бўлган. Ойнинг навбатдаги юқори кульминацияси қачон бўлади?
3. Юлдузлар Ойда қанча вақт ўтгандан кейин қайта кульминацияда бўлади?

2. ОЙ ВА ҚУЁШ ТУТИЛИШЛАРИ. Қуёш ёритган Ер ва Ой (22- расм) ўзидан конус шаклидаги (йиғилувчи) соялар ва конус шаклидаги (тарқалувчи) ярим соялар ташлайди. *Ернинг соясига Ой бутунлай ёки қисман кирганда Ойнинг тўла ёки қисман тутилиши* содир бўлади. Бу Ердан бир вақтнинг ўзида ой горизонтнинг устида кўринаётган ҳамма жойларда кўринади. Ойнинг тўла тутилиш фазаси то Ой Ер соясидан чиқа бошлагунича давом этади ва 1 соат-у 40 минут давом этиши мумкин. Қуёш нурлари Ер атмосферасида синиб, Ер соясининг конусига тушади. Бунда атмосфера ҳаво ранг ва унга қўшни бўлган нурларни (40- расмга қаранг) жуда кўп ютиб, конуснинг ичига эса асосан ўзида кам ютиладиган қизил нурларни ўтказидади. Мана шунинг учун Ой тутилишининг тўла фазасида бутунлай ғойиб бўлмай, қизғиш тусга қиради. Қадим замонларда Ой тутилиши офат аломати, «Ой қонга беланмоқда» деб, ундан кўрққанлар, Ой тутилиши бир йилда уч мартагача бўлиши мумкин, бу тутилишларнинг оралиғи ярим йилга яқин бўлади ва албатта, фақат тўлиной пайтларида юз беради.

Қуёшнинг тўла тутилиши фақат Ерга Ойнинг доғ шаклидаги сояси тушган жойлардагина кузатилади. Доғнинг диаметри 250 км дан ошмайди, шунинг учун Қуёшнинг тўла тутилиши бир вақтнинг ўзида Ернинг фақат кичик қисмидагина кўринади. Ой ўз орбитаси бўйлаб силжиганида, унинг сояси Ерга ғарбдан шарққа томон ҳаракатланиб, тўла тутилишнинг тор соҳасини (тасмани) кетма-кет қизириб боради (23- расм).

Ерга Ойнинг ярим сояси тушган жойларда Қуёшнинг қисман тутилиши кузатилади (24- расм). Ердан Ойгача ва Қуёшгача бўлган масофаларнинг бир оз ўзгариб туриши натижасида Ойнинг кўринма диаметри Қуёшниқидан гоҳ бир оз катта, гоҳ бир оз кичик, гоҳ унга тенг бўлади. Қуёшнинг тўла тутилиши биринчи ҳолда 7 мин 40 с гача давом этади, учинчи ҳолда — фақат бир онда

22- расм. Ой ва Қуёш тутилишининг схемаси (расмда масштаб сақланмаган).



ўтади, иккинчи ҳолда эса Ой Куёшни бутунлай қопламайди, ҳалқасимон тугилиш кузатилади. Бунда Ойнинг қора гардиши теварагида Куёш гардишининг чарақлаган ҳалқаси кўринади.

Ер ва Ойнинг ҳаракат конунларини аниқ билишга асосланиб, тугилишлар қачон ва қаерда, қандай кўринишда ўтишлари юз йилларгача олдиндан ҳисобланган. Шундай карталар тузилганки, уларда тўла тугилиш соҳалари, тугилиш бир хил фазада кўринадиган жойлардан ўтказилган чизиклар (изофазалар), ҳар бир жой учун тугилишнинг бошланиш пайтини, охирини ва ўртасини уларга қараб ҳисоблаш мумкин бўлган чизиклар кўрсатилган.

Бир йилда Куёш Ердаги кузатувчи учун икки мартадан беш мартагача тугилиши мумкин; охири ҳолда албатта қисман тугилишлар юз беради. Ўрта ҳисобда тўла тугилиш бир жойнинг худди ўзида 200—300 йилда фақат бир марта кўринади.

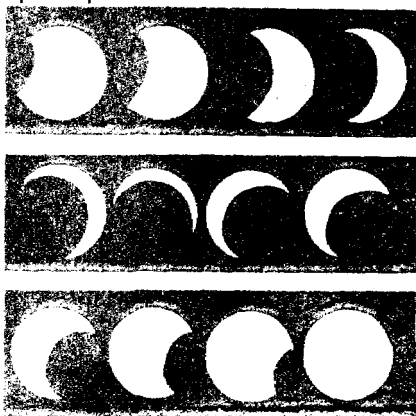
Куёшнинг тўла тугилиши фан учун катта аҳамиятга эга, бундай тугилишлар илгарилар нодон кишиларни хурофот даҳшатига солган. Куёшнинг тўла тугилишларини уруш ёки охираат хабарчилари деб ўйлаганлар.

Астрономлар Куёшнинг (тутилишлари содир бўлмаган вақтларда бевосита кўринмайдиган) сийраклашган ташқи қатламини тугилишнинг бир неча секунд, баъзан бир минут давом этадиган тўла фазаси пайтида ўрганиш учун тўла тугилиш кўринадиган жойларга экспедициялар уюштирадилар. Куёш тўла тугилганда осмон қоронғилашади, горизонт бўйлаб яллиғ ҳалқа нур сочиб туради — бу қисман тугилиш бўлаётган жойлардаги Куёш нурларининг атмосферани ёритиши натижасидир. Куёшнинг қора гардиши атрофида Куёш тожи деб аталадиган гавҳар нурлар узокларга ёйилган бўлади (69- расмга қаранг).

23- расм. Ой соясининг Ер юзиде сил- жиши.



24- расм. Куёш қисман тугилгандаги фазалар кетма-кетлиги.



Агар Ой орбитаси текислиги эклиптика текислиги билан устма-уст тушганда эди, ҳар янги ой пайтида Қуёш тутилиши, ҳар тўлиной пайтида эса Ой тутилиши содир бўларди. Бирок Ой орбитаси текислиги эклиптика текислигини $5^{\circ}9'$ бурчак остида кесади. Шунинг учун Ой, одатда, эклиптика текислигидан шимол-роқдан ёки жануброқдан ўтади ва тутилиш содир бўлмайди. Бир йилда фақат бир-биридан ярим йилга фарқ қиладиган икки давр ичида, яъни Ойнинг тўлиной ва янгиой вақтида эклиптика яқинида бўлган вақтларда тутилиш юз бериши мумкин.

Ой орбитаси текислиги фазода айланади (бу Ойнинг ҳаракатидаги чекинишлардан бири бўлиб, уни Қуёшнинг тортиш кучи келтириб чиқаради)¹ ва 18 йилда бир марта тўла айланиб чиқади. Шунинг учун юз бериши мумкин бўлган тутилишларнинг даврлари ҳар йили кундан-кунга силжиб боради. Қадимги замон олимлари ана шу 18 йиллик давр билан боғлиқ бўлган тутилишлардаги такрорланишни пайқаганлар ва улар шунга асосланиб тутилишларнинг вақтини жуда аниқ бўлмаса-да, олдиндан айтиб бера олганлар. Ҳозирги вақтда тутилишларнинг пайтини ҳисоблаб чиқишдаги хато 1 с дан камдир.

Бўладиган тутилишлар ва уларнинг кўриниш шароитлари ҳақидаги маълумотлар «Мактаб астрономик календари»да берилади.

6-машқ

1. Кеча тўлиной кўринган. Эртага Қуёш тутилиши мумкинми? Бир ҳафтадан кейинчи?
2. Индинга Қуёш тутилади. Бугун ойдin кеча бўладими?
3. Шимолий қутбда Қуёш тутилишини 15 ноябрда кузатиш мумкинми? 15 апрелда-чи? Жавобни тушунтиринг.
4. Шимолий қутбда июнда содир бўладиган Ой тутилишларини кўриш мумкинми?
5. Ойнинг тутилгандаги фазасини унинг оддий бир фазасидан қандай ажратиш мумкин?
6. Ойда кузатиладиган Қуёш тутилишларининг давомийлиги бу ҳодисаларнинг Ерда кузатилиши давомийлигидан қандай фарқланади?

7. ВАҚТ ВА КАЛЕНДАРЬ

1. АНИҚ ВАҚТ ВА ГЕОГРАФИК УЗУНЛИКНИ АНИҚЛАШ. Астрономияда қисқа вақт оралиқларини ўлчашда *Қуёш суткаларининг ўртача узунлиги*, яъни *Қуёш марказининг иккита кетма-кет юқори (ёки қуйи) кульминациялари оралиғида ўтган ўртача вақт* асосий birlik ҳисобланади. Ўртача қийматни олишдан мақсад йил давомида бундай икки кульминация оралиғида ўтадиган вақт бир оз ўзгариб туради. Бу, Ернинг Қуёш атрофида айлана бўйлаб эмас, балки эллипс бўйлаб ҳаракатланиши ва бунинг натижасида

¹ Чекинишлар ҳақида кейинроқ баён этилади (13-§, 2-пунктга қarang).

унинг ҳаракат тезлигининг бир оз ўзгариб туриши билан боғлиқдир. Бу, Қуёшнинг йил давомида эклиптика бўйлаб қиладиган кўринма ҳаракатидаги кичик нотекисликларни келтириб чиқаради.

Қуёш марказининг юқори кульминациядаги пайти *ҳақиқий туш вақти* деб аталишини биз юқорида айтиб ўтган эдик. Бирок соатларни текшириш, аниқ вақтни белгилаш учун уларга қараб, албатта, Қуёшнинг кульминация пайтини белгилашга ҳеч зарурият йўқ. Юлдузларнинг кульминация пайтини белгилаш аниқроқ ва қулайроқ бўлади, чунки исталган юлдузнинг ва Қуёшнинг кульминациялари пайтларининг фарқи исталган вақт учун белгиланган. Шунинг учун аниқ вақтни аниқлашда юлдузларнинг кульминация пайтлари махсус оптик асбоблар ёрдамида белгиланади ва вақтни «сақлайдиган» соатларнинг юриши уларга қараб текшириб борилади. Бундай йўл билан аниқланган вақт, кузатиладиган осмон гумбазининг айланиши аниқ бир ўзгармас бурчак тезликка эга бўлганда, абсолют аниқликка эга бўлган бўлар эди. Бирок, Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши тезлиги, бинобарин, осмон сферасининг кўринма айланиши ҳам вақт ўтиши билан жуда оз бўлса-да ўзгариб боради. Шунинг учун ҳозир аниқ вақтни «сақлаш» мақсадида махсус атом соатларидан фойдаланилади; атом соатларининг юриши атом ичидаги ўзгармас частоталар келтириб чиқарилган тебранма процессларга қараб текширилади. Атом соатларига ва юлдузларнинг кўринма ҳаракатига қараб аниқланадиган вақтни ўзаро солиштириш, Ернинг ўз ўқи атрофида айланишидаги нотекисликни текшириш имконини беради.

Аниқ вақтни белгилаш, уни сақлаш ва радио орқали бутун халққа эшиттириб туриш жуда кўп мамлакатларда мавжуд бўлган *аниқ вақт хизмати* вазифасидир.

Аниқ вақт сигналларини денгиз ва ҳаво флотининг штурманлари ва аниқ вақтни билиш зарур бўлган жуда кўп илмий ҳамда ишлаб чиқариш ташкилотлари радио орқали қабул қилади. Аниқ вақтни билиш, хусусан, турли жойларнинг географик узунликларини аниқлашда ҳам зарурдир.

Сизга СССР табiiй географияси курсидан маҳаллий, пояс ва декрет вақтларини ҳисоблаш тушунчалари ва шунингдек, иккита пунктнинг географик узунликлари фарқини шу пунктлардаги маҳаллий вақтлар фарқига қараб аниқланиши маълум. Бу масала юлдузларнинг кульминация пайтини кузатишга асосланган астрономик усуллар ёрдамида ҳал қилинади. Ер сиртининг картографиясини тузиш алоҳида пунктларнинг аниқ координаталарини аниқлашга асосланб олиб борилади.

2. КАЛЕНДАРЬ. Катта вақт оралиқларини ҳисоблашда одамлар қадим замонлардан бошлаб ё Ой ойининг давомийлигидан ёки Қуёш йили, яъни Қуёшнинг эклиптика бўйлаб тўла айланиши учун кетган вақтдан фойдаланиб келганлар. Йил фасллари ўзгари-

шининг даврини аниқлаб беради. Қуёш йили 365 кунли суткалик 5 соат 48 минут ва 48 секундга тенг. Қуёш йили на суткалар ва на Ой ойлари давомийлигига (тахминан 29,5 суткалик даврга эга бўлган Ой фазаларининг даврига) ўлчовдошдир. Бу эса оддий ва қулай календарларни тузишда кийинчилик туғдиради. Инсониятнинг кўп асрли тарихида турли системадаги жуда кўп календарлар тузилган ва улардан фойдаланилган. Лекин уларнинг ҳаммаси уч турга: Қуёш, Ой ва Ой-Қуёш календарларига бўлиш мумкин. Қадимги Мисрда ишлатилган Қуёш календари содда ва қулай бўлган.

Календарни тузишда календарь йилининг давомийлиги иложи борича Қуёшнинг эклиптика бўйлаб тўла айланиши давомийлигига яқин бўлишини ва календарь йилидаги Қуёш суткаларининг сопи албатта бутун бўлишини (чунки янги йилни сутканинг ҳар хил соатидан бошлаш ноқулай) ҳисобга олиш зарур.

Шундай шартларни қониқтирадиган календарь александриялик астроном Созиген томонидан ишлаб чиқилган ва бизнинг эрамыздан аввалги 46 йилда Римда Юлий Цезарь томонидан жорий этилган. Кейинчалик бу *юлиан ёки эски стилдаги календарь* деган ном олганлиги сизга табиий география курсидан маълум. Бу календарда кетма-кет уч йил 365 суткадан иборат бўлиб, уларни оддий йиллар, улардан кейинги (ҳар тўртинчиси), 366 суткалик йилни эса Кабиса йили дейилади. Юлиан календаридида номерлари 4 га қолдиқсиз бўлинадиган йиллар кабиса йиллар ҳисобланади.

Бу календарь бўйича йилнинг ўртача давомийлиги 365 сутка 6 соатга тенг, яъни у ҳақиқий ўртача йил давомийлигидан 11 минут узун. Шу сабабли эски стиль вақтнинг ҳақиқий ўтишига нисбатан ҳар 400 йилда тахминан 3 сутка орқада қолган.

Ҳозир дунёдаги кўп мамлакатларда григориан календари деб аталадиган қуёш календари қабул қилинган.

СССРда 1918 йилда ва кўпчилик мамлакатларда бундан ҳам илгари жорий этилган *григориан* календаридида (*янги стилда*) икки та ноль билан тугайдиган (1600, 2000, 2400 ва шунга ўхшаш юзлар хонаси 4 га қолдиқсиз бўлинадиган йиллардан ташқари) йиллар кабиса йил ҳисобланмайди. 400 йилда йиғилиб қоладиган 3 сутка хато шу йўл билан тўғриланади. Шундай қилиб, янги стиль билан олинган йилнинг ўртача давомийлиги Ернинг Қуёш атрофида айланиш даврига жуда яқин экан.

XX аср бошларида янги ва эски (юлиан) стиллар орасидаги фарқ 13 суткага етди. Бизнинг мамлакатимизда янги стиль 1918 йилдагина жорий этилган бўлганлиги сабабли, 1917 йил 25 октябрда (эски стиль бўйича) ғалаба қозонган Октябрь революцияси кунини 7 ноябрда (янги стиль бўйича) нишонланади.

Эски ва янги стиллар орасидаги 13 суткалик фарқ XXI асрда ҳам сақланиб қолади, XXII асрда эса у 14 суткага етади.

Янги стиль календари албатта, жуда аниқ эмас, лекин шунга қарамай, бундаги хатолик 3300 йилда атиги 1 суткага етади.

ОСМОН ЖИСМЛАРИНИНГ ҲАРАКАТИ



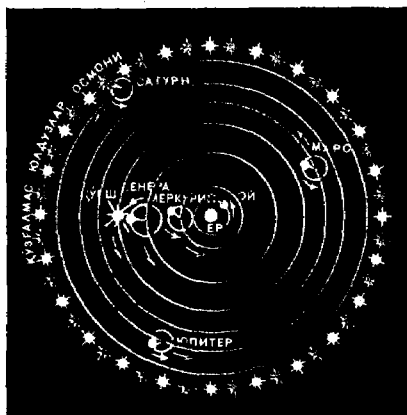
8. ИЛМИЙ ДУНЁҚАРАШ УЧУН КУРАШ

Кузатиладиган осмон ҳодисаларини тўғри тушуниш асрлар оша вужудга келди. Сиз, астрономия куртакларининг қадимги Миср ва Хитойда пайдо бўлганини, қадимги грек олимларининг кейинги ютуқларини, қохинларнинг кузатишлари ва уларнинг табиат ҳақидаги нотўғри тасаввурларини, қохинлар билимларини фақат ўз фойдаларига ишлатиб келганликларини биласиз. Яна қохинлар астрологияни, яъни планеталарнинг кишилар ва халқлар характериға ҳамда тақдирига таъсири ва ёриткичларнинг вазиятларига қараб тақдирни гўё олдиндан айтиб бериш мумкинлиги ҳақидаги сохта таълимотни яратдилар.

Эрамининг II асрида қадимги грек олими *Клавдий Птолемей* ишлаб чиққан оламнинг геоцентрик системаси ҳам сизга маълум. У оламнинг марказига атрофида ҳамма ёриткичлар айланадиган шарсимон, кўзгалмас Ерни «жойлаштирди» (25- расм). Птолемей планеталарнинг сиртмоқсимон кўринма ҳаракатини иккита текис айлана ҳаракатининг (маркази Ер атрофидаги катта айлана бўйлаб ҳаракат қилаётган планетанинг кичик айлана бўйлаб ҳаракатининг) қўшилиши билан тушунтирди. Бироқ планеталар вазиятларига тегишли кузатиш маълумотлари тўплана борган сари Птолемей назариясига ўзгартиришлар киритишга тўғри келди, бу эса уни қўпол ва ҳақиқатдан йироқ қилиб кўрсатди. Борган сари мураккаблашиб кетаётган системанинг сунъийлиги ва назария билан кузатишлар орасида мувофиқлик йўқлиги Птолемей назариясини бошқа назария билан алмаштиришни тақозо этди. Бу вазифани XVI асрда буюк поляк олими *Николай Коперник* бажарди (1473—1543).

Коперник ҳаракатсиз Ер ҳақида кишиларнинг онгида асрлар оша сақланиб келган ақидаларга асосланган фикрни улоқтириб ташлади. Коперник Ерни оддий планеталар қаторига қўйиб, унинг Қуёшдан узок-

25- расм. Птолемей тасаввурича олам системаси.



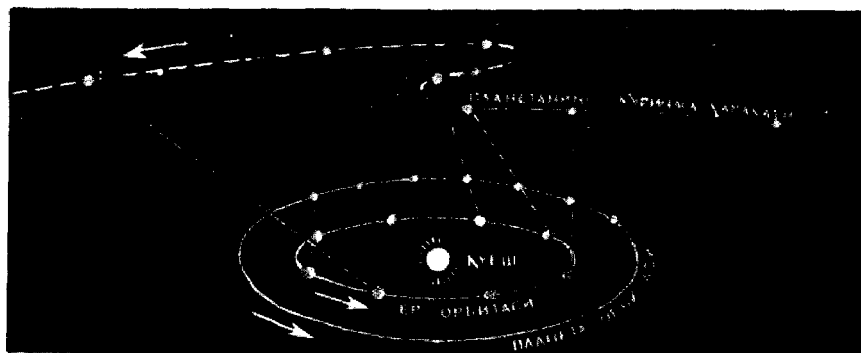
лиги жиҳатдан учинчи ўринда туришини, фазода бошқа планеталардек Қуёш атрофида айланишини ва шунингдек, ўз ўқи атрофида айланишини кўрсатиб берди. Коперник ўша вақтларда маълум бўлган осмон ходисаларини ва планеталарнинг сиртмоксимон бўлиб кўринадиган ҳаракатини айнан Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши ҳамда унинг Қуёш атрофида айланиши билан тўғри тушунтириш мумкинлигини дадил исботлай олди (19- ва 26-расмга қаранг). Коперникнинг гелиоцентрик назариясининг астрономияда дунёқарашда қилган революцияси Ф. Энгельснинг айтишича, табиатни текширишни диндан озод қилди.

Телескопни осмонга биринчи бўлиб йўналтирган *Галило Галилей* (1564—1642) ўз кашфиётларини Коперникнинг назариясини тасдиқловчи кашфиётлар, деб тўғри йўл тутди. Масалан, Галилей Венера фазаларини кашф этди. У Венера фазаларининг бундай алмашиши Венера Ер атрофида эмас, балки фақат Қуёш атрофида айлангандагина бўлиши мумкинлигини топди. Галилей Ойда тоғлар борлигини аниқлади ва уларнинг баландлигини ўлчади. Ер билан осмон жисмлари орасида ҳеч қандай муҳим фарқ йўқлиги, масалан, Ердаги тоғларга ўхшаш тоғлар осмон жисмида ҳам мавжудлиги маълум бўлди. Ер ана шундай жисмлардан бири эканига ишониш янада осонлашди.

Галилей Юпитернинг тўртта йўлдошини кашф этди. Уларнинг Юпитер атрофида айланиши, фақат Ер Коинотнинг айланиш марказида туради, деган тасаввурни пучга чиқарди. Галилей Қуёш сиртида доғларни топди ва уларнинг силжишларига қараб, Қуёш ўз ўқи атрофида айланади, деган хулоса чиқарди. «Осмон покизаси» ҳисобланган Қуёшда доғларнинг топилиши, Ер ва осмон жисмлари орасида гўё муҳим фарқ бор, деган ғояни ҳам пучга чиқарди.

Сомон Йўли телескопнинг кўриш майдонида жуда кўп хира юлдузларга ажралди. Инсон олдидида Коинот, энди Аристотель,

26-расм. Ердан туриб кузатилганда планетанинг проекцияси осмонда сиртмоқ чизади (чизма «ён томон» проекциясидан иборат).





Николай Коперник (1473—1543). Поляк астрономи, у оламнинг гелиоцентрик системасини асослаган; бу системага мувофиқ Ер бошқа планеталар билан бирга Қуёш атрофида айланади.

Птолемей ва ўрта аср черкозининг рухонийлари тасаввурича, гўё Ер атрофида айланадиган кичкина оламга қараганда тенги йўқ баҳайбат бўлиб қолди. Черков рухонийлари сиз тарих ва физика курсларидан билганингиздек, **Жордано Брунони** (1548—1600) дунё тузилиши ва бошқа осмон жисмларида ҳам ҳаёт бўлиши мумкинлиги ҳақидаги фалсафий хулосалари учун оловда куйдирдилар. **М. В. Ломоносов** (1711—1765) Коинотнинг тузилиши тўғрисида ҳақиқий билимларни тарқатиш ҳуқуқини олиш учун черков рухонийларига қарши дадил кураш олиб борди. Ломоносов ўткир ва жозибадор сатирик шеърларида маърифат душманлари устидан кулди.

Инсон фикрининг эркинликка чиқиши, черковнинг чекланган ақидаларига қўр-қўрона эргашшидан воз кечиш, табиатни дадил материалистик ўрганишга қақриш — илмий дунёқараш учун Коперник, Бруно ва Галилей олиб борган курашнинг асосий ва умуминсоний якуни ана шудир.

9. ҚУЁШ СИСТЕМАСИНING УЛЧАМЛАРИ ВА АЪЗОЛАРИ

Сиз, Қуёш системасига Қуёш ва планеталарнинг ўз йўлдошлари билан киришини, юлдузларнинг биздан планеталарга қараганда ниҳоятда узоқда жойлашганликларини яхши биласиз. Маълум планеталардан энг узоғи Плутон Ердан Қуёшга қараганда 40 марта узоқда жойлашган. Хатто Қуёшга энг яқин бўлган юлдуз ҳам биздан Плутонга нисбатан 7000 марта олисдадир. Планеталар ва юлдузларгача бўлган масофалар орасидаги бундай катта тафовутни яхшилаб англаб олиш керак.

Тўққизта катта планета Қуёш атрофида деярли бир

текисликда эллипслар (айланалардан кам фарк қиладиган) бўйлаб айланади. Булар, Қуёшдан узоқлашиб борувчи тартибда ҳисоблаганда — *Меркурий, Венера, Ер, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун* ва *Плутон*дир. Булардан ташқари Қуёш системасида жуда кўп м а й д а н е т а л а р (астероидлар) бўлиб, улардан кўпчилиги Марс ва Юпитер орбиталари орасида ҳаракатланади (биринчи форзацга қаранг). Шунингдек Қуёш атрофида сийрак газдан ташкил топган ва жуда катта ҳажмга эга бўлган қобик билан қопланган кичик жисмлар — к о м е т а л а р¹ ҳам айланиб туради. Буларнинг кўпчилиги Плутон орбитаси ташқарисига чиқиб кетадиган эллиптик орбитага эга. Бундан ташқари, Қуёш атрофида катталлиги кум зарраларидан то майда астероидларга тўғри келадиган сон-саноксиз м е т е о р ж и с м л а р эллипслар бўйлаб айланиб туради. Улар, астероидлар ҳамда кометалар билан бирга, Қуёш системасидаги кичик жисмлар қаторига киради. Планеталар оралиғидаги фазо ниҳоятда сийраклашган газ ва космик чанглар билан тўла. Ундан электромагнит нурланишлар ўта олади; бу нурланишлар магнит ва гравитацион майдонлар элтувчисидир.

Қуёшнинг диаметри Ернинг диаметридан 109 марта катта ва массасидан тахминан 333 000 марта ортиқ. Ҳамма планеталарнинг массаси Қуёш массасининг тахминан 0,1% ини ташкил этади, холос. Шунинг учун Қуёш ўзининг тортиши кучи билан Қуёш системасининг ҳамма аъзоларининг ҳаракатини бошқаради.

4-топшириқ

Ҳиловадан фойдаланиб планеталарнинг Қуёшгача бўлган ўртача масофалари, уларнинг Қуёш атрофида ва ўз ўқлари атрофида айланиш даврлари, экваториал диаметрлари ва бошқа характеристикалари билан танишинг. Планеталар ва Қуёшнинг ўлчамлари 27-расм(рангли варақ)да яққол берилган.

10. ПЛАНЕТАЛАРНИНГ КОНФИГУРАЦИЯЛАРИ ВА КЎРИНИШ ШАРТЛАРИ

1. ПЛАНЕТАЛАРНИНГ КОНФИГУРАЦИЯЛАРИ. *Планеталар, Ер, ва Қуёшнинг бир-бирларига нисбатан ўзига хос жойлашишлари планеталарнинг конфигурациялари* деб аталади.

Аввало, шуни айтиш керакки, планеталарнинг Ердан кўриниш шарт-шароитлари *ички* (орбитаси Ер орбитасининг ичига жойлашган) ва *ташқи* планеталар учун ҳар хил бўлади (Венера ва Меркурий ички, қолганлари ташқи планеталардир).

Ички планета Ер билан Қуёш оралиғида ёки Қуёшнинг орқасида бўлиши мумкин. Бундай вазиятларда планета Қуёш нурларида

¹ Комета ювонча сўз бўлиб, «пахмоқ юлдуз» демакдир.

кўринмайди. Бундай вазиятлар планетанинг Қуёш билан қўшиқчи дейилади. Планета қуйи қўшилишида Ерга энг яқин ва юқори қўшилишида биздан энг узоқда бўлади (28-расм).

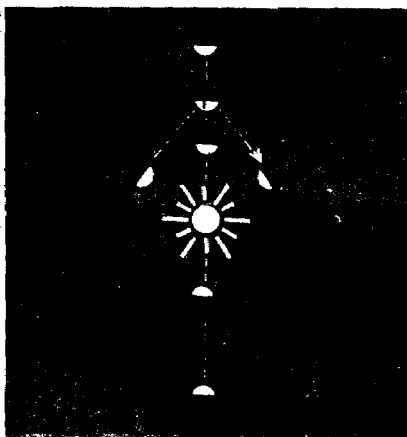
Ердан Қуёшга ва ички планетага бўлган йўналишлар орасидаги бурчак доимо ўткирлигича қолиб, ҳеч қачон маълум катталиқдан ортмаслигини кўриш кийин эмас. Бундай катталиқдаги чегаравий бурчак планетанинг Қуёшдан энг катта узоқлашиши дейилади. Меркурийнинг энг катта узоқлашиши 28° га, Венераники эса 48° га тенг. Шунинг учун ички планеталар доимо Қуёшга яқин бўлган жойда, ё эрталаб осмоннинг шарқий томонида, ёки кечкурун осмоннинг ғарбий томонида кўринади. Меркурий Қуёшга жуда яқин бўлгани учун уни бевосита кўриш имкони камданкам туғилади.

Венера осмонда Қуёшдан катта бурчакка узоқлашади ва у ҳамма юлдуз ва планеталардан ёруғроқ кўринади. Венера Қуёш ботгандан кейин ҳам осмонда узоқ вақт кечки шафақ нурларида қолиб, ҳатто унинг фонида аниқ кўриниб туради. У шунингдек, тонг шафақ нурларида ҳам яхши кўринади. Умунан, ярим кечада Меркурийни ва Венерани осмоннинг жанубий томонида кўриб бўлмайди.

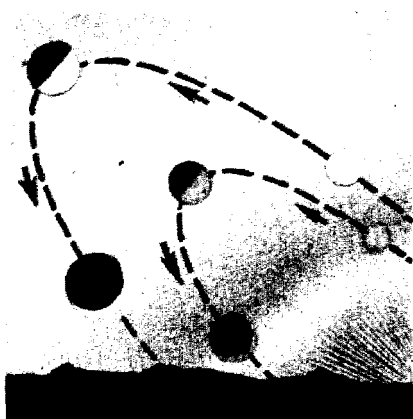
Агар Меркурий ёки Венера Ер билан Қуёш оралиғидан ўтаётганида уларнинг проекциялари Қуёш гардишига тушса, у ҳолда улар Қуёш гардишида кичкина қора доира бўлиб кўринади. Меркурийнинг ва айниқса, Венеранинг қуйи қўшилиши вақтларида Қуёш гардишидан ана шундай ўтишлари жуда камданкам (камида 7—8 йилдан кейин) содир бўлади.

Ички планеталарнинг Қуёш ёритиб турган ярим шари Ерга

28-расм. Планеталар конфигурациялари.



29-расм. Қуёш ботаётганда Меркурий ва Венера орбиталарининг горизонтга нисбатан жойлашишининг кузатувчига кўриниши.



нисбатан турлича вазиятларда бўлиши сабабли бизга турлича кўринади (29- расм). Шунинг учун Ердаги кузатувчилар учун *ички планеталар ўз фазаларини ой каби ўзгартириб туради*. Планеталар Куёш билан куйи қўшилишида бизга ўзларининг ёритилмаган томонлари билан ўгирилган бўлиб, кўринмайди. Бу вазиятдан сал четрокда улар ўрок шаклида бўлади. Планетанинг Куёшдан бурчак узоклиги ортган сари ўроқнинг бурчак диаметри камайиб, унинг кенглиги эса ортиб боради. Планетадан Куёшга ва Ерга томон бўлган йўналишлар орасидаги бурчак 90° га тенг-лашганда, биз планетанинг ёритилган қисмининг қок ярмини кўра-миз. Бундай планета бизга ўзининг кундузги ярим шари билан юқори қўшилиши давридагини ўгирилган бўлади. Аммо бу вақтда у Куёш нурларида йўқолиб кетади ва кўринмайди.

Ташки планеталар ҳам Меркурий ва Венерага ўхшаб, Ерга нисбатан Куёшнинг орқа томонида (у билан қўшилишда) бўлиш-лари мумкин; бунда улар ҳам Куёш нурларида кўринмай кетади. Лекин улар Ер — Куёш тўғри чизиғи давомида ҳам бўлишлари мумкин; бу вақтда Ер планета билан Куёш оралиғида бўлади. Бундай конфигурация *р ў п а р а т у р и ш* дейилади. Бундай ҳол планетани кузатиш учун жуда қулай, чунки бундай вақтларда, биринчидан, планета Ерга яқин, иккинчидан, у Ерга ўзининг ёри-тилган ярим шари билан ўгирилган ва учинчидан, осмоннинг Куёшга қарама-қарши бўлган жойида турган планета ярим кечада юқори кульминацияда бўлади ва бинобарин, ярим кечадан ол-дин ва кейин узок вақт кўринади.

Планеталарнинг конфигурация пайтлари; уларнинг шу йилдаги кўринишларининг шарт-шароитлари «Мактаб астрономик кален-дарини»да бериб борилади.

2. ПЛАНЕТАЛАР АЙЛАНИШНИНГ СИНОДИК ДАВРЛАРИ ВА УЛАРНИНГ СИДЕРИК ДАВРЛАРИ БИЛАН БОҒЛИҚЛИГИ. Биз планеталарни ўзи Куёш атрофида айланаётган Ердан туриб кузатамиз. Планеталар айланиш даврларини ўзи айланмайдиган инерциал санок система-сида ёки, кўпинча ишлатиладиган ибора — юлдузларга нисбатан билан уларнинг Ернинг Куёш атрофидаги ҳаракатини ҳисобга олиш зарур.

Планеталарнинг Куёш атрофида юлдузларга нисбатан айла-ниш даври юлдуз ёки сидерик даври дейилади.

Планета Куёшга қанча яқин бўлса, унинг Куёш атрофида юл-дузларга нисбатан айланиш даври шунча қисқа ва бу айланиш-нинг чизиқли ҳамда бурчак тезлиги шунча катта бўлади.



У илова билан танишиб чиқиб, бунга ишонч ҳосил қилинг.

Бироқ, кузатишлардан тўғридан-тўғри планета айланишининг сидерик даври аниқланмасдан, унинг иккита кетма-кет содир бўладиган бир хил конфигурациялари, масалан, кетма-кет иккита қўшилиши (рўпара туриши) орасида ўтадиган вақт аниқланади.

Бундай даврни айланишининг синодик даври дейилади. Кузатишлардан синодик даврлар S ни аниқлаб, ҳисоблашлар йўли билан планеталар айланишининг юлдуз даврлари T топилади.

Марс мисолида, планеталар айланишларининг синодик ва юлдуз даврлари ўзаро қандай боғланганлигини кўрайлик.

Планеталар Қуёшга қанча яқин бўлса, улар ҳаракатининг тезлиги шунча катта бўлади. Шунинг учун Марснинг рўпара туришидан кейин Ер уни қувиб ўта бошлайди. Кун сайин Ер Марсдан тобора узоқлашаверади. Ер Марсни тўла бир айланишга қувиб ўтганда яна рўпара туриш содир бўлади.

Ташқи планетанинг синодик даври деб, Ер билан планета Қуёш атрофида айланаётиб, Ернинг планетани 360° га қувиб ўтиши учун кетган вақт ораллиғига айтилади.

Ернинг бурчак тезлиги (унинг бир суткада ўтган бурчаги) $\frac{360^\circ}{T}$ га,

Марснинг бурчак тезлиги $\frac{360^\circ}{T_\oplus}$ га тенг, бунда T_\oplus — бир йилдаги суткалар сони, T — планетанинг Қуёш атрофида айланишининг суткаларда ифодаланган юлдуз даври. Демак, Ер бир суткада планетани $\frac{360^\circ}{T_\oplus} - \frac{360^\circ}{T}$ га қувиб ўтади. Агар S — планетанинг суткалар билан берилган синодик даври бўлса, у ҳолда Ер планетани S сутка ўтгандан кейин 360° га қувиб ўтади, яъни:

$$\left(\frac{360^\circ}{T_\oplus} - \frac{360^\circ}{T} \right) S = 360^\circ \text{ ёки } \frac{1}{S} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T}.$$

Ерга қараганда Қуёш атрофини тезроқ ($T_\oplus > T$) айланиб чиқадиган ички планеталар учун (планета Ерни қувиб ўтади) формулани қуйидагича ёзиш керак:

$$\left(\frac{360^\circ}{T} - \frac{360^\circ}{T_\oplus} \right) = 360^\circ \text{ ёки } \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus}.$$

Агар юқоридаги формулага тегишли сон қийматлар (иловадаги V жадвалга қаранг) кўйилса, Венеранинг синодик даври 584 сутка, Марсники 780 сутка эканини топамиз.



Буни V иловадаги маълумотлардан фойдаланиб текширинг.

7-машқ

1. Юпитернинг Қуёш атрофида айланишининг юлдуз даври 12 йилга тенг. Унинг рўпара туриши қанча вақт оралаб такрорланиб туради?
2. Хаёлан олинган планета айланишининг синодик даври 3 йилни ташкил этади. Унинг Қуёш атрофида айланишининг юлдуз даври нимага тенг?
3. Планета айланишининг юлдуз ва синодик даврлари бир-бирига тенг бўлса, даврларнинг давомийлиги нимага тенг бўлади?

11. КЕПЛЕР ҚОНУНЛАРИ

Планеталарнинг ҳаракат қонуналарини кашф этишда атоқли немис олими *Иоганн Кеплернинг* (1571—1630) хизмати катта. XVII аср бошларида Кеплер, Марснинг Қуёш атрофида айланишини ўрганиб, планеталар ҳаракатининг учта қонунини аниқлади.

Кеплернинг биринчи қонуни. 30-расм. Юзлар қонуни (Кеплернинг биринчи қонуни). Фокуслар билан марказ ўртаси $DO = OA = a$ (30-расм).

Эллипс (30-расмга қаранг) деб шундай ёпик ясси эгри чизикқа айтиладики, унинг ҳар бир нуқтасидан фокуслар дейиладиган икки нуқтасигача бўлган масофалар йиғиндиси ўзгармайди. Масофаларнинг бундай йиғиндиси эллипснинг катта ўқи DA узунлигига тенг. O нуқта эллипснинг маркази, K ва S — фокуслари. Айни ҳолда Қуёш S фокусда жойлашган. $DO = OA = a$ — эллипснинг катта ярим ўқи. Катта ярим ўк планетанинг Қуёшдан ўртача узоклигига тенг:

$$a = \frac{DS + SA}{2}.$$

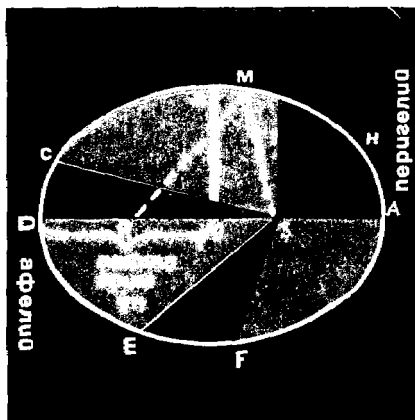
Орбитанинг Қуёшга энг яқин нуқтаси A перигелий, энг узок нуқтаси D эса афелий дейилади.

Эллипснинг чўзиқлик даражаси унинг эксцентриситети e билан характерланади. Эксцентриситет марказдан фокусгача бўлган масофа ($OK-OS$) нинг катта ярим ўк a узунлигига бўлган нисбатига тенг, яъни $e = \frac{OS}{OA}$. Фокуслар билан марказ бир-бирига мос ($e = 0$) бўлганда эллипс айлана шаклига ўтади.

Планеталарнинг орбиталари айланадан кам фарқ қиладиган эллипслар бўлиб, уларнинг эксцентриситетлари жуда кичик. Масалан, Ер орбитасининг эксцентриситети $e = 0,017$.

Кеплернинг иккинчи қонуни (юзалар қонуни). Планетанинг радиус-вектори ва радиус-векторнинг перпендикулярлари билан юзлар қонуни, яъни агар планета AH ва CD ёйларни бир хил вақтда чизган бўлса, SAH ва SCD юзлар бир-бирига тенг (30-расм). Лекин тенг юзларни чегараловчи ёйларнинг узунлиги ҳар хил: $AH > CD$. Демак, планетанинг ўз орбита-сидаги турли нуқталардаги ҳа-

30-расм. Юзлар қонуни (Кеплернинг иккинчи қонуни).





Иоганн Кеплер (1571—1630). Планеталарнинг Қуёш атрофида айланиши ҳаракатининг қонунларини кашф этган машҳур немис астрономи ва математиги Кеплер, Коперник таълимотининг актив тарафдори бўлиб, у ўзининг илмий ишларида Коперник таълимотининг қарор топишига ва ривожланишига ўз хиссасини қўшиб келган.

ракатининг чизикли тезлиги ҳар хил экан. Планета Қуёшга қанча яқин бўлса, унинг ўз орбитасидаги ҳаракат тезлиги шунча катта бўлади. Планетанинг тезлиги перигелийда энг катта, афелийда энг кичик қийматга эга бўлади. Шундай қилиб, Кеплернинг иккинчи қонуни ҳаракатланаётган планета тезлигининг ўзгаришини микродарий аниқлайди.

Кеплернинг учинчи қонуни. Планеталарнинг Қуёш атрофида юлдузларга нисбатан айланиш даврлари квадратларининг нисбати орбиталари катта ярим ўқларининг кублари нисбатига тенг. Агар бирор планета орбитасининг катта ярим ўқини a_1 билан, Қуёш атрофида юлдузларга нисбатан айланиш даврини T_2 билан, бошқа бир планета орбитасининг катта ярим ўқини a_2 билан, айланиш даврини T_2 билан белгиласак, у ҳолда учинчи қонун формуласи қуйидагича бўлади:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$$

Кеплернинг бу қонуни планеталарнинг Қуёшгача бўлган ўртача масофаларини уларнинг юлдуз даврлари билан боғлайди ва планеталарнинг Қуёшгача бўлган нисбий масофаларини аниқлашга имкон беради, чунки планеталарнинг юлдуз даврлари аввал уларнинг синодик даврларига қараб ҳисобланган эди, бошқача айтганда, бу қонун ҳамма планеталар орбиталарининг катта ярим ўқларини Ер орбитасининг катта ярим ўқи билан ифодалашга имкон беради.

Ер орбитасининг катта ярим ўқи масофаларнинг астрономик бирлиги сифатида қабул қилинган ($a_{\oplus} = a$. б.).

Астрономик бирлик кейинроқ, XVIII асрда километрлар ҳисобида аниқланган.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

М а с а л а . Маълум бир планетанинг рўпара туришлари ҳар 2 йилда қайтарилиб туради. Бу планета орбитасининг катта ярим ўқи нимага тенг?

Берилган:
 $T = 2$ йил
 $T_{\oplus} = 1$ йил
 $a_{\oplus} = 1$ а. б.
 $a = ?$

Ечилиши.
 Орбитанинг катта ярим ўқини Кеплернинг учинчи қонунидан: $\frac{T^2}{T_{\oplus}^2} = \frac{a^3}{a_{\oplus}^3}$, $a^3 = \frac{a_{\oplus}^3 T^2}{T_{\oplus}^2}$ юлдуз даврини эса сиздерик даврлар орасидаги нисбатдан

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}, T = \frac{T_{\oplus} S}{S - T_{\oplus}}$$

Бундан:

$$T = \frac{1 \text{ йил} \cdot 2 \text{ йил}}{2 \text{ йил} - 1 \text{ йил}} = 2 \text{ йил.}$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{(1 \text{ а.б.})^3 \cdot (2 \text{ йил})^2}{(1 \text{ йил})^2}} = 1,59 \text{ а.б.}$$

Жавоби: $a = 1,59$ а. б.

8-машқ

1. Марс Қуёшдан Ерга қараганда 1,5 марта узоқ. Марсдаги йилнинг узунлиги қанча? Планеталар орбиталарини айлана деб олинг.
2. Агар Ер сунъий йўлдошининг Ердан энг узоқ нуқтаси 5000 км ва Ерга энг яқин нуқтаси 300 км бўлса, унинг Ер атрофидаги айланиш даврини аниқланг. Ернинг радиуси 6370 км бўлган шар деб ҳисобланг. Йўлдошнинг ҳаракатини Ойнинг айланиши билан солиштиринг.
3. Планетанинг синодик даври 500 сутка. Унинг орбитаси катта ярим ўқини ва айланишининг юлдуз даврини аниқланг.

12. ҚУЁШ СИСТЕМАСИДАГИ ЖИСМЛАРГАЧА БЎЛГАН МАСОФАЛАРНИ ВА УЛАРНИНГ ЎЛЧАМЛАРНИ АНИҚЛАШ

1. МАСОФАЛАРНИ АНИҚЛАШ. Кеплернинг учинчи қонунидан фойдаланиб, ҳамма планеталарнинг Қуёшдан ўртача узоқлигини астрономик бирликларда ҳисоблаш мумкин. *Ернинг Қуёшдан ўртача узоқлигини* (яъни 1 а. б. кийматини) километр ҳисобда аниқлаб, Қуёш системасидаги ҳамма планеталаргача бўлган масофаларни шу бирликларда ҳисоблаб топиш мумкин.

Асримизнинг 40-йилларига келиб, радиотехника осмон жисмларигача бўлган масофаларни, сиз физика курсидан билган радиолокация воситасида аниқлашга имкон берди. Совет ва Америка олимлари радиолокация ёрдамида Меркурий,

Венера, Марс ва Юпитергача бўлган масофаларни қайта аниқладилар.

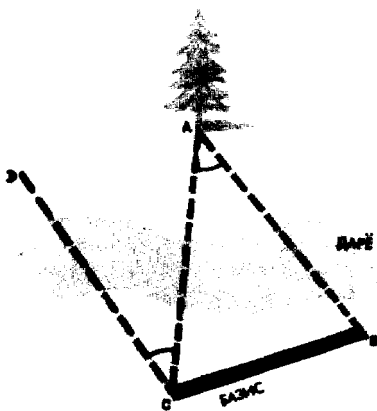
Н Жисмларгача бўлган масофани радиолокацион сигналларнинг ўтиши учун кетган вақтга қараб қандай аниқлаш мумкинлигини эсга олинг.

Масофаларни классик усул билан аниқлаш олдин ҳам, ҳозир ҳам бурчакни ўлчашнинг геометрик усулига асослангандир. Бу усул билан радиолокация усулини қўллаб бўлмайдиган узок юлдузларгача бўлган масофалар аниқланади. Геометрик усул *параллактик силжиш* ҳодисасига асослангандир.

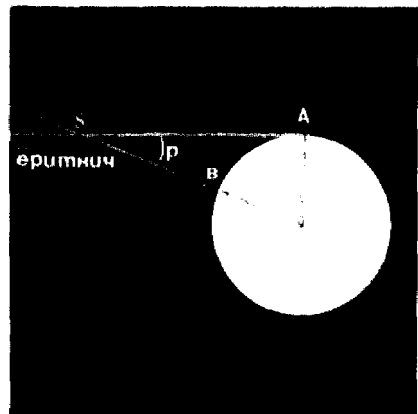
Нарсаларга бўлган йўналишнинг кузатувчининг силжишига қараб ўзгариши параллактик силжиш деб аталади. (31-расм).

Сиз тик вазиятда турган каламга олдин бир кўзингиз билан, сўнгра иккинчиси билан қаранг. Сиз бунда унинг узокдаги нарсаларга нисбатан ўз жойини ўзгартирганини, унга томон йўналишнинг ўзгартирганини кўрасиз. Сиз каламни қанча узоқлаштирсангиз, параллактик силжиш шунча кичик бўлади. Кузатиш нуқталари бир-биридан қанча узок бўлса, яъни базис қанча катта бўлса, параллактик силжиш шунча катта бўлади. Бизнинг мисолимизда кўзлар оралиғи базис бўлади. Қуёш системасидаги жисмларгача бўлган масофаларни ўлчашда базис қилиб Ернинг радиуси олинади. Ёриткичнинг, масалан, Ойнинг юлдузлар осмонидаги вазияти бир вақтнинг ўзида иккита пунктдан туриб кузатилади. Улар орасидаги масофа иложи борича катта бўлиши ва уларни туташтирувчи чизик билан ёриткич томонга бўлган йўналиш орасидаги

31-расм. Бориш иложи бўлмаган жисмгача бўлган масофани параллактик силжишга қараб ўлчаш.



32-расм. Ёриткичнинг горизонтал параллакси.



бурчак эса параллактик силжиш максимал бўлиши учун иложи борича тўғри бурчакка яқин бўлиши керак. A ва B нуқталаридан (32- расм) кузатилаётган S осмон жисмига томон йўналишларни аниқлаб, шу жисмдан Ернинг радиусига тенг бўлган чизик қандай бурчак остида кўринса, шу бурчак ρ ни ҳисоблаб топиш қийин эмас. Демак, осмон жисмларигача бўлган масофаларни аниқлаш учун базис, яъни Ернинг радиуси қийматини билиш керак эди.

2. ЕРНИНГ ЎЛЧАМЛАРИ ВА ШАКЛИ. Қосмосдан олинган фотосуратларда Ер Қуёш ёритиб турган шарга ўхшаб, худди Ой фазалари каби фазаларга эга экани кўриниб туради (42- ва 43- расмларга қаранг);

Ернинг шакли ва ўлчами тўғрисидаги аниқ жавобни *градуслаб ўлчаш*, яъни Ер сиртининг турли жойларидаги 1° га тенг бўлган ёйлар узунлигини километрлар ҳисобида ўлчаш натижасида топиш мумкин. Бу усулни бизнинг эраимиздан илгари III асрда Мисрда яшаган грек олими *Эратосфен* қўллаган. Энди бу усул *геодезияда* — Ернинг шакли ҳақидаги ва Ер сиртида унинг эгрилигини ҳисобга олиб ўлчашлар ҳақидаги фанда катта аниқлик билан қўлланилмоқда.

Текис жойда бир меридианда ётувчи икки пункт танлаб олинди ва улар орасидаги ёй узунлигини градус ва километрлар ҳисобида аниқланади. Кейин 1° га тенг бўлган ёй узунлиги неча километрни ташкил этиши ҳисоблаб топилади. Танлаб олинган нуқталар орасидаги меридиан ёйининг градуслар билан ифодаланган узунлиги шу нуқталарнинг географик кенгликлари фарқи $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ га тенглиги равшан. Агар километрлар билан ўлчанган бу ёйнинг узунлиги l га тенг бўлса, у ҳолда шарсимон деб олинган Ер сиртидаги бир градус (1°) ли ёйга узунлиги километрларда ифодаланган $n = \frac{l}{\Delta\varphi}$ тўғри келади. Унда Ер меридианининг километрлар билан ифодаланган айланаси узунлиги $L = 360^\circ n$ бўлади. Уни 2π га бўлиб, Ернинг радиусини топамиз.

Меридианнинг Шимолий Муз океанидан то Қора денгизгача бўлган энг катта ёйларидан бири XIX асрнинг ўрталарида Россияда ва Скандинавияда Пулково обсерваториясининг директори *В. Я. Струве* (1793—1864) раҳбарлигида ўлчанган эди. Бизнинг мамлакатдаги катта геодезик ўлчашлар Улуғ Октябрь социалистик революциясидан кейин бажарилди.

Градуслар билан ўлчаш, меридианнинг километрда ифодаланган 1° узунлиги қутбга яқин жойларда энг катта (111,7 км), экваторда эса энг қиска (110,6 км) эканини кўрсатди. Бинобарин, Ер сиртининг экватордаги қавариқлиги қутблардагига қараганда анча катта, бу эса Ернинг шар шаклида эмаслигини кўрсатади, Ернинг экваториал радиуси қутб радиусидан 21,4 км катта. Шу-

нинг учун Ер (бошқа планеталар сингари) ўз ўки атрофида айланиши оқибатида қутбларида сиқикдир.

Бизнинг планетамизга тенгдош бўлган шарнинг радиуси 6370 км га тенг. Бу қиймат Ернинг радиуси деб қабул қилинган.

9-машқ

1. Агар астрономлар географик кенгликни $0,1''$ аниқлик билан топа олсалар, бу меридиан бўйлаб километрлар ҳисобида қандай максимал хатога тўғри келади?

2. Узунлиги экватор ёйининг $1'$ га тенг бўлган денгиз милясининг узунлигини километрлар билан ҳисобланг.

3. ПАРАЛЛАКС. АСТРОНОМИК БИРЛИКНИНГ АҲАМИЯТИ. *Ёриткичдан қараганда кўриш чизиғига перпендикуляр бўлган Ер радиуси қандай бурчак остида кўринса, шу бурчак горизонтал параллакс дейилади.*

Ёриткичгача бўлган масофа қанча катта бўлса, бурчак p шунча кичик бўлади. Бу бурчак A ва B нуқталарда жойлашган (32-расмга қаранг) кузатувчилар учун ёриткичнинг параллактик силжишига тенг, худди шунингдек, C ва B нуқталардаги кузатувчилар учун (31-расмга қаранг) $\angle CAB$ ёриткичнинг параллактик силжишига тенг. $\angle CAB$ ни унга тенг бўлган $\angle DCA$ орқали аниқлаш қулай, бу бурчаклар, параллел чизиклар (ясалишига асосан $DC \parallel AB$) орасидаги бурчаклар бўлгани учун ўзаро тенг. S ёриткичгача масофа (32-расмга қаранг):

$$SC = D = \frac{R_{\oplus}}{\sin p}.$$

бу ерда R_{\oplus} — Ернинг радиуси. R ни бир деб олиб, ёриткичгача бўлган масофани Ернинг радиуслари бирлигида аниқлаш мумкин.

Ойнинг горизонтал параллакси $57'$ га тенг. Ҳамма планеталар ва Қуёш анча узоқда ва уларнинг параллакси ёй секундлари билан ўлчанади. Масалан, Қуёшнинг параллакси $p_{\odot} = 8,8''$. Қуёшнинг параллакси Ердан Қуёшгача бўлган ўртача масофага, яъни тахминан 150 000 000 км га тенг. Бу масофани бир астрономик бирлик (1 а. б.) деб қабул қилинади. Қуёш системасидаги жисмлар оралиғи кўпинча астрономик бирликларда ўлчанади.

Агар бурчак p радианлар билан ифодаланган бўлса, кичик бурчаклар учун $\sin p = p$. Агар p ёйнинг секундлари билан ифодаланган бўлса, у ҳолда қўшимча кўпайтувчи $\sin 1'' = \frac{1}{206265}$ киритилади, бу ерда 206265 — бир радиандаги секундлар сони. Унда $\sin p = p \sin 1'' = \frac{p}{206265}$. Бу нисбатларни билиш, маълум параллаксларга асосланиб, масофаларни ҳисоблашни осонлаштиради: $D = \frac{206265''}{p} R_{\oplus}$

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ.

М а с а л а. Сатурннинг горизонтал параллакси $0,9''$ га тенг бўлганда У Ердан қандай масофада бўлади?

Берилган:

$$\frac{p = 0,9''}{D = ?}$$

Ечилиши.

Маълумки, Қуёшнинг параллакси $p_{\odot} = 8,8''$, унгача бўлган масофа $D_{\odot} = 1$ а. б.

Унда, $D = \frac{206265''}{p} R_{\oplus}$ дан фойдаланиб, $\frac{D}{D_{\odot}} = \frac{p_{\odot}}{p}$ га эга бўламыз, бундан;

$$D = \frac{D_{\odot} p_{\odot}}{p}. D = \frac{1 \text{ а. б. } 8,8''}{0,9''} \approx 9,8 \text{ а. б.}$$

Жавоб: $D = 9,8$ а. б.

10-машқ

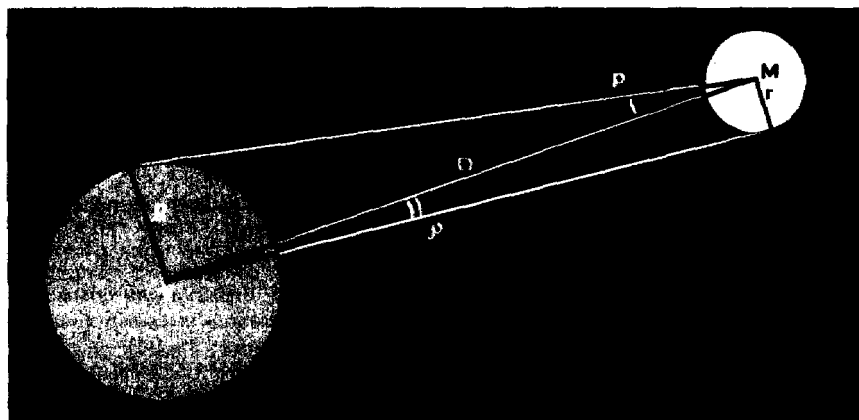
1. Агар Юпитер Ерга қараганда Қуёшдан 5 марта узоқда бўлса, унинг кузатиладиган (рўпара туриш давридаги) горизонтал параллакси нимага тенг?

2. Ой ўз орбитасининг Ерга энг яқин нуқтасида (перигейда) бўлганидаги узоқлиги 363000 км, Ердан энг узоқ нуқтасида (апогейда) бўлгандаги узоқлиги 405000 км. Ойнинг шу вақтлардаги горизонтал параллаксини аниқланг.

4. **ЎРИТКИЧЛАРНИНГ УЛЧАМЛАРИНИ АНИҚЛАШ.** 33-расмда T — Ернинг маркази, M — чизиқли радиуси r бўлган ўриткичнинг маркази. Горизонтал параллакс таърифига кўра Ернинг радиуси R ўриткичдан p бурчак остида кўринади. Ўриткичнинг радиуси r эса Ердан ρ бурчак остида кўринади.

$$D = \frac{R}{\sin p} \text{ ва } D = \frac{r}{\sin \rho} \text{ бўлгани учун } r = \frac{\sin p}{\sin \rho} R \text{ бўлади. Агар}$$

33-расм. Осмон жисмларининг бурчак катталикларига қараб, уларнинг чизиқли катталикларини аниқлаш.



ρ ва p бурчаклар кичик бўлса, u ҳолда синуслар бурчакларга пропорционал бўлади, унда

$$r = \frac{\rho}{p} R$$

деб ёзиш мумкин.

Ёриткичларнинг ўлчамларини аниқлашда бу усулни фақат ёриткичнинг гардиши кўрингандагина қўллаш мумкин.

Ёриткичгача бўлган масофа D ни билган ҳолда, унинг бурчак радиуси ρ ни ўлчаб, ёриткичнинг чизикли радиуси r ни ҳисоблаш мумкин: $r = D \sin \rho$ ёки, агар бурчак ρ радианларда ифодаланган бўлса, $r = D\rho$.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. Агар Ой 400 000 км дан тахминан $0,5^\circ$ бурчак остида кўринса, унинг чизикли диаметри қанчага тенг?

Берилган:
 $D = 400\,000$ км
 $\rho = 0,5^\circ$

 $d = ?$

Ечилиши.

Агар ρ радианларда ифодаланган бўлса, $d = D\rho$. Демак

$$d = \frac{400\,000 \text{ км} \cdot 0,5 \cdot 3600''}{206265''} = 3490 \text{ км.}$$

Жавоб: $d = 3490$ км.

11-машқ

1. Агар Қуёш ва Ойнинг бурчак диаметри бир хил ва горизонтал параллакси мос равишда $8,8''$ ва $57'$ га тенг бўлса, Қуёш Ойдан неча марта катта?
2. Қуёшнинг Плутондан кўринадиган бурчак диаметри қанчага тенг?
3. Меркурийнинг ҳар бир квадрат метр юзига Қуёшдан тушаётган энергия, Марснинг ана шундай юзига тушаётган энергиядан қанча марта ортиқ? Керакли маълумотларни иловадан олинг.
4. Ердаги кузатувчи В ва А нуқтада (32-расм) бўлганда Ойни осмон гумбазининг қайси нуқталарида кўради?
5. Агар Ер ва Марс орбиталарининг эксцентриситетлари мос равишда $0,017$ ва $0,093$ бўлса, Ер ва Марсдан қараганда Қуёшнинг бурчак диаметри перигелийдан афелийга ўтилганда сон жиҳатдан қандай нисбатда ўзгаради?

5-топшириқ

1. Транспортир ёрдамида $\angle DCA$ ни (31-расм) ва $\angle ASC$ ни (32-расм), чизғич ёрдамида базисларнинг узунлигини ўлчанг. Буларга асосланиб мос равишда CA ва SC масофаларни ҳисобланг ҳамда бу натижаларни расмларни тўғридан-тўғри ўлчашдан олинган натижаларга солиштириб текширинг.
2. Транспортир ёрдамида 33-расмдаги p ва ρ бурчакларни ўлчанг ва олинган маълумотларга асосланиб, расмда кўрсатилган жисмлар диаметрларининг нисбатини аниқланг.
3. 34-расмда тасвирланган учта эллипс бўйлаб ҳаракатланаётган сунъий йўлдошларнинг айланиш даврларини аниқланг. Бунда уларнинг катта ярим ўқларини чизғич билан ўлчанг ва Ернинг радиусини 6370 км деб олинг.

13. ОСМОН ЖИСМЛАРИНИНГ ТОРТИШИШ КУЧЛАРИ ТАЪСИРИДАГИ ҲАРАКАТИ

1. КОСМИК ТЕЗЛИКЛАР ВА ОРБИТАЛАРНИНГ ШАКЛИ. *И. Ньютон* (1643 — 1727). Ой ҳаракатини кузатишларга асосланиб ва планеталар ҳаракатининг Кеплер кашф этган қонулирини анализ қилиб, бутун олам тортишиш қонунини аниқлади

Бу қонунга асосан, Қоинотдаги ҳамма жисмлар бир-бирига массаларининг қўшайтмасига тўғри пропорционал ва ораларидаги масофанинг квадратига тескари пропорционал бўлган куч билан тортилади:

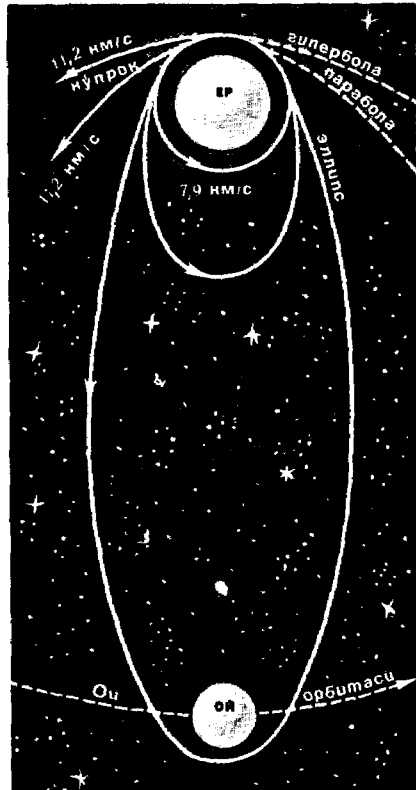
$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

Бу ерда m_1 ва m_2 — икки жисмнинг массаси, r — улар орасидаги масофа, G — гравитация доимийси деб аталган пропорционаллик коэффиценти. Бутун олам тортишиш қонуни планеталар ва кометаларнинг Қуёш аτροφидидаги ҳаракатини, йўлдошларнинг планеталар аτροφидидаги ҳаракатини, қўшалок ва қаррали юлдузларнинг умумий оғирлик маркази аτροφидидаги ҳаракатини тушунтиради.

Ньютон, жисмлар ўзаро тортишиш натижасида бир-бирларига нисбатан *эллис* бўйлаб (хусусан, *доира* бўйлаб), *парабола* бўйлаб ва *гипербола* бўйлаб ҳаракатланиши мумкинлигини исботлади. Ньютон, *жисм чизаётган орбитанинг шакли шу жисмнинг орбитадаги тезлигига боғлиқ бўлишини* аниқлади (34- расм).

Жисм маълум тезликда ўзи тортилиб турган марказ аτροφидида *айлана* чизади. Бундай тезлик биринчи космик ёки доиравий тезлик дейилиб, Ернинг сунъий йўлдошлари сифатидаги жисмлар шундай тезлик билан учиради. Биринчи космик тезликни ҳисоблаш формуласини келтириб чиқариш физика курсидан маълум. Ернинг сиртига яқин ай-

34- расм. Орбиталар шаклининг объектнинг бошланғич тезлигига боғлиқлиги.



ланма орбита учун биринчи космик тезлик 8 км/с га яқин (7,9 км/с).

Агар жисмга биринчи космик тезликдан $\sqrt{2}$ марта катта (11,2 км/с) тезлик (бу тезликни иккинчи космик ёки парабolik тезлик дейлади) берилса, у ҳолда жисм Ердан абадий узоқлашиб кетади ва Қуёшнинг йўлдоши бўлиб қолиши мумкин. Бундай ҳолда жисмнинг ҳаракати Ерга нисбатан *парабола* бўйича содир бўлади. Агар жисмга бундан ҳам катта тезлик берилса, у Ердан *гипербола* бўйича учиб кетади. Парабола ёки гипербола бўйлаб ҳаракатланаётган жисм фақат бир марта Қуёш атрофидан ўтиб, ундан бутунлай узоқлашиб кетади.

Ернинг орбита бўйича ўртача тезлиги 30 км/с. Ер орбитаси шакли айланага яқин, демак, Ернинг орбитадаги тезлиги Қуёшдан Ергача бўлган масофада доиравий тезликка яқин. Қуёшдан Ергача бўлган масофадаги парабolik тезлик $30\sqrt{2}$ км/с \approx 42 км/с га тенг. Қуёшга нисбатан бундай тезликка эга бўлган Ер орбитасидаги жисм Қуёш системасидан чиқиб кетади.

2. ПЛАНЕТАЛАР ҲАРАКАТИДАГИ ЧЕКИНИШЛАР. Кеплер қонунлари фақат алоҳида қилиб олинган иккита жисмнинг ўзаро тортишиш кучи таъсирида вужудга келадиган ҳаракатлари қаралаётган дагина аниқ бажарилади. Қуёш системасида планеталар қўп, улар Қуёшга тортилибгина қолмай, балки бир-бирларини тортади ҳам, шунинг учун улар Кеплер қонунларига аниқ риоя қилмайди.

Кеплер қонунларига қатъий бўйсуниб юз берадиган ҳаракатдан четга чиқишлар чекинишлар дейлади. Қуёш системасидаги чекинишлар унча катта эмас, чунки ҳар бир планетанинг Қуёшга тортилиши бошқа планеталарга тортилишидан анча кучли.

Қуёш системасида энг кучли чекинишларни массаси Ерникидан тахминан 300 марта ортик бўлган Юпитер вужудга келтиради. Юпитерга астероидлар ва кометалар яқинлашганда, Юпитер уларнинг ҳаракатига айниқса кучли таъсир кўрсатади. Масалан, агар кометанинг Юпитер ва Қуёш тортишлари келтириб чиқарган тезланишлари йўналишлари устма-уст тушса, комета шундай катта тезликка эришадики, бунда у гипербола бўйича ҳаракатланиб, Қуёш системасидан абадий чиқиб кетади. Шундай ҳоллар ҳам бўлганки, унда Юпитернинг тортиши кометани секинлаштирган, комета орбитасининг эксцентриситети камайган ва айланиш даври қисқарган.

Планеталарнинг кўринма вазиятларини ҳисоблашда чекинишларни ҳисобга олишга тўғри келади. Сунъий осмон жисмларини учиришда ва уларнинг траекторияларини ҳисоблашда осмон жисмларининг ҳаракати назариясидан, хусусан, чекинишлар назариясидан фойдаланилади.

Планеталараро автоматик станцияларни керакли ва олдиндан ҳисобланган траекториялар бўйлаб учириш, ҳаракатдаги чекинишларни ҳисобга олган ҳолда уларни маррага етказиш — бу-

ларнинг ҳаммаси табиат қонунларини билиш мумкинлигини кўрсатувчи ёрқин мисоллардир. Динга ишонувчилар тасаввурига кўра худолар даргоҳи ҳисобланган осмон энди Ер каби, инсон фаолиятининг иш майдони бўлиб қолди. Дин доимо Ерни осмонга қарама-қарши қўяр ва осмонга ҳеч етиб бўлмас, деб қарар эди. Энди планеталараро фазода инсон яратган сунъий осмон жисмлари парвоз этмокдаки, уларни инсон бевосита ёки узокдан туриб радио орқали бошқариши мумкин.

3. НЕПТУНИНГ КАШФ ЭТИЛИШИ. Фан эришган энг ажойиб ютуқлардан бири, табиатни билиш чекланмаганлигини кўрсатувчи далиллардан бири Нептуннинг мавжудлигини ҳисоблаш йўли билан «қалам учиди» кашф этиш бўлди.

Сатурндан кейин жойлашган ва кўп асрлар давомида планеталардан охириги деб келинган Уран планетасини XVIII асрнинг охирида В. Гершель кашф этган эди. Бевосита қараганда Урanni кўриш жуда қийин. XIX асрнинг 40- йилларига келиб, аниқ кузатишлар Урanniнинг ўзи юриши керак бўлган йўлдан сезиларли даражада четланаётганини кўрсатди.

Урanniнинг ҳаракатидаги четга чиқишни бизга маълум планеталар келтириб чиқарадиган чекинишлар тушунтириб бермаси, демак, Уранга ҳали кашф этилмаган жисмнинг тортиш кучи таъсир кўрсатмокда, деган фаразни Леверье (Францияда) ва Адамс (Англияда) ўртага ташладилар. Улар деярли бир вақтда, ўзининг тортиш билан бундай четга чиқишларни вужудга келтираётган номаълум жисмнинг Урандан кейин қаерда бўлишини ҳисоблаб чиқдилар. Улар номаълум планетанинг орбитасини, унинг массасини ҳисоблаб чиқиб, бу планетанинг шу вақтда осмоннинг қаерида бўлишини кўрсатиб бердилар. Бу планета 1846 йилда улар олдиндан кўрсатиб берган жойда телескопда кўрилди. Унга Нептун номи берилди. Бевосита қараганда Нептуни кўриб бўлмайти. Шундай қилиб, гўё материалистик фаннинг обрўйини туширгандек кўринган юқоридаги назария билан практика орасидаги келишмовчилик бу фанни янги зафарга олиб келди.

4. КУТАРИЛИШЛАР. Зарраларнинг ўзаро тортишиши натижасида жисм шар шаклини олишга интилади. Шунинг учун Куёш планеталар, уларнинг йўлдошлари ва юлдузларнинг шакли шар шаклига яқин. Жисмларнинг ўз ўқи атрофида айланиши уларнинг ясилланишига, айланиш ўқи бўйича сиқилишига олиб келади. Шунинг учун Ер кутбларида бир оз сиқик, ўз ўқи атрофида тез айланадиган Юпитер билан Сатурн эса бошқа планеталарга қараганда кўпроқ сиқикдир.

Аммо планеталарнинг шакли ўзаро тортишиш кучи таъсирида ҳам ўзгариши мумкин. Шарсимон жисм (планета) бошқа жисмнинг гравитацион тортишиш кучи таъсирида шундай ҳаракатланадики, гўё бутун тортишиш кучи жисмнинг марказига таъсир кўрсатаётгандай туюлади. Бирок планетанинг айрим қисмлари уни тортаётган жисмдан ҳар хил масофаларда бўлганлиги

сабабли бу қисмларнинг гравитацион тезланиши турлича бўлади; бу эса планетани деформациялашга интилувчи кучларнинг вужудга келишига олиб келади. *Бошқа жисм тортиши туфайли планетанинг маълум нуқтасида ва марказида вужудга келадиган тезланишлар фарқи кўтарилиши тезланиши дейилади.*

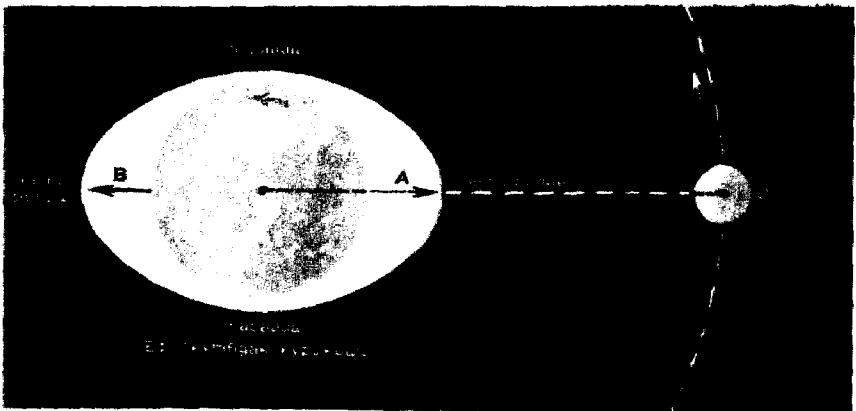
Мисол тариқасида Ер — Ой системасини кўрайлик. Ер марказидаги массанинг маълум бир элементи Ойга, Ернинг ой томонидаги худди шундай элементининг тортилишига караганда кучсизроқ ва қарама-қарши томонидагига караганда кучлироқ тортилади. Натижанда Ер (биринчи навбатда Ернинг сув қобиғи), Ерни Ой билан туташтирувчи чизик бўйлаб чўзилади. 35- расмда океан, яқинроқ қилиб кўрсатиш мақсадида, Ерни бутунлай қоплаган қилиб кўрсатилган. Ер — Ой чизигидаги нуқталарда сувнинг сатҳи энг баланд бўлиб, у ерда кўтарилишлар юз беради. Текислиги Ер — Ой чизиги йўналишига перпендикуляр ва Ер марказидан ўтадиган айлана бўйича сувнинг сатҳи энг паст бўлиб, у ерда пасайиш юз беради. Ернинг суткалик айланишида кўтарилиш ва пасайиш нуқталаридан Ернинг турли жойлари навбати билан ўтади. Бир суткада иккита кўтарилиш ва иккита пасайиш бўлиши тушуниш қийин эмас.

Кўёш ҳам Ерда кўтарилишлар ва пасайишларни юзага келтиради, лекин улар Ойникига караганда кучсиз бўлиб, унча сезиларли бўлмайди.

Хозирги вақтда океан ва очик денгиз қирғоқларидаги кўтарилишларда қатнашаётган сувнинг улкан энергиясидан фойдаланишга киришилмоқда.

Кўтарилиш чўккиларининг ўқи ҳамма вақт Ойга йўналган бўлиши керак. Ер ўз ўқи атрофида айланишида кўтарилиш чўккисини ўзи билан олиб кетишга ҳаракат қилади. Ойнинг Ер атрофида айланишидан кўра Ернинг ўз ўқи атрофида тезроқ айланиши

35- расм. Ой таъсирида Ер юзидаги сувнинг кўтарилиш ва пасайиши схемаси.



сабабли, кўтарилиш чўққисини Ой ўзига тортади. Сув билан океanning каттик туби ўртасида ишқаланиш юз беради. Натijaда кўтарилиш ишқаланиши деб аталадиган ҳодиса юз беради. Бу Ернинг ўз ўқи атрофида айланишини секинлаштиради ва суткалар вақт ўтиши билан узунлашади (суткалар узунлиги бир вақтлар 5-6 соатга тенг бўлган). Куёш таъсирида Меркурий ва Венерада вужудга келадиган кучли кўтарилишлар, афндан, уларнинг ўз ўқи атрофида жуда секин айланишига сабаб бўлган. Ернинг тортиши таъсирида Ойда содир бўладиган кўтарилишлар Ойнинг ўз ўқи атрофида айланишини шундай секинлаштирганки, оқибатда у Ерга донмо бир томони билан ўгирилиб қолган. Шундай қилиб, кўтарилишлар Ер ва осмон jismlарининг эволюциясидаги муҳим омил экан.

5. ЕРНИНГ МАССАСИ ВА ЗИЧЛИГИ. Бугун олам тортишини қонуни осмон jismlарининг энг зарур характеристикаларидан бири — массани, хусусан Ернинг массасини ҳам аниқлашга имкон беради. Ҳақиқатан, бугун олам тортишини қонунига билан, эркин тушиш тезлигини:

$$g = G \frac{M}{R_{\oplus}^2}.$$

Бу формулага $g=9,8 \text{ м/с}^2$, $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$, $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$ ларни қўйиб, Ер массаси $M = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ ни топамиз.

Ернинг массасини ва ҳажминини билган ҳолда унинг ўртача зичлигини ҳисоблаш мумкин. У $5,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ га тенг. Бирок Ернинг зичлиги ичкарига томон орта боради, ҳисоблашларга кўра марказ яқинида, Ернинг ядросида у $1,1 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3$ га тенг. Зичликнинг ичкарига томон орта бориши темир ва бошқа оғир элементлар микдорининг кўпайишини ҳисобига, шунингдек, босимнинг ортishi ҳисобига юз беради.

12-машқ

1. Агар Ойнинг массаси Ер массасидан 81 марта кам, радиуси эса Ер радиусидан 4 марта кичик бўлса, унинг зичлиги қанчага тенг?
2. Агар Ойнинг орбитадаги бурчак тезлиги суткасига $13,2^\circ$ ва унчага бўлган ўртача масофа $380\,000 \text{ км}$ бўлса, Ернинг массаси қанчага тенг?

6. ОСМОН ЖИСМЛАРИНИНГ МАССАСИНИ АНИҚЛАШ. Ньютон Кеплернинг учинчи қонунининг аниқроқ формуласи қуйидагича эканини исботлади.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} \frac{M_1 + m_1}{M_2 + m_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3},$$

бу ерда M_1 ва M_2 — маълум осмон jismlарининг массалари, m_1 ва m_2 — уларга тегишли йўлдошларнинг массаси. Жумладан, планеталар Қуёшнинг йўлдошлари ҳисобланади. Биз кўрамизки, бу қонуннинг аниқроқ формуласи тақрибийсидан массаларни ўз ичига олган кўпайтмалар борлиги билан фарқланади. Агар $M_1 = M_2 = M_{\odot}$

— Куёшнинг массаси, m_1 ва m_2 эса икки планетанинг массалари бўлса, у ҳолда $\frac{M_{\odot} + m_1}{M_{\odot} + m_2}$ нисбат бирдан кам фарқ қилади, чунки m_1 ва m_2 Куёш массасига қараганда жуда кичик миқдорлардир. Бунда аниқ формула тақрибийсидан фарқ қилмайди.

Кеплернинг аниқлаштирилган учинчи қонуни, йўлдошлари бўлган планеталарнинг массасини ва Куёш массасини аниқлашга имкон беради. Куёшнинг массасини аниқлаш учун бу қонуннинг формуласини, Ойнинг Ер атрофидаги ҳаракатини Ернинг Куёш атрофидаги ҳаракатига солиштириб, қуйидаги кўринишда қайта ёзмаз:

$$\frac{T_{\oplus}^2}{T_{\zeta}^2} \cdot \frac{M_{\odot} + M_{\oplus}}{M_{\oplus} + m_{\zeta}} = \frac{a_{\oplus}^3}{a_{\zeta}^3}$$

бу ерда T_{\oplus} ва a_{\oplus} — Ернинг Куёш атрофида айланиш даври (суткалар ҳисобида бир йил) ва орбитасининг катта ярим ўқи, T_{ζ} ва a_{ζ} — Ойнинг Ер атрофида айланиш даври ва орбитасининг катта ярим ўқи. M_{\odot} — Куёш массаси, M_{\oplus} — Ер массаси, m_{ζ} — Ой массаси. Ер массаси Куёш массасига қараганда ниҳоятда кичик, Ой массаси ҳам Ер массасига қараганда кичик (1 : 81). Шунинг учун йиғиндилардан иккинчи қўшилувчиларни тушириб қолдириш мумкин, бунда катта хатога йўл қўйилмайди. Тенгламани $\frac{M_{\odot}}{M_{\oplus}}$ га нисбатан ечиб, қуйидагини топамиз:

$$\frac{M_{\odot}}{M_{\oplus}} = \left(\frac{a_{\oplus}}{a_{\zeta}} \right)^3 : \left(\frac{T_{\oplus}}{T_{\zeta}} \right)^2$$

Ер массаси билан ифодаланган Куёш массаси ана шу формула ёрдамида аниқланади. Куёшнинг массаси 333 000 Ер массасига тенг.

Ер массасини бошқа бир планета, масалан, Юпитер массаси билан солиштириш учун дастлабки формуладаги 1 индексни Ойнинг (массаси m_1) Ер (массаси M_1) атрофидаги ҳаракатига, 2 ни Юпитернинг исталган йўлдошининг (массаси m_2) Юпитер (массаси M_2) атрофидаги ҳаракатига тегишли деб қараш керак.

Йўлдоши бўлмаган планеталарнинг массаси уларнинг тортиш кучлари таъсирида қўшни планеталар ҳаракатида, шунингдек, кометалар, астероидлар ёки космик аппаратлар ҳаракатида вужудга келаётган чекинишларга қараб аниқланади.

13-машқ

1. Юпитер — унинг йўлдоши билан биргаликдаги системасини Ер-Ой системасига солиштириб, Юпитернинг массасини топинг. Юпитернинг биринчи йўлдоши ундан 422 000 км узоқда бўлиб, унинг айланиш даври 1,77 сутка. Ойга тегишли маълумотлар сизга маълум бўлиши керак.

2. Ер-Ой чизигидаги Ер билан Ойнинг тортиш кучлари бир хил бўлган нуқталар Ердан қандай узоқликдалигини ҳисобланг. Ой билан Ер орасидаги масофа 60 Ер радиусига тенг. Ернинг массаси эса Ой массасидан 81 марта ортиқ.

АСТРОФИЗИК ТЕКШИРИШЛАР МЕТОДЛАРИ

117

14. ОСМОН ЖИСМЛАРИНИНГ ЭЛЕКТРО- МАГНИТ НУРЛАНИШЛАРИНИ ТЕКШИРИШ. ОСМОН ЖИСМЛАРИНИНГ ФИЗИК ХУСУСИЯТЛАРИ ВА ҲАРАКАТ ТЕЗЛИКЛАРИНИ УЛАРНИНГ СПЕКТРЛАРИГА ҚАРАБ АНИҚЛАШ

1. ОБСЕРВАТОРИЯЛАР. Астрономик тадқиқотлар илмий-тадқиқот институтларида, университетлар ва *обсерваторияларда* олиб борилди. Ленинград яқинида жойлашган Пулково обсерваторияси (36-расм) 1839 йилдан бери мавжуд бўлиб, юлдузларнинг аниқ каталогларини тузиш билан шуҳрат қозонган. Бу обсерваторияни ўтган асрда дуённинг астрономия пойтахти деб аташган. Фаннинг гуркираб ривожланиши натижасида бизнинг мамлакатимизда, шу жумладан, иттифокдош республикаларда жуда кўп бошқа обсерваториялар қурилди. Ўзлик обсерваторияларга шимолий Кавказдаги махсус астрофизик обсерваторияни, Крим (Симферополь яқинида), Бюракан (Ереван яқинида), Абастуман (Боржоми яқинида), Голосеево (Киев яқинида), Шамахи (Боку яқинида) обсерваторияларини киритиш мумкин. Институтлардан энг ёриқлари — МДУ қошидаги П. К. Штернберг номли Астрономия институти, СССР Фанлар академиясига қарашли Ленинграддаги назарий астрономия институти ва Ўзбекистон Фанлар академиясига қарашли Тошкентдаги астрономия институтидир.

Обсерваториялар одатда астрономик текширишларнинг маълум бир соҳаси бўйича иш олиб боришга ихтисослашган бўлади. Шу муносабат билан улар, чунончи, юлдузларнинг осмондаги

36-расм. Пулково обсерваториясининг асосий биноси.



аниқ вазиятларини аниқлаш, Куёшни ўрганиш ёки бошқа илмий масалаларни ечишга мўлжалланган ҳар хил телескоплар ва бошқа асбоблар билан жиҳозланган.

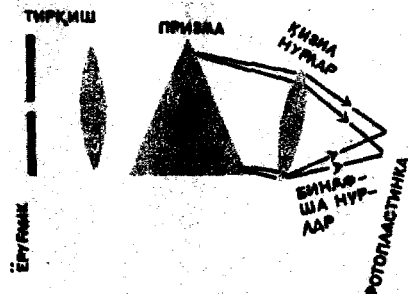
Кўпинча, осмон жисмларини ўрганишда уларни махсуслаштириб қурилган телескоплар ёрдамида фотосуратларга туширилади. Олинган негативлардаги юлдузларнинг вазиятлари лабораторияларда махсус асбоблар ёрдамида ўлчанади. Обсерваторияларда сақланадиган негативлар «шиша фототекасини» ташкил этади. Астрономик фотосуратларини текшириб бизга яқин жойлашган юлдузларнинг олис юлдузларга нисбатан аста-секин силжишларини ўлчаш, жуда хира жисмларнинг негативдаги тасвирларини кўриш, юлдузлар, планеталар ва бошқа космик жисмлардан келаётган нурланишлар оқими катталигини ўлчаш мумкин. Ёруғлик оқимлари энергиясини катта аниқликда ўлчашда фотоэлектрик *фотометрлар* қўлланилади. Буларда юлдузнинг телескоп объективи йиғадиган ёруғлиги электрон вакуум асбоб — фотокўпайткичнинг ёруғлики сезадиган сиртига йўналтирилади, бунда махсус электрон асбоблар ёрдамида қайд қилинадиган кучсиз ток ҳосил бўлади. Астрономлар ёруғликни махсус танилаб олинган турли ёруғлик филтрларидан ўтказиб, жисмларнинг рангини катта аниқликда микдорий аниқлайдилар.

2. РАДИОТЕЛЕСКОПЛАР. Космик радионурланиш маълум бўлиши биланоқ уни қайд қилиш мақсадида турли системадаги *радиотелескоплар* барпо этилди. Баъзи радиотелескопларнинг антенна-



37-расм. Панжарасимон кўзгули радиотелескоп.

38-расм. Призмали спектрографнинг тузилиш схемаси.



лари оддий рефлекторларга ўхшайди. Улар радиотўлкинларни ботик металл кўзгу фокусига йиғади. Бундай кўзгуни жуда катта, яъни диаметри ўнларча метрга тенг бўлган панжарасимон (37-расм) қилиб ясаш мумкин.

Бошқа радиотелескоплар ҳаракатланувчи ниҳоятда катта рамалардан иборат бўлиб, бу рамаларга ўзаро параллел қилиб металл стерженлар ёки спираллар ўрнатилган. Келган радиотўлкинлар стерженларда электромагнит тебранишларни вужудга келтиради, бу тебранишлар эса жисмларнинг радионурланишини ёзиб боришга мўлжалланган жуда сезгир қайд қилувчи радио-аппаратларга узатилади.

Бир-биридан анча (баъзан бир неча юз километрларга тенг) ораликда жойлашган антенналар системасидан тузилган радиотелескоплар мавжуд бўлиб, булар ёрдамида космик манбалар бир вақтнинг ўзиде кузатилади. Бундай усул текшириляётган радиоманбанинг тузилишини билишга ва унинг бурчак катталигини (хатто у ёйнинг бир секундидан бир неча марта кичик бўлса ҳам) ўлчашга имкон беради.

3. СПЕКТРАЛ АНАЛИЗНИНГ ТАТБИҚИ. Кўпчилик осмон ёриткичларининг нурланиши улар ҳақидаги энг муҳим маълумотлар манбаи ҳисобланади. *Спектрал анализ* жисмлар ҳақидаги қимматли ва турли-туман маълумотларни олишга имкон беради. Бу метод билан ёриткичнинг сифат ва миқдорий таркибини, унинг температура-сини, магнит майдонининг бор-йўқлигини, кўриш нури йўналишидаги ҳаракат тезлигини ва бошқаларни аниқлаш мумкин.

Спектрал анализ ёруғлик дисперсияси ҳодисасига асосланган. Агар ёруғликнинг ингичка бир дастасини уч ёқли призманинг ён томонига йўналтирсак, у ҳолда оқ ёруғликни ташкил этган нурлар шишада турлича синиб, экранда с п е к т р деб аталадиган камалак йўллари ҳосил қилади. Спектрда барча ранглар ҳамма вақт маълум тартибда жойлашган бўлади.

Ёруғлик электромагнит тўлкинлар тарзида таркалади. Ҳар бир рангга электромагнит тўлкиннинг маълум узунлиги тўғри келади. Спектрда тўлкин узунлиги қизил нурлардан бинафша нурларга томон тахминан 0,7 дан 0,4 мкм гача камайиб боради. Спектрда бинафша нурлардан кейин кўзга кўринмайдиган, бироқ фотопластинкага таъсир этадиган ультрабинафша нурлар ётади. Рентген нурлари янада қисқа тўлкин узунлигига эга. Қизил нурлардан кейин инфрақизил нурлар жой олади. Улар кўзга кўринмайди, лекин инфрақизил нурланиш уни қайд этадиган усуллар, масалан, махсус фотопластинкалар ёрдамида ўрганилади.


Спектрни олишда с п е к т р о с к о п ва с п е к т р о г р а ф (38-расм) деб аталадиган асбоблар ишлатилади. Спектроскопда спектр кузатилади, спектрографда эса фотосуратга олинади. Спектрнинг фотосурати с п е к т р о г р а м м а дейилади.

Ёрдаги манбалар ва осмон жисмлари спектрларининг куйидаги

турлари мавжуд. Чўгланган каттик жисмлар (чўгланган кўмир, электр лампочкаларнинг тодалари) ва деярли кенг жойни эгаллаган газнинг қуюқ массалари камалак йўллар кўринишидаги *туташ ёки узлуксиз спектрни* ҳосил қилади.

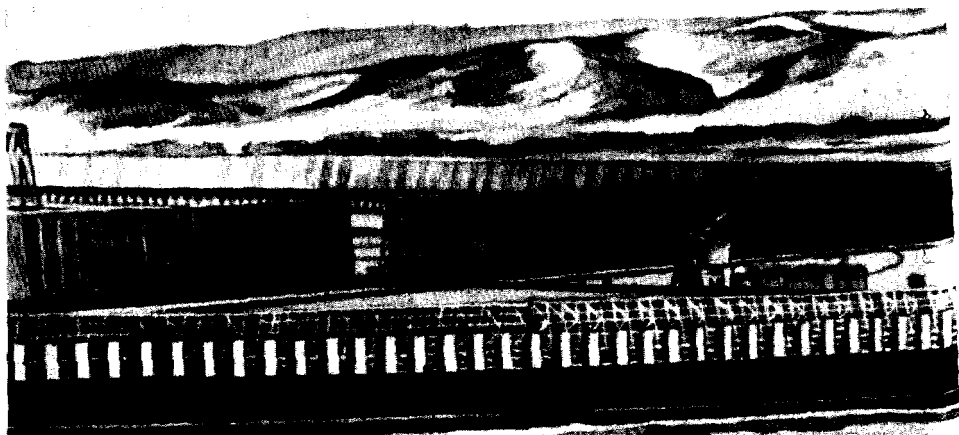
Сийрақлашган газлар ва буглар жуда кучли қиздирилганда *чизиқли нурланиш спектрни* ҳосил қилади. Хар бир газ маълум тўлқин узунликидаги ёруғлик таркатади ва шу химиявий элементга хос чизиқли спектрни беради. Газ ҳолатининг ёки унинг нурланиш шароитининг кучли ўзгариши, масалан, қизиши ёки иоилашиши шу газ спектрида маълум ўзгаришни юзага келтиради. Хар бир газнинг чизиқлар рўйхатини ва хар бир чизикнинг равшанлигини кўрсатадиган жадваллар тузилган.

Газ ва буглар орқасида узлуксиз спектр берадиган равшан манба бўлганда улар *чизиқли ютилиш спектрни* беради. Ютилиш спектри қора чизиқлар билан кесилган узлуксиз спектрдан иборат бўлиб, бу қора чизиқлар шу газга тегишли спектрнинг ёруғ чизиқлар жойлашиши керак бўлган ерларда бўлади (39- расм, рангли варақка к.). Масалан, натрийнинг иккита ютилиш қора чизиғи спектрнинг сарик қисмида жойлашган.

 40- расмдан (рангли варақда) фойдаланиб, *Қуёш ва Сириус спектрларидаги водород чизиқларини таққосланг.*

Спектрларни ўрганиш ёруғлик таркатаётган ёки уни ютаётган газнинг химиявий таркибини анализ қилишга имкон беради. Энергия таркатаётган ёки уни ютаётган атом ёки молекулаларнинг миқдори спектрдаги чизиқларнинг интенсивлигига қараб аниқланади. Нурланиш ёки ютилиш спектрида қайси элементнинг чизиқлари яхшироқ кўринса, ёруғлик нурлари йўлида шу атомлар (молекулалар) шунча кўп бўлади.

РАТА Н-600. Дунёдаги энг катта радиотелескоплардан бири — СССР Фанлар



Куёш ва юлдузлар газ атмосфера билан қопланган. Уларнинг кўринма сиртининг узлуксиз спектри нурланишнинг, юлдузлар атмосферасидан ўтганида ҳосил бўладиган, ютилиш қора чизиқлари билан кесилган. Шунинг учун Куёш ва юлдузларнинг спектрлари ютилиш спектрларидир.

! *Турли спектрлар тасвирини кўриб чиқинг (40-расмга қара).*

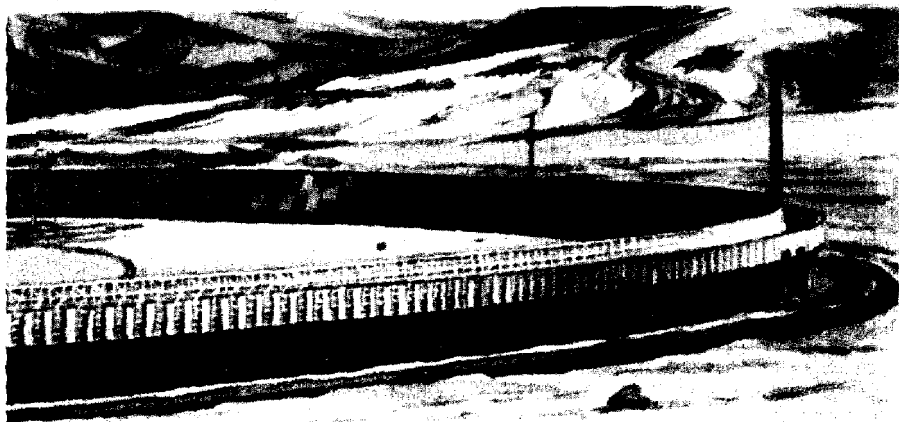
Осмон жисмларининг Ерга nisбатан кўриш нури йўналишидаги ҳаракат тезлиги (*нурий тезлиги*) спектрал анализ ёрдамида Допплер эффе́ктига асосланиб аниқланади: **агар ёруғлик манбаи ва кузатувчи бир-бирларига яқинлашаётган бўлса, у ҳолда спектрал чизиқларнинг вазиятларини аниқлайдиган тўлқин узунликлари қисқаради, уларнинг ўзаро узоклашиши натижасида эса тўлқин узунликлари узаяди.** Бу ҳодиса қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 + \frac{v}{c} \right),$$

бу ерда v — nisбий ҳаракат тезлиги ўз ишораси билан (ўзаро яқинлашганда минус), λ_0 — кўзгалмас манбадан келаётган ёруғликнинг нормал тўлқин узунлиги, λ — ҳаракатдаги манбаининг тўлқин узунлиги ва c — ёруғлик тезлиги. Бошқача айтганда, кузатувчи билан ёруғлик манбаи ўзаро яқинлашганда спектрдаги чизиқлар спектрнинг бинафша томонига, улар ўзаро узоклашганда эса қизил томонига силжийди.

Ериткичнинг спектрограммаси олингач, солиштириш мақсадида унинг юқориги ва пастки ёнига Ердаги нурланиш манбаининг спектрлари тасвири туширилади (41-расм). Бизга nisбатан солиштириш спектри кўзгалмас, спектрограммада унга nisбатан

академиясининг диаметри 600 м бўлган радиотелескопи.



юлдуз спектридаги чизиқларнинг силжишини аниқлаш мумкин. Ҳатто осмон jismlarining ҳаракат тезлиги (одатда секундига ўлаб ва юлаб километр) ҳам шу қадар оз силжишни юзага келтирадики, уларни фақат микроскоп остида спектрограммада ўлчаш мумкин. Бундай силжиш тўлқин узунлигининг қанчага ўзгаришига мос келишини аниқлаш учун спектр масштабини, яъни биз спектр бўйлаб 1 мм га силжиганимизда тўлқин узунлиги қанчага ўзгаришини билиш керак. Формулага λ , λ_0 ва $c = 300\,000$ км/с катталарнинг кўйиб, ёриткич ҳаракатининг нур тезлиги v аниқланади.

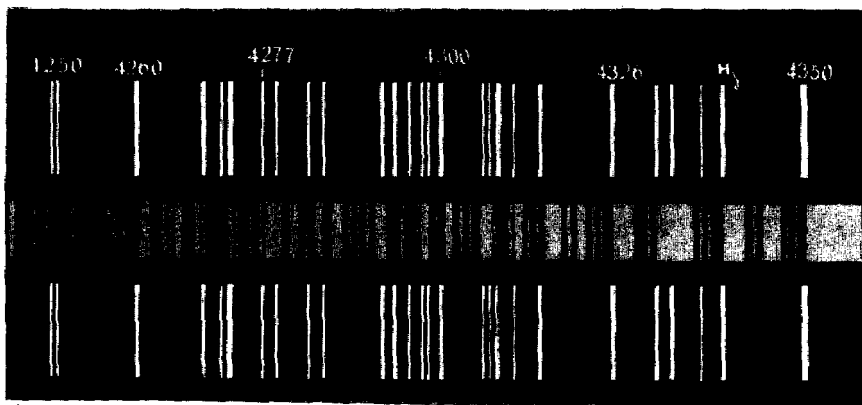
Спектрга асосланиб нурланаётган jismining температурасини ҳам аниқлаш мумкин. Jisim кип-қизил бўлгунча қиздирилса, унинг туташ спектрининг қизил қисми қолган қисmlarидан равшан бўлади. Янада қиздирилганда спектрдаги энг равшан соҳа сарик, сўнгга яшил ва хоказо қисmlарга силжийди. Бу ҳодиса нурланиш спектридаги максимум вазиятини jismining температурасига боғлиқлигини кўрсатадиган Виннинг силжиш қонуни билан тушунтирилади. Бундай боғланишни билган ҳолда Қуёш ва юлдузларнинг температурасини аниқлаш мумкин.

14-машқ

1. Юлдуз спектридаги водород чизиғига тўғри келадиغان тўлқин узунлик лабораторияда олинган спектрдаги тўлқин узунлиқдан қатта. Юлдуз бизга яқинлашмоқдами ёки биздан узоқлашмоқдами? Агар юлдуз кўриш нури йўналишига қундаланг йўналишда ҳаракатланаётган бўлса, спектр чизиқларининг силжиши қузатиладими?

2. Юлдуз спектри фотосуратидаги чизиқ ўзининг нормал вазиятига нисбатан 0,02 мм га силжиган. Агар спектрдаги 1 мм оралиқ тўлқин узунлиги-

41-расм. Кўриш нури бўйича ҳаракат қилаётган маълум бир юлдузнинг спектридаги H_β чизиқнинг силжиши. Юқорида ва пастда — лабораторияда олинган солиштирама спектрлари. Уларнинг юқорисида тўлқин узунликлари ангстремларда кўрсатилган ($1 \text{ \AA} = 0,0001 \text{ мкм}$).



нинг $0,004 \text{ мкм}$ га (бу катталиқни спектрограмманинг дисперсияси дейилади) ўзгаришига мос келса, тўлқин узунлиқ қанчага ўзгарган? Юлдуз қандай тезлик билан ҳаракатланмоқда? Қўзғалмас манбанинг тўлқин узунлиги $0,5 \text{ мкм} = 5000 \text{ \AA}$ (ангстрем). $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$.

6-топшириқ

41-расмдан спектрнинг тўлқин узунлиқлари оралиғи $4260\text{—}4277 \text{ \AA}$ бўлган қисмидаги 1 мм узунлиги дисперсиясини ангстремлар билан аниқланг. Лупадан фойдаланиб, юлдуз спектридаги водород чизиғи (энг кенг) H_γ марказининг солиштириш спектридаги худди шу чизиққа нисбатан силжиганини ўлчанг. Чизиқнинг бундай силжишига қараб юлдузнинг нур тезлигини ҳисоблаб топинг.

4. АТМОСФЕРА ТАШҚАРИСИДАГИ АСТРОНОМИЯ. Космик техника ёрдамида текширишлар осмон жисмлари ва космик муҳитни ўрганиш методларида алоҳида ўрин тутди. Буни СССР дан 1957 йилда Ернинг жаҳонда яринчи сунъий йўлдоши учурилши бошлаб берган эди. Космонавтика тез ривожлана бориб: 1) Ернинг атмосфера ташқарисидаги сунъий йўлдошларини яратишга; 2) Ой ва планеталарнинг сунъий йўлдошларини яратишга; 3) Ой ва планетага Ердан туриб бошқариладиган асбобларни учуриш ва қўндиришга; 4) Ердан туриб бошқариладиган Ойда юрадиган ва Ой тупроқ намуналарини ҳамда ўтказилган ҳар хил ўлчаншлар натижалари ёзилган ленталарни олиб келадиган автоматлар яратишга; 5) кишиларни лабораториялар билан космосга учуриш ва уларни ой сатҳига қўндиришга имкон берди. Космик аппаратлар электромагнит тўлқин узунлиқларининг ҳамма диапазонларида текшириш ўтказиш имконини яратди. Шунинг учун ҳозирги замон астрономиясини кўпинча ҳамма тўлқинни забт этган астрономия дейилади. Атмосферадан ташқаридаги кузатишлар Ер атмосферасида ютиладиган ёки ўзгариб кетадиган нурланишлар: узок ультрабинафша, рентген ва инфрақизил нурлар, Ергача етиб келмайдиган маълум тўлқинли радионурланишлар, шунингдек, Қуёш ва бошқа жисмларнинг корпускуляр нурланишлари космосда қайд этиш имконини туғдиради. Юлдузлар ва туманлиқлар, планеталараро ва юлдузлараро муҳитларнинг илгари бизгача етиб келмайдиган нурланишларини текшириш. Коинотда юз бераётган физик процесслар ҳақидаги билимимизни ниҳоятда бойитди. Чунончи, илгари номаълум бўлган рентген нурланиш манбалари кашф этилди.

Биздан жуда узокдаги жисмлар ва улар системалари табиати ҳақидаги бир қатор маълумотлар ҳам турли космик аппаратларга ўрнатилган асбоблар ёрдамида бажарилган текширишлар натижасида қўлга киритилди.

Охирги ўн йил ичида ўтказилган астрофизик текширишлар натижалари бизни қуршаб олган оламда юз бераётган катта ўзгаришлар фақат маълум жисмларгагина тегишли бўлмай, шунингдек бутун Коинотга ҳам тегишли эканини кўрсатмоқда.



15. ПЛАНЕТАЛАРНИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКА- ЛАРИ. УЛАР ТАБИАТИДАГИ ФИЗИК ШАРОИТЛАР

III бобда биз Куёш системаси аъзолари билан танишдик. Куёш атрофида айланадиган жисмлар ичида планеталар энг кўп массага эга эканлигини билдик. Планеталар массалари ва ўлчамларидан ташқари, астрономлар кузатишларга асосланиб, планеталардан кўпчилигининг ўз ўқи атрофида айланиши даврларини ва бу ўқнинг планеталар орбитаси текислигига оғмалигини аниқлаганларига кўп вақтлар бўлган. Бу характеристикалар кўп жihatдан осмон жисмлари сиртидаги физик шароитларни аниқлашга имкон беради. Масалан, планеталарнинг катта-кичиклиги ва массаси уларнинг сиртидаги оғирлик кучини белгилаб, аввало у ёки бу планета ўз атрофида атмосферани ушлаб қола олиш — қоламолигини кўрсатади. Параболик тезликдан катта тезликка эга бўлган молекулалар планетани тарк этиб кетади. Натижада кичик планеталар ва катта планеталарнинг кўпчилик йўлдошлари ҳеч қандай атмосферага эга эмас. Массаси унчалик катта бўлмаган планеталарнинг атмосфераси сийрак бўлади; масалан, сиртидаги оғирлик кучи ердагига қараганда кам бўлган Марснинг атмосфераси Ердагидан анча сийракдир. Гигант планеталарда (бунга оғирлик кучи катта бўлган Юпитер мисол бўла олади) атмосфера зич бўлиб, унда, Куёшга яқин жойлашган тўртта планета атмосферасида деярли учрамайдиган, молекуляр ҳолдаги водород бор. Атмосферанинг зичлиги ва химиявий таркиби, унда Куёшдан келадиган нурланишларнинг ютилиш даражасини аниқлайди. Планета сиртидаги температура, планетанинг Куёшдан узоқлигига ва атмосферанинг бор-йўқлигига боғлиқ. Атмосфераси бор планетанинг айланиши, унинг кундузги ва тунги ярим шарларидаги температураларнинг бараварлашиб туришига имкон беради.

Планеталарни ўрганиш, ҳам Ердаги обсерваторияларда ўрнатилган астрономик асбоблар ёрдамида, ҳам космик аппаратлар ёрдамида олиб борилади.

Куёшга яқин тўртта планетани гигант планеталар — Юпитер, Сатурн, Уран ва Нептундан ажратиш мақсадида, Ер типидagi планеталар дейилади. Бу гурппадаги планеталар ўзларининг физик шароитларига кўра бир-бирларига ўхшайди. Бу тасодифий ҳодиса эмас. Бу, планеталарнинг пайдо бўлиши ва ривожланиши тарихи билан боғлиқдир. Ҳали кам ўрганилган Плутон, ўлчами ва массаси жihatидан Ер типидagi планеталар каторига қиради.

7-топшириқ

1. У иловадан фойдаланиб, юқорида келтирилган икки группадаги планеталар қайси характеристикалари бўйича аниқ иккига бўлинишини аниқланг.
2. Бу группаларни бир-биридан ажратадиган асосий хусусиятларини таърифланг.
3. Бизни қуршаб олган жисмларнинг зичлигидаги фарқ нимани тушунтиришини эслаб кўринг.

Маълумки, моддаларнинг зичлигидаги фарқ, уларнинг химиявий таркибида ва агрегат ҳолатида фарқ борлигидан дарак беради. Ер группасидаги планеталар, бизнинг планетамиз қаби, оғир химиявий элементларнинг (кремний, темир, алюминий ва бошқа металллар ва металлмасларнинг) оксидларидан ташкил топган. Шунинг учун ҳам атомларнинг сони бўйича кислород олдинда туради. Гигант планеталар, асосан водород ва гелийдан ташкил топганига карамай, уларда Ер типидagi планеталарнинг асосини ташкил этадиган моддалар ҳам бор. Бундай моддалар, масалан, биргина Юпитернинг ўзидa Ер группасидаги ҳамма планеталарда мавжуд бўлган моддалар йиғиндисидан ҳам кўп.

16. ЕР ПЛАНЕТАСИ

1. ТУЗИЛИШИ. Ернинг космик аппаратлардан туриб олинган бир катор фотосуратлари (42 ва 43-расмлар), Ер шарининг учта асосий қобигини: атмосфера ва унинг булутларини, гидросферани ва литосферани табиий қопламлари билан бирга кўришга имкон беради. Бу қобикларга тегишли модданинг уч — газсимон, суюқ ва қаттиқ агрегат ҳолатига биз — Ерда истиқомат қилувчилар кўникиб қолганмиз. Қуёш системасидаги

42-расм. Ер Ой горизонти устида.



43-расм. Ернинг космосдан туриб олинган фотосурати.



кўлчилик планеталар атмосферага эга, қаттиқ қобик эса, Ер группасидаги планеталар, планеталарнинг йўлдошлари ва астероидлар учунгина характерлидир. Ернинг гидросфераси ҳам Қуёш системасидаги ноёб ҳодиса бўлиб, бизга таниш бўлган планеталардан биронтаси бундай сферага эга эмас. Чунки сувнинг суюқ ҳолатда бўлиши учун маълум шароитдаги температура ва босим керак бўлади. Қоинотда сув жуда кенг тарқалган химиявий бирикма ҳисобланади, лекин бошқа осмон жисмларида биз сувни асосан қаттиқ ҳолатда, Ерда эса бизга таниш бўлган қор, қиров ва муз шаклида учратамиз.

Литосферада содир бўлаётган процесслар уни ташкил этган модданинг химиявий таркиби миллиардлаб йиллар давомида юз бериб келган ўзгаришларнинг натижаси сўқлаб келмоқда. Моддаларнинг эриши ва таркибан бўлиниши радиоактив элементларнинг парчаланиши туфайли ажраладиган энергия ҳисобига юз берган. Натижада енгил бирикмалар, асосан силикатлар, устки қатламда, яъни к о б и қ д а , нисбатан оғир бирикмалар марказий қисмда — я д р о д а қолган.

Ер қобиғи унчалик қалин эмас: 10 км дан (океан тубида) 80 км гача (тоғ чўққилари остида). Ядронинг радиуси, планетанинг радиусидан икки марта кичик бўлиб, ядро билан қобик оралиғида, қобикдаги қарағанда анча зич моддадан ташкил топган оралиқ қатлам Е р м а н т и я с и ётади.

Қосмик аппаратлар ёрдамда бажарилган текширишлар натижалари, Ойнинг ва Ер группасига қирадиган планеталарнинг ички тузилиши, умуман олганда, Ернинг ички тузилишига ўхшашлигини кўрсатди.

2. АТМОСФЕРА. Ерни қуршаб олган атмосфера — газ қобик 78% азот, 21% кислород ва ниҳоятда кам микдордаги бошқа газлардан иборат.

Ўрта кенгликларда атмосферанинг 10—12 км баландликкача чўзилган қуйи қатлами т р о п о с ф е р а дейилади. Тропосферада юқорига кўтарилган сари температура пасайиб боради, ундан баландда — с т р а т о с ф е р а д а температура деярли ўзгармас бўлиб, ўртача — 40°С ни ташкил қилади. Тахминан 25 км баландликдан бошлаб, ер атмосферасининг температураси Қуёшнинг ультрабинафша нурланишини ютиши сабабли аста-секин кўтарилла боради.



Нима учун тропосферада баландлик ортиши билан температура пасайиб боради?

Баландлик ортган сари атмосферанинг зичлиги ҳам камайиб боради. Тахминан 6 км баландликда атмосфера зичлиги, Ернинг сиртига яқин жойдагидан атиги 2 марта кам бўлиб, юзлаб километр баландликдаги зичлиги эса, миллионлаб марта кам бўлади. Бундан ҳам баландда, бир нечта Ер радиусига тенг бўлган масо-

фада, ҳар 1 см^3 ҳажмда тахминан мингга яқин водород атоми учрайди холос.

Қуёшнинг нурланиши, Ер атмосферасининг юқори қатламларида кучли ионланишни ҳосил қилади. Атмосферанинг ионланган қатламлари и о н о с ф е р а дейилади.

Космик фазодан Ергача етиб келадиган нурланишнинг кўп қисмини унинг атмосфераси қайтаради ёки ютиб қолади. Жумладан, Қуёшнинг рентген нурланишларини ҳам атмосфера ўзидан ўтказмайди. Ер атмосфераси бизни микрометеоритларнинг узлуксиз бомбардимон қилишидан ҳам, жуда катта тезликда ҳаракатланадиган зарралар (асосан гелий атомларининг протонлари ва ядролари), яъни *космик нурларнинг* емирувчи таъсиридан ҳам сақлаб туради.

Ернинг иссиқлик балансини таъминлашда атмосфера жуда муҳим аҳамиятга эга. Қуёшнинг кўзга кўринадиган нурланиши ундан деярли кучсизланмасдан ўтади. У Ер сиртида бутунлай ютилади ва бунда Ер сирти исийди ва инфрақизил нурларни таркатади.

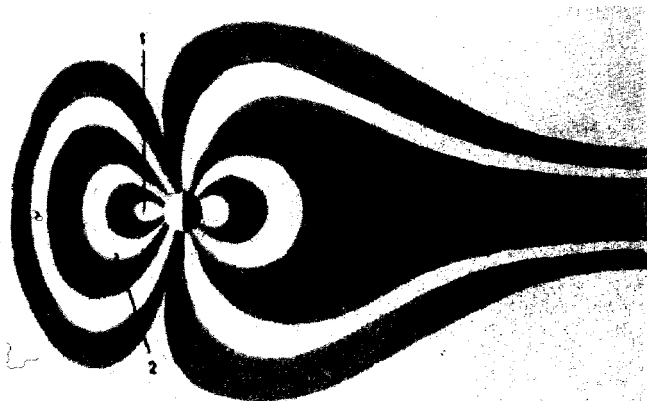
Нима учун ҳаво очиқ тунда об-ҳаво кўпроқ совийди?

Ҳозирги замон тасаввурларига кўра Ердаги ҳаёт фақат гидросфера ва атмосферанинг мавжудлиги туфайли вужудга кела олган. Шунинг учун экологик проблемалар, ноёб планетамизнинг *лабятини* сақлаб қолиш проблемаси кун сайин кўпроқ аҳамият касб этмокда.

3. МАГНИТ МАЙДОНИ. Ернинг магнит майдони етарли даражада кучли (тахминан $5 \cdot 10^{-5}$ Тл). Ердан узоклашган сари унинг магнит майдони индукцияси камайиб боради.

44-расм. Ер радиацион поясининг схемаси: 1— ички қисм, 2— ташқи қисм.

ҚУЁШ
ШАМОЛИ



Ерга яқин фазони космик аппаратлар ёрдамивла кузатиш, бизнинг планетамиз тез ҳаракатланувчи зарядланган элементар зарралардан -- протон ва электронлардан иборат бўлган қувватли *радиацион пояс* (минтақа) билан ўралганлигини кўрсатди (44-расм). Бу поясни юқори энергияди зарралар пояси ҳам дейилади.

Пояснинг ички қисми Ер сиртидан тахминан 500 -5000 км гача чўзилган. Радиацион пояснинг ташқи қисми 1--5 Ер радиусига тенг бўлган баландликлар орасида жойлашган ва у, асосан, энергияси ўн минглаб электрон-вольт (ички пояс зарраларининг энергиясидан 10 марта кам) бўлган электронлардан ташкил топган.

Радиацион поясни ташкил этган зарралар Куёш узлуксиз чиқариб турадиган зарралардан бир қисмини Ер магнит майдони томонидан тутиб қолиб йиғилиши билан тушуштирилади. Зарраларнинг ниҳоятда кучли оқимлари, Куёш чакнашлари дейиладиган Куёшдаги портлашлар томонидан юзига келтирилади. Куёш зарраларининг оқими 400--1000 км/с тезлик билан ҳаракатланади ва Ерга, бу оқимни келтириб чиқарган Куёшдаги чакнаш юз

45-расм. Қутб ёғдуси.



бергандан тахминан 1—2 кун ўтгач етиб келади. Бундай кучли корпускуляр оқим Ернинг магнит майдонини тўлқинлантиради. Натижада магнит майдонининг характеристикалари тез ва кучли ўзгаради, бу ҳол *магнит бўрони* дейилади. Компас стрелкаси тебранади. Ионосферанинг радиоалоқани бузадиган тўлқинланиши вужудга келади, *қутб ёғдулари* кузатилади (45-расм). Ҳар хил шаклдаги ва рангдаги қутб ёғдулари 80 дан 1000 км гача баландликда содир бўлади. Уларнинг пайдо бўлиши куйидагича кечади: қутблардаги зарралар магнит майдоннинг индукция чизиклари бўйлаб ҳаракатланиб, атмосферага киради: бу ерда индукция чизиклари Ер сатҳига деярли тик йўналган бўлади. Зарралар ҳаво молекулаларини бомбардимон қилиб, уларни ионлаштиради ва вакуум трубқадаги электронлар оқими сингари нурланишни вужудга келтиради. М. В. Ломоносов қутб ёғдулари электр табиатга эга, деган фаразни биринчи бўлиб айтган эди. Қутб ёғдуларидаги турли хил ранглار, атмосферадаги газларнинг турлича нурланишининг оқибатидир.

Шундай қилиб, биз Ерда ва унинг атмосферасида турли-туман процесслар юз бераётганини ва уларнинг кўпчилиги Ердан 150 млн. км узоқда жойлашган Қуёш билан боғлиқ эканини, яъни Ер космосдан ажралмаган жисм эканлигини билиб олдик.

4. КОСМИК ФАЗОНИ ТИՇЛИК МАҚСАДЛАРИДА УЗЛАШТИРИШДА СССР ЭРИШГАН ЮТУҚЛАР ВА ХАЛҚАРО ҲАМКОРЛИК. Қуёш системасидаги планеталар ва бошқа жисмларни ўрганишдаги эришилган ютуқлар астрономиянинг Ер ҳақидаги фанлар бўлиши — геофизика ва геология билан алоқасини мустаҳкамлашга имкон яратди. Меркурий, Венера, Марс, Ой ва бошқа йўлдошлар устида топография, радиофизика ва бошқа текширишлар ўтказиб олинган натижаларни ўрганувчи астроном, геофизик ва геолог олимлар, киёсий геология методидан фойдаланадилар. Бу, планетамизнинг келиб чиқишининг қадимий тарихини, фойдали ер ости қазилмаларининг шаклланиш қонуниятларини ва уларни Ерда кидиришни муваффақиятли ўтказишни чуқурроқ тушуниш имконини беради.

Космик техника фан, техника ва халқ хўжалигининг бошқа турли соҳаларида ҳам қўлланилади. Мамлакатимизнинг узоқ ва бориш қийин бўлган районлари билан узлуксиз радиотелеграф алоқаларини олиб бориш, телевидение ёрдамида хабарларни узатиш мақсадида «Молния», «Экран» ва «Горизонт» типидagi алоқа йўлдошларидан фойдаланилмоқда. Булардан баъзилари стационар орбиталарга чиқарилиб, улар аҳолиси кўп бўлмаган жойларда коллектив антенналар орқали телевизион кўрсатувларни қабул қилиш имконини берди.

Кейинги ўн йиллар ичида космик метеорология системаси барпо этилди, унинг асосий афзаллиги—тезкорлик ва олинаётган информацияларнинг кенг қўламлилигидадир. «Метеор» типидagi метеойўлдошлар, планетамиз устидаги булутларнинг тақсимланишини мукамал ўрганиш, циклонларнинг ҳолатини ва уларнинг ҳамда

атмосфера фронтларининг ҳаракат йўналишини ишончли аниқлаш, денгизлар ва океанлардаги музликлар аҳволини кузатиб бориш имконини бермоқда.

Космик маълумотлар, ўрмонлар ва қишлоқ хўжалик экинлари ҳолатини узлуксиз кузатиб туришни таъминламоқда. Бундай маълумотлар ердаги ҳамма ресурсларнинг эффективлигини аниқлаш, ўсимликларга тушадиган касалликларнинг манбаини ўз вақтида ошқор этиш, мамлакатимиз масштабида турли қишлоқ хўжалик экинларининг маҳсулдорлигини олдиндан белгилаш имконини бермоқда.

Одам бошқарадиган «Союз — Салют» орбитал комплексидан ҳар хил технологик тажрибалар — космик парвоздаги вазнсизлик ва одатдан ташқари бошқа шароитларнинг турли жараёнларга таъсирини ўрганиш, шунингдек, мазкур шароитда хоссалари олдиндан белгиланган моддаларни ва материалларни олишга қандай таъсир этишини ўрганиш каби тадқиқотлар ўтказилмоқда. Космонавтлар астрофизик, геофизик, метеорологик ва бошқа кузатишлар ўтказмоқда, очиқ космосга чиқмоқдалар, космонавтиканинг кейинчалик ривож топишида зарур бўладиган янги асбоблар ва илмий қурилмаларни текширишдан ўтказмоқдалар.

СССРнинг тинчликсевар ташқи сиёсати фан-техника тараққиётининг ана шу соҳасида ўзининг яққол ифодасини топмоқда. Орбитадаги экипажлар ичида ҳамма социалистик мамлакатларнинг, Ҳиндистон ва Франциянинг космонавт-учувчилари ҳам иш олиб бордилар. Инсон бошқарадиган ва автоматик станцияларда ўрнатилган илмий аппаратларни барпо этишда Ерга олиб келинган Ой тупроқлари намуналарини ўрганишда кўпгина давлатлар олимлари иштирок этдилар. Космик парвозларда олинган маълумотлар, қардош социалистик мамлакатлар мутахассислари томонидан ишлаб чиқилиб, улар томонидан илмий тадқиқотларда ва халқ хўжалигида фойдаланилади. Бизнинг мамлакатимиз «самовий урушлар» сиёсатига кескин қарши чиқиб, космик фазодан кенг халқаро ҳамкорликда, фақат тинчлик мақсадларида фойдаланиш тарафдоридир.

Космик техникадан халқ хўжалигида фойдаланиш жуда катта иқтисодий самаралар бериб, шундай тули-туман ишларни амалга ошириш имконини туғдираптики, уларни бошқа методлар билан бажариш ё қийин, ё умуман мумкин эмас. Космонавтиканинг инсон ҳаётидаги ва фан-техника тараққиётидаги роли кундан-кунга ошиб бормоқда.

8-топшириқ

Ўқитувчи тавсия этган адабиётдан фойдаланиб, 1) космос томон бўладиган навбатдаги илмий экспедиция ҳақида; 2) халқ хўжалигининг тармоқларидан бирида космик техникадан фойдаланиш ҳақида ахборот тайёрланг.

17. ОЙ — ЕРНИНГ ТАБИЙ ИУЛДОШИ

1. ОЙДАГИ ФИЗИК ШАРОИТЛАР. Ой бизга энг якин жойлашган осмон жисми бўлгани учун жуда яхши ўрганилган. Бизга якин бўлган планеталар Ойга караганда тахминан 100 марта узоқда жойлашгандир. Ой диаметри бўйича Ердан тўрт марта, массаси жихатидан 81 марта кичик. Унинг ўртача зичлиги $3,3 \cdot 10^3$ кг/м³ бўлиб, Ерникидан кам. Эхтимол, Ойнинг Ерникига ўхшаш зич ядроси бўлмаса керак. Ойда Қуёшнинг жазирама нурларини юмшатадиган ва космик нурлар ҳамда микрометеорлар окимидан саклайдиган атмосфера йўқ. Ойда булутлар, сув, туманлар, камалаклар, тонгда аста-секин шуълаланадиган шафақ ҳам йўқ. Соялар кескин чегараланган ва тим қора. Ойда сув буғлари ва атмосферанинг йўқлиги, Ой сиртида ўтказилган бевосита ўлчашлар билан исботланди. Ойни қуршаб олган жуда сийрак чанг қобиғи Қуёш ёруғлигини кучсиз бўлса-да, сочмаганда эди, Ой осмони кундузи ҳам худди космик фазодагидек қоронғу бўлиши керак эди.

Ой сиртига тушадиган метеоритларнинг узлуксиз келиб урилишлари, Ой сиртини майда парчалар ва чангларга айлантиради. Вакуум шароитида бу чанг молекуляр бирикмага айланиб, ғовак шлаксимон катлам ҳолга ўтади. Ой қобиғининг бундай тузилиши ундан иссиқлик кам ўтишини таъминлайди. Натижада ташқарида температура кескин ўзгарганда ҳам, Ойнинг унча чуқур бўлмаган катламида температура ўзгаришсиз қолади. Ой сиртидаги температуранинг кундан тунга ўтганда кескин ўзгариши сабаби, унда фақат атмосферанинг бўлмаслигигина эмас, балки Ойда кун ва тун узоқ вақт давом этиб, ҳар бири бизнинг икки ҳафта-мизга тўғри келиши билан ҳам тушунтирилади. Ойнинг Қуёшга қараган нуктасидаги температура $+120^{\circ}\text{C}$ га, тунги ярим шаридаги унга қарама-қарши нуктасида эса -170°C га тенг. Ойнинг бир куни давомидаги температура ана шундай ўзгаради.

Ҳар бир киши олиб бора оладиган қузатишлардан қайсилари Ойда кун билан тун алмашилиши мавжудлигини исботлайди?

2. ОЙНИНГ ТАШҚИ ТУЗИЛИШИ (РЕЛЬЕФИ). Галилей яшаган замондаёқ Ойнинг кўринадиган ярим шарининг картаси тузила бошланган эди. Ой сиртидаги қора доғлар «денгизлар» деб аталган. Булар текисликлар бўлиб, уларда бир томчи ҳам сув йўқ. Уларнинг тублари қора ва деярли текисдир. Ой сиртининг катта қисмини нисбатан ёруғ баландликлар — «материклар» эгаллаган. Ойда бир неча тоғ тизмалар бўлиб, уларга Ердаги каби Альплар, Кавказ ва ҳоказо номлар берилган. Тоғларнинг баландлиги 9 км га етади. Лекин ташқи тузилиш (рельефи) асосан кратерлардан иборат. Уларнинг баландлиги бир

неча километр бўлган ҳалқасимор кўтармалари диаметри 200 км гача бўлган доира шаклидаги катта чуқурликларни ўраб туради. Буларга Клавий ва Шиккард кратерлари мисол бўлади. Энг катта кратерларга олимларнинг номлари берилган. Жумладан, Ойда Тихо, Коперник, Улуғбек ва бошқа номли кратерлар бор.

Тўлиной пайтида дурбиндан Ойга караганда унинг жанубий ярим шарида диаметри 60 км бўлган Тихо кратери равшан ҳалқа шаклда ва ундан радиал йўналишда тарқалган ёруғ нурлар жуда яхши кўринади. Бу нурларнинг узунлиги Ойнинг радиусига яқин бўлиб, улар жуда кўп кратерларни ва қора бўлиб кўринадиган чуқурликларни кесиб ўтади. Нурлар равшан деворли кўплай майда кратерларнинг тизма кўринишда зич жойлашиши сабабли пайдо бўлиши аниқланди.

Кузатиладиган жойлар т е р м и н а т о р яқинида, яъни Ойда кундузи билан туннинг чегаралари яқинида бўлса, Ойнинг ташқи тузилишини ўрганиш жуда қулайдир. Чунки буңда ён томонга Куёш нурлари тушаётган кичик баланд-пастликлардан узун соялар чўзилиб, уларни кўришни осонлаштиради. Телескоп орқали бир соат давомида терминаторга яқин бўлган Ойнинг тунги томонида ёруғ нуқталарнинг пайдо бўлишини кузатиб бориш жуда қизиқдир; бу нуқталар Ой кратерлари кўтармаларининг чўққиларидир. Секин-аста коронғиликдан кратер кўтармасининг бир қисми — ёруғ гака шаклида чиқа бошлайди, лекин бу пайтда кратернинг туби ҳали бутунлай коронғиликда бўлади. Ой горизонтдан Куёш кўтарила бориб, аста-секин кратерни бутунлай намоён қилади. Бунда (яъни терминатор яқинида) кратерлар

қанча кичик бўлса, уларнинг шунча кўплигини яхши кузатиш мумкин. Улар кўпинча занжирсимон жойлашган ва ҳатто баъзан бир-бирининг устида «ўтирган» бўлади. Бу ҳолда, янги кратерлар эски кратерларнинг кўтармалари устида вужудга келган. Кратернинг марказида кўпинча унча баланд бўлмаган тоғ кўринади; аслида бу бир неча тоғчадан иборатдир (46-расм). Кратернинг деворлари ички томонга поғонали жарлик кўринишида кескин энқайиб тушган бўлади. Кратерларнинг туби уни ўровчи текислик сиртидан анча паст бўлади.

Ойнинг бутун сирти кичкина кратерлар — қия чуқурликлар

46-расм. Вулкан газлари ажралиб чиқаётганда кузатилган Альфонс цирки (автоматик станциянинг Ой яқинидан олган фотосурати).



билан копланган; бу майда метеоритларнинг Ой сиртига келиб урилиши натижасидир.

Ердан караганда Ойнинг фақат битта ярим шари кўринишини биламиз (47- расм, рангли вараққа қ.). 1959 йилда Ойнинг яқинидан учиб ўтган совет космик станцияси биринчи марта, унинг Ердан кўринмайдиган ярим шарини фотосуратга олган. Бу, бизга кўринадиган ярим шаридан катта фарқ қилмаса-да, лекин унда «денгиз»лар кам (48-расм). Эндиликда бу ярим шарининг, Ой томонга учирилган автоматик станцияларнинг яқиндан туриб олган жуда кўп фотосуратларига асосланган, мукаммал карталари тузилган. Аппаратлар бир неча марта Ой сиртига ҳам кўндирилган. 1969 йилда Ой сиртига биринчи марта иккита америкалик астронавт космик аппаратларда кўндилар. Ҳозиргача Ойда АКШнинг олтита экспедицияси бўлиб, уларнинг ҳаммаси Ерга эсон-омон қайтган. Астронавтлар Ой сиртида фақат юрмай, улар махсус вездеходда саёҳат ҳам қилдилар. Ой сиртида улар турли аппаратларни, жумладан «ой қимирлаши»ни қайд қиладиган сейсмографларни ўрнатдилар ва уларни у ерда қолдириб, Ой тупроғидан намуналар олиб қайтдилар. Совет олимлари Ой жинсларидан намуналарни унинг турли жойларидан автоматлар ёрдамида олиб ўргандилар. Мазкур автоматлар Ердан юборилган буйруққа мувофиқ Ой тупроғидан намуналар олиб, сўнгра Ерга қайтди.

Ой моддаларининг намуналари устида ўтказилган химиявий анализлар Ой жисмлари Ергагидек турли-туман эмаслигини ва уларнинг таркиби базальт таркибига ўхшашлигини кўрсатди.

Ойга, шунингдек, у ерда кўпгина илмий ўлчашлар ва тупроқлар устида анализлар ўтказган ва Ой сиртида бир неча ўн километр масофаларни босиб ўтган ўзи юрадиган совет автоматик лабораториялари — *луноходлар* юборилган. Ой сиртида, Ердан текис бўлиб кўринадиган жойларда ҳам, воронкалар кўп ва у ҳар хил катталиқдаги тошлар билан тўла. Ердан туриб радио орқали бошқариладиган луноход, Ерга телевидение орқали юборилган жойнинг кўринишларини ҳисобга олиб, «қадам-бақадам» силжиб борган. Совет фанининг бу буюк ютуғи Ердан жуда узоқда жойлашган бошқа бир осмон жисмининг сиртидаги физик шароитларни бевосита текшириш жиҳатидан муҳимдир.

Совет космик станциялари Ойнинг магнит майдони ва радиацион пояслари йўқлигини исботлади.

Ой рельефи ва унинг келиб чиқишини ўрганиш шунинг учун ҳам қизиққи, Ой ўз сиртида қадимий геологик ҳодисаларнинг нишонларини саклаб қолган, чунки сув ва шамол Ой қобиғини емирмайди. Аммо Ой мутлақ ўлик дунё эмас. 1958 йилда совет астрономи *Н. А. Козирев* Альфонс кратерида Ой бағридан газлар чиқаётганини пайқади.

II Ойнинг сунъий йўлдошининг ён томондан олган ушбу фотосуратиغا қараб (49-расм), Коперник кратери кўтармасининг ички кўринишини ва марказий тоғчасини диққат билан қараб чиқинг.

Ой рельефининг шаклланишида, афтидан, ҳам ички, ҳам ташки кучлар қатнашган. Тектоник ва вулкон ходисаларининг роли шубҳасиздир, чунки Ойда Гавай оролларидаги лавали кўлларга ўхшаш жойлар ва кратер тизмалари бор. Ойдаги «денгизларга» келганда, улар афтидан, Ой қобиғининг эриши ва лаваларнинг Ой сиртига қуйилиши натижасида ҳосил бўлган. Лекин Ойда ёши 2 млрд йилдан кам бўлган жинслар топилмаган, бу ҳол у ерда магма ва вулканлар активлиги тўхтаганига анча бўлганлигини кўрсатади.

Ой кратерларидан кўпчилиги метеоритлар ва хатто, астероидларнинг келиб урилишидан пайдо бўлган. Ерда ҳам ана шундай урилиш натижасида пайдо бўлган кратерлар бор (60-расмга қаранг).

Планеталар системасидаги баъзи бошқа жисмларда, масалан, Марсда ва Меркурийда топилган жуда кўп кратерларнинг келиб чиқиши ҳам Ой кратерларининг келиб чиқишига ўхшаса керак. Кратерларнинг бундай тез суръатда ҳосил бўлиши, афтидан, метеоритларнинг тушиш тезлигини камайтиришга кучи етмайдиган атмосферанинг уларда сийрак бўлиши билан боғлиқдир.

49-расм. Коперник кратери марказидаги «Марказий тоғча» (Тоғ тизмаси) ва ичига қараб ўйилган кратернинг бир қисми (кратернинг фотосуратини Ойнинг сунъий йўлдоши олган. Ердан бу кратер худди Альфонс циркига ўхшаб кўринади).



15-машқ

1. Ердан кўринадиган юлдуз туркумлари Ойдан ҳам (худди ўша тарзда) кўринадими?

2. Ердан қараганда Ойнинг четидаги тоғнинг баландлиги 1" бўлган тишга ўхшаб кўринади. Унинг баландлигини километрларда ҳисобланг.

9-топшириқ

12. 4-§ даги формуладан фойдаланиб, Ойдаги Альфонс циркининг диаметрини 47-расмдан ўлчаб аниқланг; бунда Ойнинг кўринма бурчак диаметри 30' га, узоқлиги эса 380 000 км га тенг деб олинг.

18. ЕР ГРУППАСИДАГИ ПЛАНЕТАЛАР

Ер группасидаги планеталар — Меркурий, Венера, Ер ва Марс бўлиб, гигант планеталардан ўзларининг ўлчамлари, массасининг камлиги, зичлигининг катталиги, ўз ўқи атрофида секин айланиши, атмосферасининг анча сийраклиги, йўлдошларининг бўлмаслиги ёки кам бўлиши билан фарқланади.

Хозирги вақтда бу группадаги планеталарни (шу жумладан Ойни ҳам) текшириш комплекс характерга эга бўлиб, у фақат астрономларнигина эмас, шунингдек бошқа соҳадаги мутахассислар: геологлар, геофизиклар, топографлар, радиоинженерлар ва бошқаларнинг ҳам диққатини жалб этмокда; планеталарни ўрганишда улар Ердаги шаронгда яхшилаб тажрибадан ўтказилган ва планеталар сиртининг ва атмосферасининг тузилиши ҳақида ишончли маълумотлар олиш имконини берадиган методлардан фойдаланадилар.

1. МЕРКУРИЙ (Уторуд). Қуёшга энг яқин бўлган Меркурий планетаси Ойдан бир оз катта, лекин унинг ўртача зичлиги Ерникига жуда яқин. Радиолокацион кузатишлар Меркурийнинг ўз ўқи атрофида ниҳоятда секин айланаётганини кўрсатди. Унинг юлдуз суткаси, яъни унинг юлдузларга нисбатан ўз ўқи атрофида айланиш даври, бизнинг суткалар билан ҳисоблаганда 58,65 суткага тенг. Бу планетада Қуёш суткаси (яъни иккита кетма-кет келадиган туш вақтлари орасида ўтган вақт) тахминан 176 Ер суткасига тенг. Бу давр Меркурийнинг икки йилига тенг, чунки Меркурий Қуёш атрофини 88 Ер суткасида бир марта тўла айланиб чиқади.

Меркурийда атмосфера деярли йўқ. Шунинг учун унинг кундузги ярим шари жуда кизиб кетади. Меркурийнинг Қуёшга қараган томонида температура $+400^{\circ}\text{C}$ дан ортиқроқ бўлиши аниқланган. Бундай температурада кўрғошин, қалай ва хатто рух ҳам эрийди.

Меркурийнинг сирти кратерлар билан шундай зич қопланганки, унинг фотосуратларини Ойникидан ажратиш қийин (50-расм). Улар сиртларидан ёруғликни қайтариш ва устки қат-

ламидан иссиқликни ўтказиш хусусиятлари билан ҳам бир-бирига ўхшашдир.

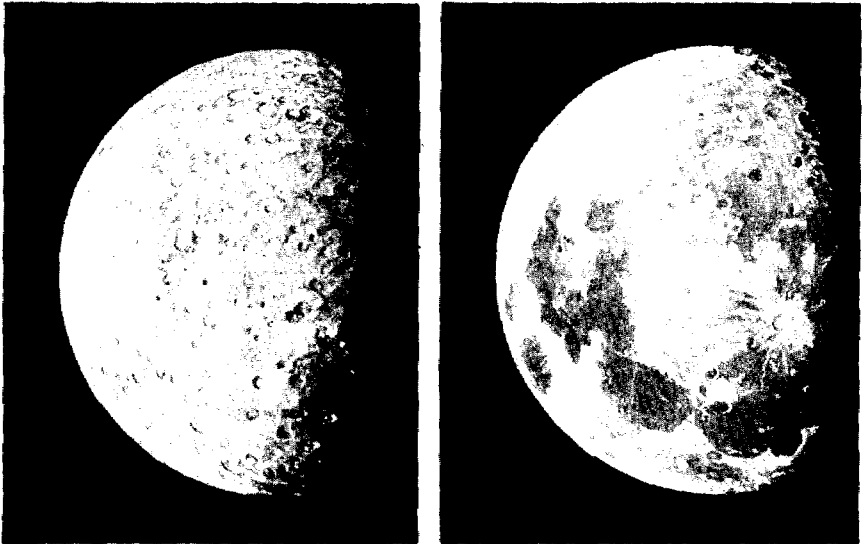
Меркурийда, Ой «денгизлари»га ўхшаш, паст текисликларнинг кам бўлиши кўзга ташланадиган фарқланиш ҳисобланади. Ундаги энг катта денгиз — *Жазирама денгизининг* диаметри тахминан 1 300 км га тенг.

2. ВЕНЕРА. Бу планета фақат массаси ва ҳажми жиҳатидан Ердан бир оз кичик. Ломоносов ва унинг замондошлари Венерада атмосфера мавжудлигини аниқладилар. Ломоносов ундаги атмосферанинг Ер атмосферасидан зичроқ бўлишини тўғри тахмин қилган. Венера фақат радиотўлкинларнигина ютмай ўтказадиган туташ оқ булутлар билан қопланган. Радиолокацион кузатишлар, Венеранинг ўз ўқи атрофида айланиши, ҳамма планеталарнинг (Урандан ташқари) ўз ўқи атрофида айланишлари ва ўзининг Куёш атрофида айланиши йўналишига тесқари эканлигини кўрсатди. Унда бир Куёш сутқаси 117 Ер сутқасига тенг.

Венера ўқининг ўз орбита текислигига оғмалиги тўғри бурчакка яқин, шунинг учун Куёш унинг Шимолий ва Жанубий ярим шарларини доимо бир хил ёритиб туради.

1961 йилдан бошлаб Венерага совет автоматик станцияларини учуриш бошланди. Венера сиртига парашютда туширилган баъзи станциялардаги автоматик асбоблар планета атмосфрасининг турли баландликларидаги ва планета сиртидаги характе-

50- расм. Бир хил фазадаги Ой билан Меркурийни солиштириш: Ой-чапда, Меркурий — ўнгда (бу фотосуратнинг масштаби бир хил эмас).



ристикаларини ўлчаб, олинган маълумотларни радио орқали Ерга етказиб берган. Бу асбоблар Венерада магнит майдони борлигини аниқ кўрсатмади. Улар планета сиртидаги температура $+470-480^{\circ}\text{C}$ ва атмосферасининг босими, Ердагига ($\approx 10^7$ Па) қараганда, тахминан 100 марта ортик эканини қайд қилдилар. Венера атмосферасининг 97% и карбонат ангидриддан ташкил топганлиги маълум бўлди. Азот ва инерт газлар фақат бир неча процентни, кислород тахминан 0,1% ни, сув буғлари эса, бундан ҳам кам миқдорни ташкил этади.

Венера атмосферасида момақалдинок разрядлари (чакмок чакнашлари) қайд қилинган.

Венера атмосферасининг пастки қатламлари ва унинг сиртидаги температуранинг бунчалик юқори бўлиши, асосан «парник эффекти» деб аталадиган эффектнинг таъсири натижасидир. Қуёшдан келадиган ёруғлик нурларининг энергияси атмосфера-нинг пастки қисмларида ютилиб қолади ва инфракизил нурлар тарзида қайта нурланиб, атмосферанинг булутли қатламида, худди парникдаги иссиқликдек ушланиб қолади. Баландлик ошган сари температура пасая боради ва Венеранинг стратосферасида совуқ-аёз хукм суради.

Кўзга кўринадиган нурларда Венера булути ниҳоятда бир жинсли ва оқ бўлиб кўринса-да, ультрабинафша нурларда унинг атмосферасининг юқори қатламларида вужудга келадиган газ

ҳаракатлари борлигидан хабар берадиган булутли қатламнинг тузилиши яққол кўринади (51-расм). Атмосферанинг пастки қатламларида тезлиги секунди-га бир неча метр бўлган шамол тахминан 50 км баландликда 60 м/с тезликга етади. Венера булутлари (афтидан, бошқа химиявий бирикмалар бир оз аралашган сульфат кислота томчиларидан иборат) орасидан планетанинг сирти кўринмайди. Ҳам Ердан, ҳам планеталараро автоматик станциялардан туриб ўтказилган радиолокацион тадқиқотлар Венера сиртининг тузилишини ўрганишга имкон яратди. Унинг сиртида тоғ тизмалари ва кратерлар борлиги аниқланди.

Венера сиртидаги жисмларда мавжуд бўлган радиоактив калий, уран ва торийларни ана-

51-расм. Булутлар билан ўралган Венеранинг космик станция ёрдамида олинган фотосурати.



лиз қилиш улар Ердаги базальт жинсларга ўхшаш эканини кўрсатди.

Венера сиртига қўндирилган совет автоматик станцияларидаги телевизион камералар дунёда биринчи марта ўз атрофидаги тошли жонсиз Венера манзарасини 1975 йилда кора-ок тасвирларда («Венера-9 ва -10»), 1982 йилда эса рангли тасвирларда («Венера -13 ва -14») Ерга узатди. Венера атмосфераси Совет станциялари планетага олиб борган ҳаво шарларидаги илмий аппаратлар ёрдамида ўрганилди. 1986 йилда Венерани ва Галлей кометасини яқин масофадан туриб текшириш мақсадига учирилган «Вега-1 ва -2» станциялари (бу ном Ве(нера) ва Га(ллей) лардан олинган) шулар жумласидандир.

Афтидан, фақат келажакдаги текширишларгина ўз катталиклари ва массаси билан Ерга жуда ўхшаш бўлган бу планета ўзининг эволюцияси давомида қатор характеристикаларига кўра бизнинг планетамиздан нима учун кескин фарқланиб қолди, деган саволга жавоб бериши мумкин.

Икки қўшни планета табиатларида муҳим фарқлар бўлишига карамай, Венера атмосферасидаги процессларни текшириш Ер метеорологияси муаммоларини ҳал этишда зарур бўладиган талай фойдали маълумотларни олиш имконини бериши билан муҳим ҳисобланади.

3. МАРС. Марс — диаметри жиҳатидан Ердан икки марта кичик. Унинг орбитаси сезиларли катта эксцентриситетга эга, шунинг учун Марс рўпара туриш даврида ўз орбитасининг перигелийи яқинида бўлганда, у осмонда равшанлиги жиҳатдан Венерадан кейинги ёриткич ҳисобланади. Бундай рўпара туришларни б у ю к р ў п а р а т у р и ш л а р дейилиб, улар ҳар 15 ва 17 йилда бир марта такрорланиб туради.

Венера сиртининг «Венера—14» ПАС Ерга юборган манзараси.



Марснинг йили Ердагига қараганда қарийб икки марта узун, планета айланиш ўқининг орбита текислигига оғмалиги Ерникига ўхшаш бўлгани учун унда ҳам йил фасллари кузатилади.

Мактаблар учун чиқарилган телескоп ёрдамида Марс сиртида оқ кутб қалпоқларини, тўқ сариқ-қизил рангдаги Марс «чўллари» фонида қора доғлар «денгизлар» ни пайкаш мумкин.

Марс атрофи орбитасига чиқарилган автоматик станция лабораториялари Ерда юборилган командага мувофиқ планетанинг сиртини фотосуратга олди ва мавжудлиги анча олдин исботланган атмосферасини ўрганди. Планета атмосферасининг ниҳоятда сийраклиги ва ундаги босим ер атмосферасидаги босимга қараганда тахминан 100 марта камлиги маълум бўлди. У асосан карбонат ангидриддан иборат бўлиб, унда кислород ва сув буғлари жуда оз.

Марсдаги шароитлар жуда кескин. Унинг экваторидаги температура хатто ёзда ҳам камдан-кам 0°C гача кўтарилади, кечалари эса ҳарорат қаҳратон совуқ даражасигача (-70 ; -100°C) пасаяди. Марс температурасининг суткалик ўзгариши $80-100^{\circ}\text{C}$ га етади.

Нима учун Марсда температуранинг сутка давомида ўзгариши Ердагига қараганда кескин бўлади?

Айниқса кутбларда совуқ (-130°C гача) бўлади. Бундай шароитда фақат сувгина эмас, балки кутбларда (планетанинг бошқа жойларида ҳам учрайдиган) оқ қалпоқлар шаклидаги яхши кўринадиган карбонат ангидрид ҳам музлайди.

Марс атмосферасида, Венера атмосферасидан фаркли ўларок,



фақат баъзи вақтлардагина сийрак оқ булутларни ва туманликларни (кўпинча қутб қалпоқлари устида) кузатиш мумкин.

Марсда баъзан атмосферага ниҳоятда кўп миқдордаги чанг зарраларини кўтарадиган ва ойлаб давом этадиган кучли чанг бўронлари бўлади. Шундай бўронлар асосида у ерда Марснинг тўқ сариқ рангда бўлишини тушунтириб берадиган кумли саҳроларнинг борлиги исботланди. Кучли чанг бўронларнинг мавжудлигига қараганда Марсда секундига ўнлаб метр тезликда ҳаракатланадиган кучли шамоллар бўлиб туриши мумкин.

Марс сиртига бир неча космик аппарат қўндирилган. Планетанинг ҳар хил масофадан олинган минглаб фотосуратлари бўлиб, улар асосида Марс сиртининг мукамал карталари тузилган.

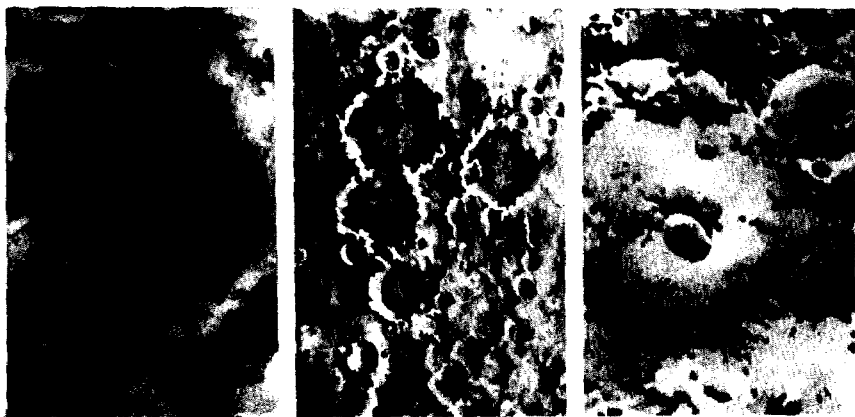
Марс Ой ва Меркурий сингари, кратерлар билан қопланган (52-расм). Марсдаги кратерларнинг ташки кўриниши планета сиртининг нураш ва яссиланиш ходисаларидан ҳоли эмаслигини кўрсатади. Марсда бир неча гигант, афтидан, ўчганига анча бўлган вулқонлар борлиги маълум бўлди. Улардан энг каттасининг баландлиги 27 км га тенг. Планета сиртидаги айрим соҳалар оралиғида Ердагига ўхшаш кескин баландлик ўзгаришлари мавжуд. Марсда чуқур жарликлар ҳам аниқланган бўлиб, улар ўз масштаблари ва шакллари билан Ердаги қуриб қолган дарёларнинг ўзанларига ўхшайди.

Планета сиртида унинг тупроғини автоматик станциялар ёрдамида олиб борилган текширишлар Марс жинсларининг Ер ва Ой жинсларига ўхшашлиги, мазкур жинсларнинг қизғиш ранги эса, унда темирнинг гидрат оксидлари борлиги ҳақида худоса чиқаришга олиб келди.

Марснинг магнит майдони Ерникига қараганда анча кучсиз.

Органик бирикмалар ва тирик организмларни (бактериялар

52-расм. Марс, Ой ва Меркурий кратерларини солиштириш (чапдан ўнгга).



кўринишида бўлса ҳам) топшиш мақсадида «Викинг-1 ва -2» автоматик космик аппаратлар ўтказган биологик тажрибалар ижобий натижаларга олиб келмади

16-машқ

1. Агар Ердан телескопда қаралганда Ойдаги 1 км катталиқдаги объектлар кўринса, у ҳолда Ердан ўша телескопдан Марсга қараб буюк рўпара туриш даврида (55 млн. км масофада бўлганда) Марсга қараб ўндаги қандай энг кичик катталиқдаги объектларни кўриш мумкин?
2. Қуёшнинг Марсдан туриб кузатиладиган бурчак диаметри қанчага тенг бўлар эди?

19. ГИГАНТ ПЛАНЕТАЛАР

1. ГИГАНТ ПЛАНЕТАЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ. Тўртта гигант планетадан энг каттаси ва бизга ҳамда Қуёшга энг яқини Юпитер бўлиб, у бошқаларидан яхшироқ ўрганилган. Юпитернинг айланиши ўки ўзининг орбита текислигига деярли тик, шунинг учун унда йил фасллари бўлмайди.

Хамма гигант планеталарнинг ўз ўки атрофида айланиши анча тез, зичлиги эса кам бўлади. Бунинг натижасида улар сезиларли катта сиқикликка эга.

Хамма гигант планеталар катин атмосфера қатлами билан ўралган, улар ўз ўки атрофида тез айланиши сабабли биз уларда фақат экваторга параллел ҳолда чўзилиб сузиб юрган булутларининг кўрамини кўраемиз.

В Иловадаги маълумотлардан фойдаланиб, Ер ва Юпитер айланишларининг экваторларидаги чизикли ва бурчак тезликларини ҳисобланг.

Юпитердаги чўзилган булутлар тасмаси хатто кичик телескопда ҳам кўринади (форзацга қаранг). Юпитер зоналарга бўлиниб айланади — кутбларга қанча яқин бўлса, айланиш шунча секин бўлади. Экваторда унинг айланиш даври 9 соат 50 мин., ўрта кенликларда эса, бир неча минут ортик бўлади. Бошқа гигант планеталар ҳам ўз ўқлари атрофида шунга ўхшаб айланадилар.

Гигант планеталар Қуёшдан жуда узоқда бўлгани учун уларнинг температураси (ҳеч бўлмаганда, уларнинг булутлари устидаги температура) жуда паст. Юпитерда — 145°C , Сатурнда — 180°C , Уранда ва Нептунда бундан ҳам паст.

Гигант планеталар атмосфераси асосан молекуляр ҳолдаги водороддан иборат, унда метан CH_4 бор, афтидан, гелий кўп, Юпитер ва Сатурн атмосфераларида эса, аммиак NH_3 ҳам бор. Юпитердан узоқроқдаги планеталарнинг спектрларида NH_3 га тегишли чизикларнинг бўлмаслигига сабаб, у ерда аммиак музлаган ҳолдалиги билан тунунтирилади. Аммиак паст темпера-

турада конденсацияланади, шунинг учун эҳтимол, Юпитердаги кўринма булутлар шу ҳолдаги аммиакдан ташкил топгандир.



Планеталардаги булутларнинг химиявий таркиби турли-туман. Бу булутларнинг умумий хусусиятлари қандай? Турли планеталардаги булутларнинг келиб чиқиши қандай процессларга асосланган?

Атмосферанинг булутли ва у билан кўшни бўлган қатламларига таъсир кўрсатадиган кучли ҳаракатлар турғун характерга эга. Чунончи, Юпитерда қарийб 300 йил давомида кузатилиб келинаётган машҳур Қизил доғ ана шундай турғун атмосфера «уюрма»сидан иборат.

Турли планеталар атмосфераларида юз бераётган жараёнларни ўрганиш, Ер метеорологияси ва климатологиясига ёрдам бермокда.

Гигант планеталарнинг водород ва гелийдан ташкил топган моделлари назарий ишлаб чиқилган. Юпитер ички тузилишининг моделига тегишли ҳисоблашлар планета марказига яқинлашган сари водород узлуксиз равишда газсимон, газ-суюқлик ва суюқлик фазаларига ўтиб боришини кўрсатди. Температураси Кельвин шкаласида бир неча минг градусгача кўтарилиши мумкин бўлган планета марказида металллар, силикатлар ва босим тахминан 10^{11} Па га етганда, металл фазасига ўтадиган водороддан ташкил топган суюқ ядро жойлашган. 1975 йилда Ерда, водороднинг металл фазаси тажрибада олиниши, гигант планеталарнинг ички тузилишига онд келтирилган назарий ҳисоблашларнинг асосли эканини тасдиқлайди.

Юпитерда магнит майдон мавжудлиги туфайли, у Ердагига ўхшаш, лекин ундан анча катта кувватга эга бўлган радиацион поясга эга. Юпитернинг магнитосфераси миллионлаб километрларга ёйилган бўлиб, тўртта энг катта йўлдошларигача чўзилгандир. Юпитер радионурланиш манбаи ҳисобланади. Қосмик аппаратлар унинг сиртида кувватли яшин чакнашларини қайд қилган.

Планеталар ҳақидаги қолган маълумотлардан Ураннинг ўз ўқи атрофида, Венера каби, ҳамма планеталарнинг айланиш йўналишига қарама-қарши бўлиши диққатга сазовордир. Бундан ташқари, у ёнбошида ётиб айланаётганга ўхшайди, шунинг учун йил давомида планета сиртининг равшанлиги сезиларли ўзгариб туради.

Энг узоқ планета — Плутон — гигант планета эмас. Бу унча катта бўлмаган ва яхши ўрганилмаган совуқ планета бўлиб, унинг бир йили 250 Ер йилига тўғри келади.

2. ПЛАНЕТАЛАРНИНГ ЙҮЛДОШЛАРИ ВА ҲАЛҚАЛАРИ. Меркурий ва Венеранинг йўлдошлари йўқ. Ернинг ягона йўлдоши *Ой* бўлиб, унинг диаметри Ерниқидан фақат 4 марта кичик. Плутоннинг битта

йўлдоши — *Харон* топилган бўлиб, катталиги жиҳатидан у планетадан икки марта кичик. Марснинг иккита — *Фобос* ва *Деймос* йўлдошлари бор (53-расм). Қолган планеталарнинг йўлдошлари кўп, лекин улар ўз планеталаридан жуда ҳам кичикдирлар. Гигант планеталар яқинидан учиб ўтаётган деярли ҳамма космик аппаратлар бу планеталарнинг илгарилари бизга номаълум бўлган майда йўлдошларини ошкор қилмоқда. Жумладан, охириги вақтларда Ураннынг яна 8 та йўлдоши кашф этилди.

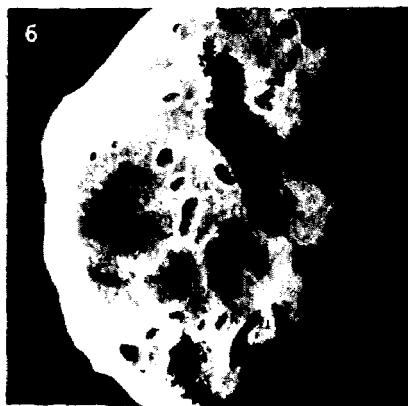
Жадвалдан (V иловага қаранг) йўлдошлари энг кўп бўлган планеталарни топинг.

Йўлдошлардан энг йириги — *Титан* (Сатурннинг йўлдоши) ва *Ганимед* (Юпитернинг учинчи йўлдоши). Улар диаметрлари бўйича Ойдан 1,5 марта ва Меркурийдан озгина катта. Титан, атмосфераси асосан азотдан ташкил топган ягона йўлдошдир.

Планеталаро автоматик станциялар ёрдамида Марс йўлдошларининг ва гигант планеталар йўлдошларидан кўпларининг аниқ фотосуратлари яқиндан туриб олинди. Бу расмларда йўлдошларнинг сиртидаги жуда кўп деталлар: кратерлар, ёрилган жойлар, айрим нотекисликлар яхши кўриниб туради. Юпитер ва нисбатан узокдаги бошқа планеталарнинг йўлдошлари ўнлаб километр калинликдаги чангли муз қатлами билан копланган. Юпитер йўлдоши — *Иода* ҳаракатдаги бир неча вулқон борлиги фотосуратга олинган. Ҳамма йўлдошлар, хатто энг майда, катталиги тахминан 20 км бўлган Марснинг йўлдошлари ҳам асосан метеорит урилишидан пайдо бўлган кратерлар билан копланган (53-расмга қаранг).

Ой сингари жуда кўп йўлдошлар ўз планеталарига ҳамма

53-расм. Марснинг йўлдошлари: а — Деймос, б — Фобос.





А. А. Белопольский [1854—1934].

Совет астрономи, астрономик жисмларни текширишда ҳозирги замон спектрал метод асосларини яратган олимлардан бири. Доплер эффектини амалда исботлаган ва жуда кўп юлдузларнинг нурий тезлигини аниқлаган. Сатурн ҳалқаларини текшириб, уларни майда космик жисмлардан ташкил топганини исботлаган.

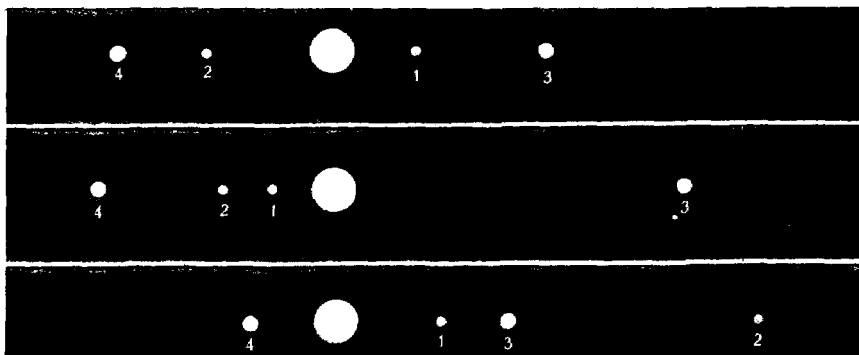
вакт бир томони билан ўгирилган бўлади. Бундай ҳол, уларнинг ўз ўқлари атрофида айланишининг юлдуз даврлари, ўз планеталари атрофида айланиш даврларига тенглиги туфайли содир бўлган.

Юпитернинг тўртта энг йирик йўлдошини дурбинда ҳам кўриш мумкин. Телескоп ёрдамида йўлдошларнинг бир неча соат давомида кузатиб, улар қандай масофага силжиётганини (54-расм), баъзан Юпитер билан Ер оралигидан ўтаётганини, баъзида эса Юпитер гардишининг орқа томонига яширинаётганини (тутилаётганини) ёки унинг соясидан ўтишини кўриш мумкин. Йўлдошларнинг бундай тутилишлари такрорланишини кузатиб борган Ремер XVII асрда ёруғликнинг тарқалиш тезлигининг чекланганлигини кашф этди ва бу тезликнинг қийматини аниқлади.

Планеталарнинг кўпчилик йўлдошлари ўзининг ажойиб харақати билан ажралиб туради; масалан, *Фобос* Марс атрофида планетанинг айланишига караганда уч марта тезроқ айланади. Шу сабабли у Марсдаги кузатувчи учун бир суткада икки марта гарблан чиқади, яъни осмон гумбазида юлдузларнинг суткалик айланишига қарама-қарши юриб, ўз фазаларини тўла икки марта ўзгартади. Марснинг йўлдошлари унинг сиртига яқин жойлашган. *Фобос*, Марс сиртидан планетанинг диаметридан ҳам кичик масофада ётади.

Юпитер ва Сатурннинг узок йўлдошлари жуда кичик бўлиб, шар шаклида эмас; улардан баъзилари ўз планетаси атрофида, планетанинг ўз ўқи атрофида айланишига қарама-қарши йўналишда айланади. Уран йўлдошларининг орбита текислиги планетанинг экватор текислигига яқин ва бинобарин, унинг орбита текислигига деярли тикдир.

Гигант планеталар учун уларнинг атрофида кўп йўлдошларнинг айланишигина эмас, шунингдек, халқаларнинг ҳам мавжуд-



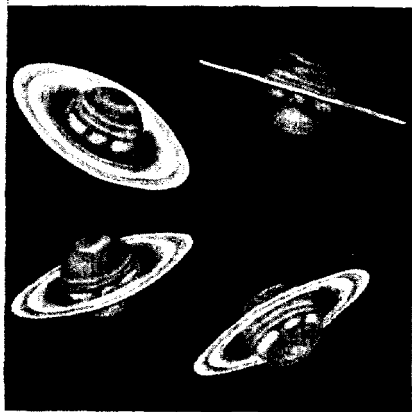
54- расм. Юпитернинг тўртта асосий йўлдоши вазиятларининг кетма-кет уч кундаги ўзгариши.

лиги характерлидир. Аммо Ердан қараганда телескопда фақат қалинлиги бир неча юз метрдан ошмайдиган Сатурнни ўраб турадиган ёруғ халқанигина кўриш мумкин. У планетанинг экватор текислигида жойлашган бўлиб, унинг орбита текислигига оғмалиги 27° . Шунинг учун Сатурннинг Қуёш атрофидаги 30 йиллик айланиш даврида ҳалқа бизга гоҳ деярли очилган ҳолда, гоҳ ён томонидан кўринади; Ҳалқа ён томони билан ўгирилганда уни ҳатто катта телескоплар ёрдамида ҳам кўриш қийин бўлади (55- расм). Ҳалқанинг кенглиги Ер шари диаметридан бир неча марта катта.

Рус олими А. А. Белопольский (1854—1934) халқанинг спектрини ўрганиб, Сатурннинг халқаси туташ бўлмай, балки жуда кўп майда зарралардан ташкил топган бўлиши ҳақидаги назарий хулосани тасдиқлади. Спектрдан у, Доплер эффектини қўллаб, халқанинг ички қисми ташки қисмига қараганда, Кеплернинг III қонунига мувофиқ, тезроқ айланишини исботлади.

Сатурн томон учирилган автоматик станциялар юборган фотосуратлар, унинг халқаси бир-биридан қора оралиқлар билан ажралган бир неча юз алоҳида ва ингичка «халқачалар» дан ташкил топганлигини кўрсатди. Халқачаларнинг бундай тузилиши планета атрофидаги кўп сонли йўлдошларнинг халқани ташкил этган модда заррачалари ҳаракатига гравитацион таъсири туфайли бўлса керак, деб гумон қилинади.

55- расм. Сатурн халқаси кўринишининг ўзгариб бориши.



Сатурн ҳалқалари системаси ё планетанинг бир вақтлар мавжуд бўлган йўлдошининг парчаланиши (масалан, уни бошқа йўлдош ёки астероид билан тўқнашиши) натижаси, ёки Сатурннинг узок ўтмишда йўлдошлари таркиб топган модда қолдиғи бўлиб, бу қолдик, планетанинг тортиш кучи таъсирида алоҳида йўлдошлар бўлиш учун «йиғила» олмаган деб тахмин қилинади.

Марснинг йўлдошлари ва гигант планеталарнинг ўзидан узокдаги майда йўлдошлари қадимда, афтидан, астероидлар бўлиб, уларни планеталар ўз тортиш кучлари билан забт этганлар.

Яқинда Уран ва Юпитер атрофида жуда хира ва ингичка ҳалқалар борлиги маълум бўлди. Уларнинг равшанлиги Сатурн ҳалқалари равшанлигига қараганда жуда хира. Катта планеталар атрофида ҳалқалар мавжудлигини совет олими *С. К. Всехсвятский* башорат қилиб айтган эди.

Планеталар ҳақидаги суҳбатга тайёрланишда V иловада келтирилган маълумотлардан фойдаланинг ва қуйидаги планга риоя қилинг:

1. Планета қайси гурпуага киради? Бу гурпуанинг ўзига хос характеристикалари.
2. Планеталарнинг ўлчамлари ва массалари.
3. Планетанинг Қуёшдан узоклиги.
4. Планетанинг ўз ўқи атрофида ва Қуёш атрофида айланиш даврлари.
5. Атмосферасининг характеристикаси.
6. Температура шароитлари.
7. Рельефи (Ёр гурпуасидаги планеталар учун).
8. Йўлдошларининг сони ва характеристикалари.

20. ҚУЁШ СИСТЕМАСИДАГИ КИЧИК ЖИСМЛАР

1. АСТЕРОИДЛАР. Кичик планеталар ёки а с т е р о и д л а р , асосан Марс ва Юпитер орбитаси оралиғида айланади ва бевосита қараганда кўринмайди. Биринчи кичик планета 1801 йилда кашф этилган ва уни анъанага кўра грек-рим мифологиясидаги номлардан бири — *Церера* деб аташди. Тезда бошқа кичик планеталар топилди ва уларга *Паллада*, *Веста* ва *Юнона* номлари берилди. Фотографиянинг қўлланиши натижасида ёруғлиги хира бўлган астероидлар кашф этила бошланди. Ҳозирги вақтда 3000 дан ортик астероидлар маълум. Миллиардлаб йиллар давомида астероидлар, вақт-вақти билан бир-бирлари билан тўқнашадилар. Бир қатор астероидлар шарсимон бўлмай, нотўғри шакларга эга бўлишлари ана шундай хулосага олиб келади. Астероидларнинг умумий массаси, Ер массасининг атиги 0,1 қисмига тўғри келади.

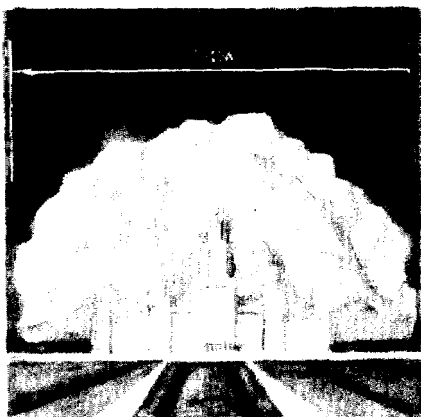
Энг ёруғ астероид — *Веста*, олтинчи юлдуз катталигидаги юлдузлардан ёруғ бўлмайди. Энг катта астероид — *Церера*. Унинг диаметри 800 км ва у Марс орбитасидан нарида бўлганидан қувватли телескоплар ёрдамида ҳам, унинг кичик юзасида

ҳеч нарса кўриб бўлмайди. Кашф этилган астероидлардан энг кичигининг диаметри бир километрга яқин (56-расм). Албатта, астероидларда атмосфера йўқ. Осмонда кичик планеталар юлдузларга ўхшаб кўринадилар, шунинг учун ҳам уларга астероидлар, яъни қадимги грек тилидан таржима қилиб, «юлдузсимонлар» деган ном берилган. Юлдузлар осмонида, улар ҳам планеталарга хос бўлган сиртмоксимон ҳаракат қиладилар. Баъзи астероидларнинг орбиталари ҳаддан ташқари катта эксцентриситетга эга. Бунинг оқибатида улар ўз орбиталарининг перигелийида Қуёшга Марсдан ҳам, ва ҳатто, Ердан ҳам, Икар эса Меркурийдан ҳам яқин келади (57-расм). 1968 йилда Икар Ерга 10 млн. километр масофадан ҳам яқин масофада бўлди, лекин унинг йўқ даражадаги тортиши Ерга ҳеч қандай таъсир кўрсатмади. Вакт-вакти билан Ерга *Гермес*, *Эрот* ва бошқа кичик планеталар яқинлашиб туради.

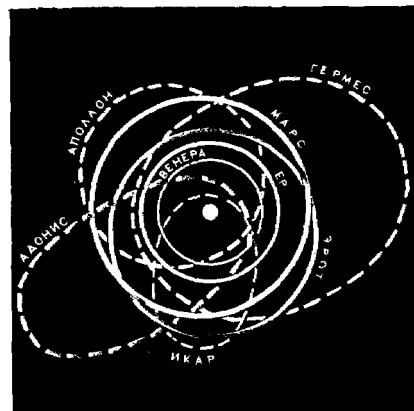
Ҳар йили янги астероидлар кашф этилмоқда. Янги майда планетани кашф этган кузатувчи, бу планетага ўзи ном қўйиш ҳуқуқига эга бўлиб, бу ном кейинчалик халқаро комитет томонидан тасдиқланади. Астероидларга кўпинча машҳур олимлар, қаҳрамонлар, санъат арбобларининг номлари берилади. Масалан, 1978 йилда кашф этилган астероидга, кейинчалик ушбу дарслик муаллифи шарафига *Воронвеля* деган ном берилди.

2. БОЛИДЛАР ВА МЕТЕОРИТЛАР. Табиатда жуда кам учрайдиган ва осмонда учиб ўтадиган олов шар болид дейилади (58-расм). Бу ҳодиса, атмосферанинг қалин қатламларига метеор жисмлар дейиладиган йирик каттик зарраларнинг келиб кириши туфайли содир бўлади. Зарралар атмосферада ҳаракатланганда секинлашиб, ишқаланиш натижасида кизийди ва унинг атрофида қизиган газлардан ташкил топган нурланувчи катта

56- расм. Энг кичик астероидлардан бирининг катталиги МДУ биноси билан солиштирилган.



57- расм. Орбитасининг эксцентриситети катта бўлган баъзи астероидларнинг орбиталари.



қобик ҳосил бўлади. Болидлар, кўпинча, сезиларли даражадаги кўринма диаметрға эға бўлиб, баъзида ҳатто кундузи ҳам кўринади. Диндор кишилар бундай олов шарларни, оғзидан олов чиқариб нафас олувчи учар аждаҳолар деб талкин қилганлар. Ҳавонинг катта қаршилигига дуч келган метеор жисмлар, кўпинча, парчаланиб кетади ва унинг парчалари Ерга гумбурлаган товуш чиқариб тушади. Метеор жисмларнинг Ерга тушган қолдиқлари метеоритлар дейилади.

Унча катта бўлмаган метеор жисмлар, баъзан, Ер атмосфера-сида бутунлай буғланиб кетади. Кўпчилик ҳолларда унинг массаси учиш вақтида емирилиб анча камаяди ва у ҳавонинг қаршилиги натижасида космик тезлигини йўқотиб, одатда, совишға улгурган метеорит қолдиқлари кўринишида Ерга етиб келади. Баъзан, бутун бир метеор ёмғири «ёғади». Метеоритларнинг сирти учиш даврида эрийди ва қора пўстлоқ билан қопланади. Ана шундай бир «қора тош» Маккадаги ибодатхона (каъба) деворига ўрнатилган бўлиб, бу тошға диндорлар сажда қилишади.

Метеоритларнинг уч хили маълум: *тошли*, *темирли* (59-расм) ва *тош-темирли*. Баъзан метеоритлар тушгандан кейин кўп йиллар ўтгач топилади. Айниқса, темир метеоритлар кўп топилган. СССР-да метеорит давлат мулки ҳисобланади ва уни ўрганиш учун илмий муассасаларға топшириш лозим. Радиоактив элементлар ва кўрғошиннинг миқдорига қараб, метеоритларнинг ёши аниқланади. Уларнинг ёши ҳар хил; энг қадимий метеоритларнинг ёши 4,5 млрд. йилға тенг.

Энг катта метеоритлардан баъзилари катта тезлик билан тушганда портлаб кетади ва Ойдаги кратерларни эслатадиган метеорит кратерларини вужудға келтиради. Яхши сақланган кра-

58- расм. Болиднинг учиши.



59- расм. Темир метеорит.



терлардан энг каттаси АҚШнинг Аризона штатидadır (60- расм). Унинг диаметри 1200 м ва чуқурлиги 200 м. Бу кратер, афтидан, бундан тахминан 5000 йил илгари пайдо бўлган. Бундан ҳам қадимги ва бундан ҳам йирик метеорит кратерларининг излари топишган. Метеоритларнинг ҳаммаси -- Қуёш системасининг аъзоларидир.

Марс орбитасини кесиб ўтадиган кўнлаб майда астероидлар қашф этилганга кўра, метеоритлар -- Ер орбитасини кесиб ўтадиган астероидларнинг парчалари, деган ҳулосага келиш мумкин. Баъзи метеоритларнинг тузиллиши, уларнинг температур ва босим остида бўлганлигини ва, бинобари, бир вақтлар парчалашиб кетган планетанинг ёки йирик астероиднинг таркибий қисми бўлганлигидан дарак беради.

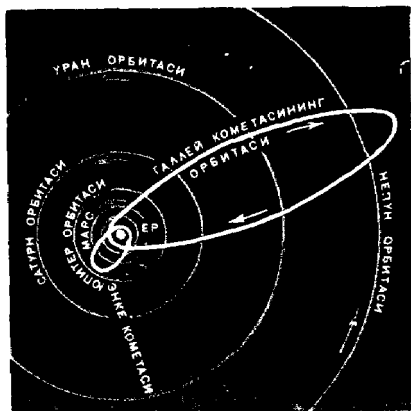
Метеоритлар таркибида Ердаги тоғ жинсларидангина қараганда сон жиҳатдан анча кам минераллар борлиги аниқланган. Бу, метеорит моддасининг характери нисбатан соддалигидан дарак беради. Бирок, метеорит таркибига қараганда кўп минераллар Ерда учрамайди. Масалан, тошли метеоритлар таркибида юмалок доналар -- хондрилар бор бўлиб, уларнинг химиявий таркиби Қуёшнинг химиявий таркибига жуда ўхшашдир. Энг қадимий бу модда Қуёш системаси планеталари шаклланишининг бошланғич босқичи ҳақида маълумотлар беради.

3. КОМЕТАЛАР. УЛАРНИНГ ҚАШФ ЭТИЛИШИ ВА ҲАРАКАТИ. Кометалар фазода Қуёшдан узоқда жойлашиб, марказларида ядроси бўлган жуда хира, туманди окиш доғлар шаклига кўринади. Фақат Қуёшга нисбатан яқинлашиб ўтадиган кометаларгина жуда ёруғ ва «думли» бўлиб кўринади. Шунингдек, кометанинг Ердан қандай кўриниши унгача бўлган масофага, унинг Қуёшдан

60- расм. Аризонадаги метеорит кратери.



61- расм. Галлей ва Энке кометаларининг орбиталари.



бурчак узоклигига, айти пайтда Ойнинг ёруглигига ва шунга ўмшаш факторларга боғлиқ бўлади. Катта кометалар — узун ок думли туманликлар — қадимда турли бахтсизликлар, урушлар ва шу каби фалокатларнинг хабарчилари деб ҳисобланган. Чор Россиясида, ҳатто 1910 йилда ҳам «комета қиёфасидаги худонинг қазабини» қайтариш учун ибодатхоналарда тоат-ибодатлар қилинар эди.

И. Ньютон, биринчилар қатори кометанинг юлдузларга нисбатан силжишини кузатиб, унинг орбитасини ҳисоблади ва кометалар ҳам планеталар сингари, Қуёш системасида, Қуёшнинг тортиш кучи таъсирида ҳаракатланаётганига ишонч ҳосил қилди. Унинг замондоши инглиз олими Э. Галлей (1656—1742) илгарилари кўринган бир неча кометаларнинг орбиталарини ҳисоблаб чиқиб, 1531, 1607 ва 1682 йилларда кузатилган кометалар Қуёшга даврий равишда яқинлашиб турадиган битта кометанинг ўзи эканлигига ишонч ҳосил қилди ва унинг навбатдаги Қуёшга яқинлашишини олдиндан айтиб берди. 1758 йили (Галлей ўлимидан 16 йил ўтгач) ҳақиқатан ҳам, олим башорат қилганидек, комета кўринди ва у Галлей кометаси деб ном олди. Афелийида бу комета Нейтун орбитасидан ҳам четга чиқиб кетади (61-расм) ва 75—76 йилдан кейин яна Ерга ва Қуёшга яқинлашади. 1986 йилда унинг навбатдаги Қуёшга жуда яқин масофадан ўтиши кузатилди. Кометани яқиндан кузатиш мақсадида, унга томон биринчи марта, ҳар хил илмий аппаратлар билан жиҳозланган планеталараро автоматик станциялар учирилди.

Галилей кометаси *даврий кометалар* қаторига киради. Эндликда айланиш даврлари уч йилдан (*Энке кометаси*) ўн йилгача бўлган кўлаб қисқа даврли кометалар маълум. Уларнинг афелий нукталари Юпитер орбитасига яқин жойлашган. Кометаларнинг Ерга яқинлашиши ва уларнинг осмондаги кейинги кўринма йўллари олдиндан катта аниқлик билан ҳисобланади. Шу билан бирга, жуда чўзиқ орбиталар бўйлаб катта айланиш даврлари билан ҳаракатланаётган кометалар бор. Гарчи уларнинг орбиталари аслида жуда чўзинчок эллипс бўлиши мумкин бўлса-да, биз, одатда, уларнинг орбиталарини параболалар деб қараймиз, чунки кометаларнинг Ер билан Қуёш яқинидаги қисқа йўлларини характерловчи бундай эгри чизиқларни бир қарашда бир-биридан ажратиш жуда мушкул. Кометаларнинг кўпчилиги думга эга бўлмаганидан, уларни фақат телескоп орқалигина кўриш мумкин.

Ҳар йили қадимда номаълум бўлган бир неча кометаларнинг кашф этилганлиги тўғрисида хабарлар тарқалади; бу кометалар, уларни биринчи бўлиб кузатган олимларнинг фамилияси билан номланади. Мингга яқин кузатилган кометалар каталогларга киритилган.

4. КОМЕТАЛАРНИНГ ФИЗИК ТАБИАТИ. Диаметри километрнинг улушларига тўғри келадиган кичкина ядро — кометанинг бирдан-бир қаттиқ қисми бўлиб, комета массасининг деярли ҳаммаси шу ядро-

да мужассамлашган бўлади. Кометанинг массаси ниҳоятда кам бўлганидан, бу катталиқ планеталарнинг ҳаракатига ҳеч қандай таъсир кўрсатмайди. Планеталар эса кометалар ҳаракатига катта таъсир кўрсатади.

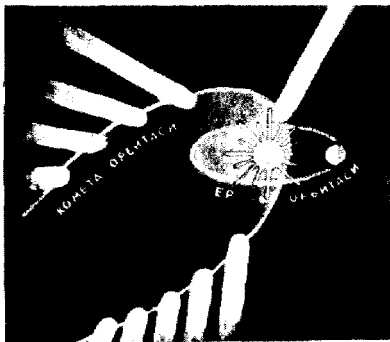
Кометанинг ядроси, афтидан, чанг зарралари, моддаларнинг каттиқ бўлаклари ва музлаб қолган карбонат ангидрид, аммиак, метан каби газлар аралашмасидан ташкил топган. Комета Қуёшга яқинлашганда ядроси қизийди ва ундан газлар билан чанг ажралиб чиқади. Улар газ қобиғини — комета бошини вужудга келтиради. Кометанинг боши таркибига қирадиган газ ва чанг, қуёш нурлашининг ва корпускуляр оқимларининг босими таъсирида кометанинг доимо Қуёшдан қарама-қарши томонга йўналган думини ҳосил қилади (62-расм).

Комета Қуёшга яқинлашган сари (кометанинг кучлироқ нурлантирилиши ва газларнинг кўпроқ ажралиши натижасида), у шунча равшан ва думи эса шунча узун бўлади. Дум, кўпинча тўғри, ингичка оқим шаклида бўлади. Катта ва ёруғ кометаларда, баъзан кенг, еллиғичга ўхшаб буқилган дум кузатилади (63-расм, рангли варақка к.). Баъзи думлар Ердан Қуёшгача бўлган масофага тенг узунликка чўзилиб кометанинг боши эса Қуёш катталигига яқин бўлади. Қуёшдан узоқлашган сари кометанинг думи ва равшанлиги кескин қаяя бориб, Юпитер орбитасига етганда у бутунлай кўздан ғойиб бўлади.

Кометанинг боши ва думининг спектрида чизиқлар ўрнида кенг ёруғ тасмалар кузатилади. Спектрни анализ қилиш, кометанинг боши асосан углерод ва циан буғларидан ташкил топганини, думининг таркибида эса углерод (II)-оксиди (ис газининг) ноллашган молекулалари борлигини кўрсатади. Комета ядросининг спектри — Қуёш спектрининг худди ўзи, бу эса ядро ўзи нурланмай, фақат Қуёш нурларинигина қайтаришидан дарак беради. Бош ва дум совуқ нурлар сочади; улар олдин Қуёш энергиясини ютиб, сўнгра нурланади (бу, флуоресценцион нурланишининг бир туридир). Комета Қуёшдан Ергача бўлган масофада ҳаракатланаётганда Ердан иссик бўлмайди.

Машҳур рус олими *Ф. А. Бредихин* (1831 — 1904) комета думининг эгрилигига қараб, унинг зарраларига таъсир кўрсатадиган кучларни аниқлаш усулини ишлаб чиқди. У комета думларининг синфларини тузди ва думларда кузатиладиган бир қатор ҳодисаларни механик ва физик қонунлар асосида тушун-

62- Комета Қуёшга яқинлашган сари унинг думи узайиб доимо Қуёшдан қаршари томонга йўналган бўлади.



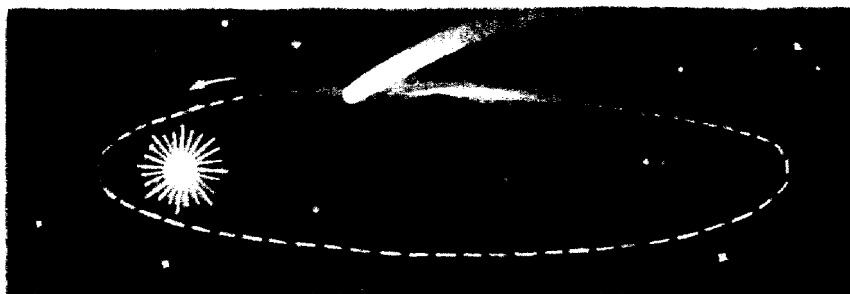


А. А. Бредихин (1831—1904). Рус астрономи. Унинг асосий тадқиқотлари кометаларни ўрганишга бағишланган. У кометалар думидаги модданинг ҳаракатини тушунтириб берадиган назарияни яратди.

тириб берди. Охириги ишқорда туғри думлардаги газларнинг ҳаракати ва улардаги сиқилар думлардаги нонларга газ молекулаларига Қуёндан чиқиб кетаётган ва қуёш шамоли дейиладиган зарралар (корпускулалар) оқимининг келиб урилиши вақтида рўй берадиган ўзаро таъсирининг оқибати эканлиги аниқланди. Қуёш шамолининг комета думидаги нонларга таъсири бу нонларни Қуёш томонидан тортилишидан минглаб марта кучли бўлади. Қуёшнинг кичик тўлқинли радиацияси ва корпускуляр оқимларнинг кучайиши эса комета ёруғлигининг бирданга чарқлаб кетилишига олиб келади.

Ҳозирги вақтда ҳам, баъзан аҳоли орасида Ер комета билан тўқнашади, деган ваҳималар юради. 1910 йилда Ер Галлей кометасининг бегази мавжуд бўлган думи ичидан ўтган. Бироқ ўлчашлар ёрдамида Ер сирти ҳавосида унинг аралашмаси топилмади, chunki газлар, ҳатто комета бош қисмида ҳам, ниҳоятда сийрақланган бўлади. Ернинг комета ядроси билан тўқнашиши

4-расм. Парчаланаятган ядро кометасининг метеор зарралари оқимига



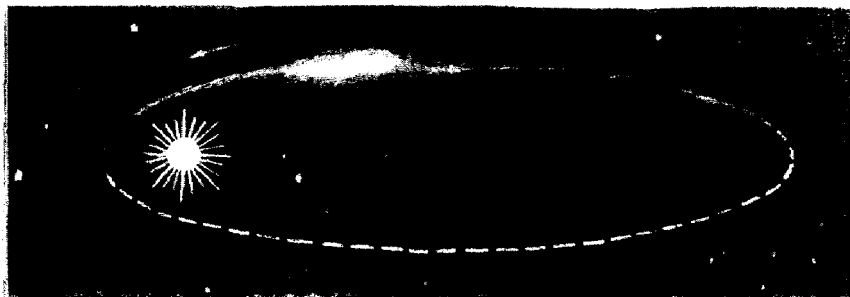
жуда ҳам кам эҳтимолли ҳодисадир. Эҳтимол, бундай тўқнашниш, 1908 йилда Тунгус метеоритининг Ерга келиб тушишида кузатиладигандир. Бунда бир неча километр баландликда улкан портлаш юз бериб, оқибатда вужудга келган ҳавонинг зарбавий тўлкини жуда катта майдондаги ўрмон дарахтларини қулатган.

5. МЕТЕОРЛАР ВА МЕТЕОР ОҚИМЛАРИ. Даврий кометалар ядросининг ёмирилиб бориши туфайли, уларнинг навбатдаги кўринишларида хира бўлиб бориши кўпдан буён маълум. Қуёш яқинидан ўтаётганда кометалар ядросининг парчаланиб бўлақларга бўлиниб кетиши ҳам бир неча марта кузатилган. Бундай парчаланишларни ё Қуёшнинг тортиш кучи, ёки метеор жисмлар билан тўқнашниш юзага келтирган. 1772 йилда чех олими Биэла кашф этган комета етти йиллик давр билан қайта-қайта кузатилган. 1846 йилда унинг ядроси парчаланиб, иккита хира кометага айланди. 1852 йилдан кейин эса комета парчалари қайта кўринмади. Ҳисоблашларга кўра 1872 йилда йўқолиб кетган мазкур кометанинг парчалари Ер яқинидан ўтиши керак эди, аммо бу даврда комета ўрнига «учар юлдузлар» ёмғири кузатилди. Шундан буён ҳар йили 27 ноябрда бу ҳодиса, камрок таассурот билан бўлса-да, қайтарилиб туради. Биэла кометаси ядросининг парчаланишидан ҳосил бўлган қаттиқ майда зарралар унинг орбитаси бўйлаб ёйилиб кетган (64-расм) ва Ер заррларнинг оқимини кесиб ўтаётганда улар Ер атмосферасига кириб келади. Бу зарралар атмосферада ҳаво молекулалари билан ишқаланиши туфайли ёниб метеорлар ҳодисасини юзага келтиради ва Ергача етиб келмай, бутунлай йўқ бўлиб кетади. Бошқа бир қатор метеор оқимлари ҳам маълум бўлиб, кенглиги, одатда, уларни вужудга келтирган кометалар ядроларининг катталигидан бекиёс даражада каттадир.

Галилей кометаси иккита метеор оқимини вужудга келтириб, улардан бири май ойида, иккинчиси ноябрда кузатилади.

Бир-биридан 20—30 км узоқда турган икки кузатувчига кўринаётган маълум бир метеорнинг юлдузлар осмонидаги йўли улар томонидан фотосуратга олиниб, шу пайтдаги унинг баландлиги

айланиши схемаси.



аникланади. Кўпинча, метеор жисмлар 100—120 км баландликда яркираб кўриниб, 80 км баландликда эса бутунлай буғланиб кетади. Уларнинг спектрида темир, кальций, кремний ва бошқа элементларнинг ёруғ чизиклари кўринади. Метеорлар спектрларини ўрганиш комета ядросидан чиқиб кетган каттиқ зарраларнинг химиявий таркибини аниқлашга имкон беради. Метеорнинг учиши, айланиб турадиган затвор орқали объективи очилиб-ёпилиб турадиган камера ёрдамида фотосуратга олинса, унда метеорнинг ҳавода қандай секинлашаётганини кўрсатадиган узук-узук из ҳосил бўлади.

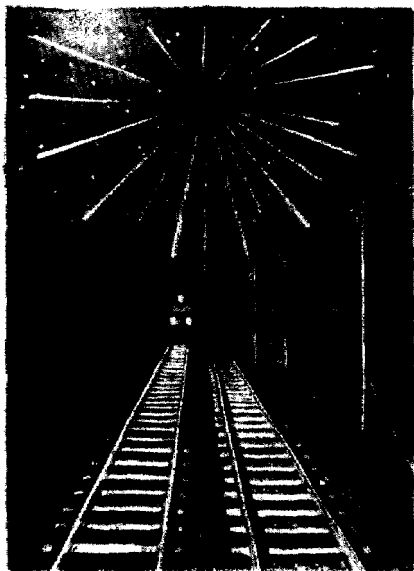
Метеор жисмларнинг массаси миллиграмм тартибида, катталиги эса миллиметрнинг улушлари тартибида бўлади. Эҳтимол, метеор жисмлар — ғовак зарралар бўлиб, уларнинг тешиклари биринчи бўлиб буғланиб кетадиган комета музи билан тўлгандир.

Метеорларнинг тезлигини ҳам аниқлаш мумкин. Ерни қувиб етадиган метеор жисмларнинг атмосферага кириб келишидаги Ерга нисбатан тезлиги 11 км/с дан кам эмас, Ерга қарама-қарши учиб келаётганлариники эса 60—70 км/с гача бўлади.



Уйлаб кўринг, нега Ер билан учрашадиган метеор жисмларнинг энг кичик ва энг катта тезликлари айнан шу қийматларга эга?

65-расм. Метеор ёмғирининг радиантдан чиқиши. Перспектив эффеки.



Метеор жисмлар қолдириб кетадиган кизиган газлар ёруғ изни вужудга келтиради. Метеор зарра ўз йўлидаги ҳавони ионлаштиради. Ионлашган ҳаводан ташкил топган из радиотўлқинларни қайтаради. Бу, метеорларни ўрганишда радиолокаторни қўллаш имконини беради.

Метеорлар, баъзан осмоннинг бирор соҳасидан, метеор оқимининг радианти деб аталадиган жойдан отилиб чиқаётганга ўхшайди (65-расм). Бу кўринма ҳодисадир. Параллел йўналишлар бўйича учаётган метеорларнинг йўллари давом эттирилса, улар темир йўл рельслари каби узокдаги бир нуктадан чиқаётганга ўхшайди.

Метеор жисмлар каердан учиб келаётган бўлса, уларнинг осмондаги радианти ҳам шу йўналишда жойлашган бўлади. Ҳар қандай радиант юлдуз туркумлари ичида аниқ жой олиб, осмоннинг суткалик кўринма ҳаракатида иштирок қилади. Радиантнинг ўрни метеор оқимининг номини аниқлайди. Масалан, ҳар йили 10—12 августда кузатиладиган ва радианти Персей юлдуз туркумида жойлашган метеорларни *персеидлар* дейилади. Метеор оқимларини кузатиш — мактаб ўқувчилари бажара оладиган муҳим илмий масаладир. У, Ер атмосферасини ва парчаланган кометаларнинг моддаларини ўрганишга ёрдам беради.

17-машқ

1. Қуёш ботғач, гарбда комета кўринмоқда. Унинг думи горизонтга нисбатан қандай йўналган?
2. Агар Галлей кометасининг Қуёш атрофида айланиш даври 76 йил бўлса, комета орбитасининг қатта ярим ўқининг катталиги қандай?
3. Ҳақиқатда юлдузларнинг осмондан тушмаслигини қандай қилиб исботлаш мумкин?
4. Кузатувчидан 0,5 км узоқда кўринган болид, Ой гардишидан икки марта кичик гардишга эга бўлган. Унинг ҳақиқий диаметрини ҳисобланг.
5. Қуёшга даврий яқинлашиб турадиган комета ўзининг ташқи кўринишини абадий ўзгартмай қола оладими?

10-топшириқ

63-расмни, объективининг фокус оралиғи 10 см бўлган камерада олинган фотосуратнинг ўн марта катталаштирилган нусхаси деб қараб, комета думидаги тўғри нурнинг узунлигини ёй градуслари ҳисобида чамалаб аниқланг; бунда Ой ва Қуёшнинг ($0,5^\circ$) фотоплёнкадаги тасвирлари объектив фокус масофасининг $1/14$ улушига тенг деб олинг.

21. ҚУЁШ СИСТЕМАСИ — КЕЛИБ ЧИҚИШИ УМУМИЙ БЎЛГАН ЖИСМЛАР МАЖМУИДИР.

Астрономиянинг осмоннинг қандайдиги қисмига келиб чиқиши ва ривожланишини ўрганадиган бундай асосий соҳани даъво қилади. Ер ҳамда Қуёш системасининг бутунлайича келиб чиқиши ҳақидаги масалани ҳал қилишдаги қийинчилик шундан иборатки, биз бунга ўхшаш системаларни бевоқифа кузатмаймиз. Қуёш системамизни гарчи унга ўхшаш системаларни коинотда кенг тарқалган бўлиши мумкинлигига ва уларнинг пайдо бўлиши тасодифий бўлмай, балки қонуний ҳодиса эканлигига қарамай, ҳозирча «қўлимизда» уни солиштирадиган ҳеч нарса йўқ.

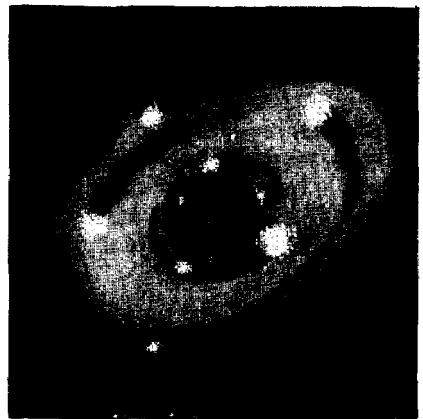
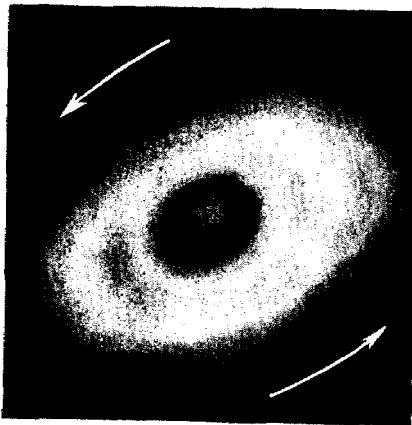
Ҳозирги вақтда Қуёш системасининг келиб чиқиши ҳақидаги у ёки бу гипотезани текшириб кўришда, маълум даражада Ер ва Қуёш системасининг бошқа жисмлари жинсларининг химиявий таркиби ва ёшига тегишли маълумотларга асосландилар. Жинсларнинг ёшини аниқлашда, шу жинсдаги радиоактив ураннинг

микдорини кўргошин микдорига нисбати асос қилиб олинган метод энг аниқ методлардан хисобланади. Гап шундаки, кўргошин ўз-ўзидан емираладиган радиоактив ураннынг охириги маҳсулидир. Бу процесснинг тезлиги аниқ белгиланган ва уни ҳеч қандай усул билан ўзгартириб бўлмайди. Тоғ жинсларида уран қанчага қамайиб, кўргошин эса аксинча, қанчага кўпайган бўлса, унинг ёши шунча катта бўлади. Ер қобиғидаги энг қадимги тоғ жинсларининг ёши бир неча миллиард йилга тенгдир. Умуман олганда, Ер ўз қобиғига қараганда анча олдин пайдо бўлган.

Ҳайвонларнинг ва ўсимликларнинг тошга айланган қолдиқларини ўрганиш охириги юз миллион йиллар ичида Қуёшнинг нурланишида айтарли ўзгариш бўлмаганини кўрсатади. Ҳозирги замон маълумотларига кўра, Қуёшнинг ёши 5 млрд. йилга тенг. Қуёшнинг ёши Ерникидан (бир оз) катта холос.

Қуёш системасининг келиб чиқиши ҳақидаги биринчи илмий гипотезалар материалистик дунёқарашни ривожлантиришда катта роль ўйнади. Немис файласуфи И. Кантнинг бутун олам тортишиш қонуни асосида ишлаб чиққан гипотезаси ана шундай гипотезалардан эди. XVIII асрнинг ўрталарида у, Қуёш системасининг тартибсиз ҳаракатда бўлган совук чанглр булутидан келиб чиқиши тўғрисидаги ғояни ўртага ташлади. 1796 йилда француз олими П. Лаплас, Қуёш ва планеталарнинг айланишда бўлган газ туманликларидан вужудга келиши ҳақидаги гипотезани муфассал ишлаб чиқди. Лаплас ўз назариясида Қуёш системасининг келиб чиқиши тўғрисидаги ихтиёрий гипотеза тушунтириб бериши зарур бўлган қуйидаги асосий хусусиятларни назарда тутди: системанинг асосий массаси Қуёшда тўпланган; планеталар ва йўлдошларнинг орбиталари айланага яқин ва деярли бир текисликда ётади; улар орасидаги масофа маълум қонуният асосида ортиб боради; деярли ҳамма планеталар фақат Қуёш атрофида-

66-расм. О. Ю. Шмидт гипотезасига кўра газ — чанг булутидан Ер ва плане-



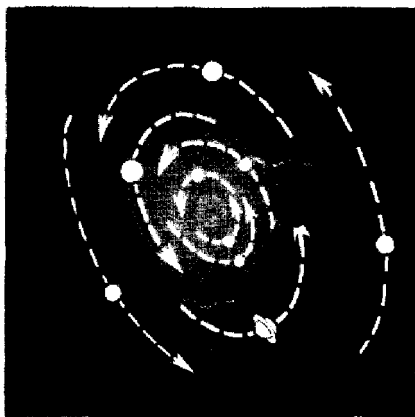
гина эмас, балки ўз ўқлари атрофида ҳам бир хил йўналишда айланади. У ўз гипотезасини ҳам планеталар, ҳам улар ташкил топган модда дастлаб қизиган ва эриган ҳолда эди, деган тасаввурларга асосланиб тузди.

Ҳозирги вақтда олимлар Ер ҳеч қачон газдан ҳам, суюқ оловдан ҳам пайдо бўлмаган деган хулосага келдилар.

Ҳозирги даврда энг яхши ишлаб чиқилган гипотеза совет академиги *О. Ю. Шмидт* (1891—1956) нинг асримизнинг ўртала-ридаги ишларига асосланган гипотеза ҳисобланади.

Шмидт гипотезасига мувофиқ, планеталар, ўзи эндигина шаклланган Куёш атрофида зарралари турли-туман орбиталар бўйлаб айланиб юрган жуда катта ва совуқ газ-чанг булути моддаларидан пайдо бўлган. Вақт ўтиши билан бу булутнинг шакли ўзгариб борган, зарраларнинг тўқнашишлари ва уларнинг ўзаро энергия алмашиши шунга олиб келганки, бунда булут аста-секин яссилана борган, зарраларнинг орбиталари эса айланаларга яқинлашиб борган. Йирик зарралар ўзларига майдаларини қўшиб олган. Бир томонга йўналган ҳаракат кўпайиб борган. Модданинг қуюқлашган бўлаклари ҳосил бўлиб, улар қалинлиги диаметрига қараганда минглаб марта кичик бўлган диск шаклида тақсимланган. Энг йирик қуюқлашган бўлақларнинг массаси тез ортиб борган. Кейин, модданинг ҳар хил катталиқдаги ҳосил бўлган дастлабки «пўк» гуваалақларининг кўпчилигидан бир неча йирик жисмлар — планеталар пайдо бўлган (66-расм). Ҳисоблашлар Ер ҳозирги массасига бир неча юз миллион йилда эришганлигини кўрсатади. Сирти совуқ бўлган Ернинг ички қисми радиоактив элементлар ҳисобига қизий бошлаган. Бу, Ернинг ичидаги моддаларни эришига олиб келган. Оғир элементлар чўкиб, ядрони вужудга келтирганда енгил элементлар сиртга чиқиб, Ер қобиғини вужудга келтирган. Бўлажак планеталарни ўраб олган зарралар тўп-

таларнинг вужудга келиши босқичлари.



ламида уларнинг бир-бирлари-га спинош процесси юз берган ва оқибатда планеталарнинг йўлдошлари пайдо бўлган.

Зарраларнинг ва турли катталиқдаги (диаметри бир неча километргача) бўлгани жисмларнинг планеталарга ва уларнинг йўлдошларига келиб тушиши сайёраларнинг қобиклари пайдо бўлгандан кейин ҳам давом этган. Мазкур жисмлар планеталар ва йўлдошлар сиртига космик тезликларда келиб урилиб, портлаган ва жуда кўп кратерларни вужудга келтирган.

Куёш системасининг газ-чанг булутидан пайдо бўлганлиги ҳақидаги гипотеза Ер типидagi планеталар билан гигант планеталарнинг физик характеристикалари орасидаги фаркни тушунтириш имкони беради.

Куёш яқинидаги булутнинг кучли кизиши гелий ва водородни марказдан чет соҳаларга таркаб кетишини тезлаштирган ва Ер группасидаги планеталарда улар деярли сақланиб қолмаган. Газ-чанг булутнинг Куёшдан узоқда жойлашган қисмларида паст температура ҳукм сурган, шунинг учун ҳам у ердаги газлар музлаб қаттиқ зарраларга айланган. Таркибида водород ва гелий кўп бўлган бу зарралардан гигант планеталар вужудга келган. Булутнинг Куёшдан узоқдаги қисмининг ҳажми ва массаси Ер типидagi планеталарни вужудга келтирган, газ-чанг ҳажмдан ва массасидан анча катта ва кўп бўлган. Шунинг учун ҳам гигант планеталар катта массага эга.

Куёш системасидаги майда жисмлар (астероидлар) нинг келиб чиқиши ҳақида бир неча гипотеза мавжуд.

Масалан, бундан юз йил олдинок астероидлар, илгарилари Марс билан Юпитер оралиғида мавжуд бўлган, лекин қандайдир сабабга кўра парчаланиб кетган планетанинг майда бўлақларидан иборат, деган фараз ўртага ташланган эди. Б. А. Воронцов-Вельяминов (дарслик автори), Куёш системасидаги ҳамма майда жисмларнинг пайдо бўлиши умумий тарихга эга деб ҳисоблайди. Улар бир вақтлар катта ва бир жинсли бўлмаган маълум планетанинг ҳалокати натижасида ҳосил бўлган унинг парчаларидан вужудга келган бўлиши мумкин. Ҳалокатдан сўнг музлаган газлар, буғлар ва майда зарралар кометалар ядросига, зичлиги катта бўлган синган бўлақлар эса астероидларга айланган. Астероидларнинг айнан синган бўлақлар шаклидалиги бу фикрни маълум даражада тасдиқлайди.

Нисбатан майда ва енгил бўлган комета ядроларининг кўпчилиги ўзлари вужудга келаётган даврда сезиларли даражада катта ва ҳар томонга йўналган тезликларга эришиб, Куёшдан жуда узоқлашиб (ёки Куёш системасини бутунлай ташлаб) кетганлар.

Майда жисмларнинг пайдо бўлишини бошқача тушунтириш ҳамма бошланган куртаклар ҳам планетага айлана олмаганини ҳисобга олади. Улардан кўплари Куёш системасида астероидлар ва метеор жисмлар кўринишида сақланиб қолган. Куёшдан жуда узоқда бу бошланғич куртаклар ҳозиргача ҳам модданинг қаттиқ зарралари билан аралашган айрим катта муз парчалари шаклида мавжуддир. Булар улкан булутларни ташкил этувчи комета ядролари бўлиб, бу булутлар Плутон орбитасидан ҳам узоқ жойларгача чўзилган.

Кометалардан кўпчилиги Куёш системаси чегарасига яқин борадиган ўзларига хос орбиталар бўйлаб ҳаракатланади. Юпитернинг тортиш таъсири баъзи кометалар орбиталарини жуда чўзик эллипсга айлантириб юбориши мумкин, кометалар шу орбиталар

Ўйлаб ҳаракатланаётиб планеталар системаси ичига келиб қолади. Улар бундан миллиардлаб йиллар аввал вужудга келган ўйлиб, «космик холодильник»да сақланиб қолган моддани ўзлари билан олиб юрадилар. Шу давр ичида эриш, кристалланиш ва бошқа физика-химиявий жараёнлар юз берган планеталарда модданинг бошланғич таркиби ва тузилиши катта ўзгаришларга учраган деб тахмин қилинади.

Ойда ва Куёш системасидаги бошқа жисмларда топилган жинсларнинг ёши ва химиявий таркиби ҳақидаги маълумотларни эсингизга туширинг.

Куёш системасидаги турли жисмлар жинсларининг ёши ва химиявий таркиби тўғрисидаги мавжуд маълумотлар бошқа олимлар ўз ишларида ривожлантирган Шмидт гипотезасига тўла мос келади.

Компютерлар ёрдамида олиб борилган ва магнит майдони ҳамда бошқа бир қатор далилларни ўз ичига олган ҳисоблашлар, планеталар системасининг бундан тахминан 5 млрд. йил олдин ёш куёшни қуршаб олган газ-чанг булутидан пайдо бўлганини тушунгириш имконини беради. Бирок, бундай узок ва мураккаб жараённинг айрим томонларини ўрганиш ва қайта аниқлаш ҳозир ҳам тавом этмокда.



22. ҚУЁШ — ЭНГ ЯҚИН ЮЛДУЗ¹

1. ҚУЁШ ЭНЕРГИЯСИ. Қуёш — қуёш системасининг марказий ва энг массив жисмидир. Унинг массаси Ер массасидан 333000 марта катта ва ҳамма планеталарнинг умумий массасидан 750 марта ортик. Қуёш кучли энергия манбаи бўлиб, у электромагнит тўлкинлари спектрининг ҳамма диапазонида (рентген ва ультрабинафша нурлардан тортиб радиотўлкинларгача) нурланади. Бундай нурланиш Қуёш системасидаги ҳамма жисмларни ёритиб, уларни қиздиради, планеталар атмосфераларининг физик ҳолатига таъсир кўрсатади. Ердаги ҳаёт учун зарур бўлган ёруғлик ва иссиқликнинг манбаи ҳисобланади. Шу билан бирга, Қуёш — бизга энг яқин юлдуз бўлиб, бошқа юлдузлардан фарқли ўларок, унинг дискини кўришимиз ва телескоплар ёрдамида, унда катталиги ҳатто бир неча юз километргача бўлган майда деталларни ўрганишимиз мумкин. Қуёш — оддий юлдуз бўлгани учун ҳам уни ўрганиш қуввати (унинг ёркинлиги) $4 \cdot 10^{23}$ кВт га тенг эканини беради.

Ер орбитаси эллипс шаклда бўлишига қарамай, Қуёшнинг кўринма бурчак диаметри жуда кам ўзгаради. У, ўрта ҳисобда $32'$ ни ёки $1/107$ радианни ташкил қилади. Бу, Қуёшнинг диаметри $1/107$ а. б. га тенг ёки тахминан $1\,400\,000$ км ёки Ер диаметридан 109 марта катта демакдир.

Ер атмосферасидан ташқарида Қуёш нурларига перпендикуляр қилиб ўрнатилган 1 м^2 сиртга Қуёшнинг $1,36$ кВт ёруғлик энергияси тўғри келади. Бу сонни радиуси Ердан Қуёшгача бўлган масофага тенг шар сирти юзига кўпайтириб, Қуёшнинг тўла нурланиш қуввати (унинг ёркинлиги) $4 \cdot 10^{23}$ кВт га тенг эканини топамиз. Қуёш катталигидаги жисм қарийб 6000 К (Қуёшнинг эффектив температураси) температурагача қиздирилганда шундай нурлана олади. Ер, Қуёш тарқатаётган энергиянинг тахминан $1/2\,000\,000\,000$ қисминигина олади.

18-машқ

1. Агар Қуёшнинг горизонтдан баландлиги 30° , атмосферанинг нурни ўтказиш даражаси 80% бўлса, ҳаво очиқ вақтда 1 минутда юзаси 1 км^2 бўлган кўлга Қуёшдан қанча энергия тушади?

2. Қуёшнинг 1 кг моддасига ўртача қанча нурланиш қуввати тўғри келади?

¹ Бу параграф Э. В. Кононович билан ҳамкорликда ёзилган.

2. ҚУЕШНИНГ ТУЗИЛИШИ. Ҳамма юлдузлар каби Қуёш ҳам чўлланган газ шардир. У асосан 10% (атомлар сони бўйича) гелий аралашган водороддан ташкил топган. Қолган ҳамма элементларнинг атомларининг миклдори, биргаликда олганда, бундан қарийб 1000 марта кам. Бирок, массаси жиҳатдан бу оғир элементлар, Қуёш массасининг 1-2% ига тўғри келади.

Қуёшда модда юқори даражада ионлашган, яъни ўзининг ташқи электронларини йўқотган ва улар билан бирга, ионлашган газ-плазманинг эркин зарраларига айланиб қолган.



Тахминан 10^7 та шундай зарралари бўлган плазманинг маълум ҳажмидаги плазманинг тўла электр заряди тўғрисида нима дейиш мумкин?

Қуёш моддасининг ўртача зичлиги $\rho \approx 1400 \text{ кг/м}^3$. Бу қиймат сувнинг зичлиги билан ўлчовдош ва Ер сирти яқинидаги ҳавонинг зичлигидан минг марта катта. Бирок Қуёшнинг ташқи қатламларида зичлик, ўртача бу зичликдан миллионлаб марта кам бўлиб, марказида эса 100 марта ортиқдир.

Қуёш маркази томон йўналган гравитацион тортишиш кучлари таъсирида унинг марказий қисмида жуда юқори босим вужудга келади.

Агар модда Қуёш ичида бир текис тақсимланган бўлиб, зичлиги унинг ҳамма қисмида ўртача бўлса эди, у ҳолда Қуёшнинг ички босимини ҳисоблаш осон бўлар эди. $1/2R_{\odot}$ га тенг чуқурлик учун шундай ҳисоблашни бажарайлик.

Бундай чуқурликдаги оғирлик кучи $F = mg$ — баландлиги $1/2R_{\odot}$ ва юзи S бўлган радиал устунча ичидаги модданинг массасига ҳамда радиуси $1/2R_{\odot}$ бўлган сфера сиртидаги g нинг қийма-тига боғлиқ. Қуёш моддасининг бундай устунча ичидаги мас-саси:

$$m = \rho \frac{R_{\odot}}{2} S$$

«бир жинсли» Қуёш марказидан $1/2R_{\odot}$ масофада эркин тушиш тезланишининг катталиги (бутун олам тортишиш қонунига муво-фик):

$$g = G \frac{\frac{1}{8} M_{\odot}}{\left(\frac{1}{2} R_{\odot}\right)^2}$$

чунки кўрсатилган сферанинг ҳажми, умумий Қуёш ҳажмининг $\frac{1}{8}$ қисмини ташкил этади ва зичлик бир хил бўлганда унда $\frac{1}{8} M_{\odot}$ бўлади. Шунинг учун босим:

$$p = \frac{mg}{S} = G \frac{\frac{1}{8} M_{\odot}}{\left(\frac{1}{2} R_{\odot}\right)^2} \sqrt{\frac{R_{\odot}}{2}}$$

ифодадан топилади. Бундан $p \approx 6,6 \cdot 10^{13}$ Па эканини топамиз, яъни босим атмосфера босимидан миллиард марта катта чиқади.

Газ қонунларига мувофиқ босим температурага ва зичликка пропорционалди. Бу ҳол, Қуёш бағридаги температурани аниқлашга имкон беради.

Зичлик ва температуранинг марказга томон ортиб боришини ўз ичига оладиган аниқ ҳисоблашлар Қуёш марказидаги газ зичлиги $1,5 \cdot 10^5$ кг/м³ (кўрғошиннинг зичлигидан 13 марта катта) атрофида, босим тахминан $2 \cdot 10^{18}$ Па, температура эса, 15 000 000 К га яқин эканлигини кўрсатади.

Бундай температурада водород атомларининг ядролари (протонлар) жуда катта тезликка (секундига юзлаб километр) эришиб, электростатик итариш кучининг таъсирига қарамасдан бир-бирлари билан тўқнашишлари мумкин. Тўқнашувларнинг айримлари ядро реакциялари билан тугайди, реакция жараёнида водороддан гелий вужудга келиб, натижада катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Бундай реакциялар Қуёш эволюциясининг ҳозирги босқичида унинг энергия манбаи ҳисобланади. Натижада Қуёшнинг марказий қисмида гелийнинг миқдори аста-секин ортади, водороднинг миқдори эса, аксинча, камаяди.

Қуёш бағрида ажраладиган энергия оқими унинг ташқи қатламларига узатилади ва у борган сари катта-катта юзаларга тақсимланади. Бунинг натижасида Қуёш газларининг температураси марказдан узоқлашган сари пасайиб боради. Температуранинг катталигига ва у белгилайдиган процессларнинг характерига кўра, бутун Қуёшни шартли равишда 4 соҳага бўлиш мумкин (67-расм, рангли вараққа к.):

1) *ички, марказий соҳа (ядро)* — босим ва температура ядро реакцияларининг боришини таъминлайдиган зона, бу зона марказдан то $1/3R_{\odot}$ масофагача чўзилади;

2) *«нур зонаси»* ($1/3$ дан $2/3R_{\odot}$ масофагача) — бу соҳада энергия, ташқарига қатламдан-қатламга электромагнит энергия квантларининг кетма-кет ютилиши ва нурланиши натижасида узатилади.

3) *конвектив зона* — «нур зонаси»нинг ташқи қисмида Қуёшнинг кўринма чегарасигача бўлган зона. Бу ерда Қуёшнинг кўринма чегарасига яқинлашган сари температура тез пасая бошлайди, натижада модданинг аралашуви (конвекция) бошланади (ташқи кўриниши жиҳатидан, бу ҳодиса, остидан қиздирилатган идишда қайнаётган суюқликка ўхшайди);

4) *атмосфера*, конвектив зонадан кейин бошланиб, куёш гардишининг кўринма чегарасидан жуда узоқларга чўзилади. Атмосферанинг қуйи қатлами юпқа газ қатламини ўз ичига олади ва уни биз Куёшнинг с и р т и деб қабул қиламиз. Атмосферанинг ташқи қатламлари бевосита кўринмайди, уларни ё Куёш тўла тutilганда, ёки махсус асбоблар ёрдамидагина кузатиш мумкин.

3. КУЁШ АТМОСФЕРАСИ ВА КУЁШ АКТИВЛИГИ. Куёш атмосферасини ҳам, шартли равишда, бир неча қатламларга бўлиш мумкин (рангли варақдаги 67-расмга қаранг).

Атмосферанинг 200—300 км қалинликдаги энг остки қатлами ф о т о с ф е р а (ёруғлик сфераси) дейилади. Фотосферадан, Куёш спектрининг кўзга кўринадиган қисмида кузатиладиган, куёшнинг деярли ҳамма энергияси чиқади.

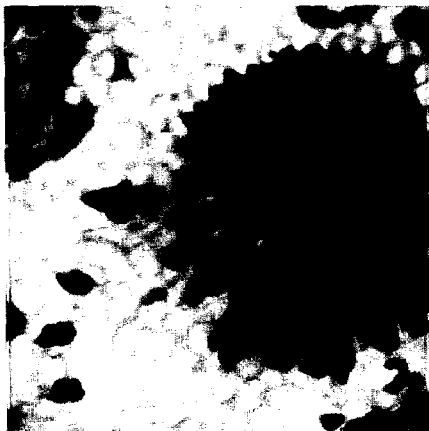
Куёшнинг янада чуқурроқ қатламларидаги каби, фотосферада ҳам, температура марказдан узоқлашган сари пасая боради ва бунда ўзгариш тахминан 8000 дан 4000 К гача бўлади. Фотосфера ташқи қатламларининг қучли совишига сабаб бу қатламлардан узлуксиз равишда нурланишнинг планеталараро бўшликка узатилишидир.

Фотосферанинг фотосуратларида (68-расм) ингичка қора ораликлар билан ажралган, ўртача қатталиклари 1000 км атрофида бўлган ёруғ «доначалар»— г р а н у л а л а р шаклидаги нозик структураси яхши кўринади. Бу структура грануляция дейилади. Бундай структура, фотосфера остидаги конвектив зонадаги газларнинг ҳаракати натижаси эканлиги маълум бўлди.

Фотосферанинг ташқи қатламларида температуранинг пасайиши, асосан, фотосферада вужудга келадиган Куёшнинг кўринма нурланиш спектрида қора ютилиш чизикларининг пайдо бўлишига олиб келади. Бу чизиклар 1814 йилда шундай чизиклардан бир неча юзтасини биринчи бўлиб чизмада акс эттирган немис оптиги *Й. Фраунгофер* (1787—1826) шарафига фраунгофер чизиклари деб аталади. Худди шундай сабабга кўра (Куёш марказидан узоқлашган сари температуранинг пасайиши) Куёш гардиши марказдан четга томон қорайиб бораётгандек кўринади.

Фотосферанинг энг устки қатламларида температура 4000К га яқин қийматга эга. Бундай температурада ва 10^{-3} — 10^{-4} кг/м³ зичликда деярли бутун водород нейтрал бўлар экан. Асосан металлларга

68- расм. Грануляцияли ва доғли фотосфера.



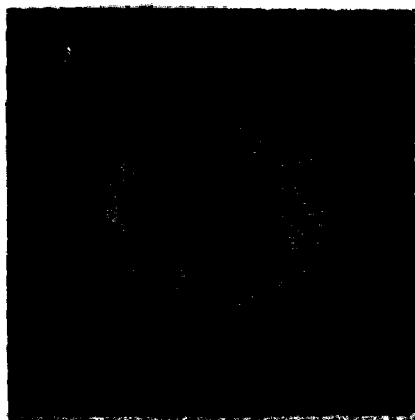
тегишли 0,01% га яқин атомлар ионлашгандир. Бирок атмосферанинг юкори қатламида температура ва у билан бирга ионизация ҳам дастлаб секин, кейин эси жуда тез орта бошлайди. Куёш атмосферасининг температураси тепага томон ортиб бориб, водород, гелий ва бошқа элементларнинг ионлашиши кетма-кет юз берадиган соҳаси $\chi \rho \text{ м о с ф е р а}$ дейилади. Унинг температураси ўн минглаб ва юз минглаб кельвинни ташкил этади. У, жуда кам кузатиладиган Куёшнинг тўла тугилишлари коментларарида, Ойнинг қора гардиши атрофида яқинроқ оч қизил ҳошия шаклида кўринади. Куёш газларининг температураси хромосферадан баландда 10^6 — $2 \cdot 10^6$ К га етиб, сўнгра бир неча Куёшнинг радиусига тенг масофагача доярли ўзгармайди. Бундай сийрак ва жуда қизиган қобик қуёш тожи деб аталади (69-расм). Уни Куёшнинг тўла тугилиш фазасига гавҳар ёғду кўринишида кузатиш мумкин, бунда у ҳайратга соларли даражада сўзал кўриниш олади. Тож газы планеталараро бўшлиқда «буғланиб» қуёш шам оли деб аталувчи Куёшдан доимий равишда оқиб чиқадиган қайноқ ҳам сийрак плазма окимини вужудга келтиради.

Хромосфера ва тожни сунъий йўлдошлар ва орбитал космик станциялардан туриб ультрабинафша ва рентген нурларида кузатиш айниқса қулай ҳисобланади.

Вақт-вақти билан фотосферанинг айрим соҳаларида грануларлар орасидаги қора ораликлар катталаша бориб, пора дейилувчи унча катта бўлмаган доиравий объектга айланади, улардан айримлари ривожланиб, радиал йўналиш бўйича мўзинган фотосфера грануларидан ташкил топган ярим соя билан ўралган йирик қора доғ кўринишини олади (68-расм).

Галилей Куёш доғларини телескопда кузатиб, Куёшнинг кўринма диски бўйлаб уларнинг силжишини аниқлади. Бунга асосланиб,

69-расм. Куёш тожининг кўриниши: 1 — Куёш сиртида доғлар кўпайган йилларда, 2 — доғлар камайган йилларда.



Галилей Қуёшнинг ўз ўқи атрофида айланишини исботлади. Қуёш айланишининг бурчак тезлиги унинг экваторидан кутбига томон камайиб боради, экваторидаги нуқта 25 суткада тўла бир айланса, Қуёш айланишининг кутблар яқинидаги юлдуз даври 30 суткагача етади. Ер ўз орбитасида, Қуёшнинг ўз ўқи атрофида айланиши йўналишида ҳаракатланади. Шунинг учун Ердаги кузатувчига нисбатан Қуёшнинг айланиш даври салкам икки сутка ортик бўлади ва Қуёш дискининг марказида кузатилган доғ 27 суткадан кейин яна марказий меридиандан ўтади.

Доғлар — доимий объектлар эмас. Қуёшдаги доғларнинг сони ва шакли тўхтовсиз ўзгариб туради (70-расм). Одатда, Қуёш доғлари группа-группа бўлиб пайдо бўлади.

Қуёш гардишининг чети яқинида кузатилган доғлар атрофида ёруғ объектлар кўриниб, улар, доғлар Қуёш гардишининг маркази яқинида бўлганида, кўзга деярли илганмайди. Бу ёруғ объектлар машъаллар дейилади. Агар Қуёшнинг фотосурати оқ нурларда эмас, балки айрим спектрал чизиклар, айниқса, водород, ионлашган кальций ёки бошқа баъзи элементларнинг чизикларида олинса, машъаллар гардишининг ҳамма қисмида анча аниқ ва яхшироқ кўринади. Бундай фотосуратлар спектрогелиограммалар дейилади. Улар ёрдамида Қуёш атмосферасининг янада юқори қатламларининг тузилиши ва, айниқса, хромосфера яхши ўрганилади.

Қуёшдаги актив соҳалар ва доғлар группаларининг сони вақт ўтиши билан даврий равишда ўртача тахминан 11 йил давомида ўзгариб туради. Бу ҳодиса *Қуёш активлигининг цикли* дейилади. Цикл бошида доғлар орқали йўқ ҳисобида, кейинчалик уларнинг сони дастлаб экватордан узоқда, сўнгра эса унга яқин масофаларда ортиб боради.

Бир неча йилдан сўнг доғлар сони максимумга эришади ёки бошқача қилиб айтганда, Қуёш активлигининг максимуми кузатилади, шундан сўнг активликнинг пасайиши бошланади.

Доғлар, шунингдек, машъалларнинг асосий хусусияти — уларда магнит майдонининг бўлишидир. Доғларда майдон индукцияси жуда катта бўлиб, айрим ҳолларда 0,4—0,5 Тл гача етади, машъалларда эса магнит майдони анча қучсиз бўлади.

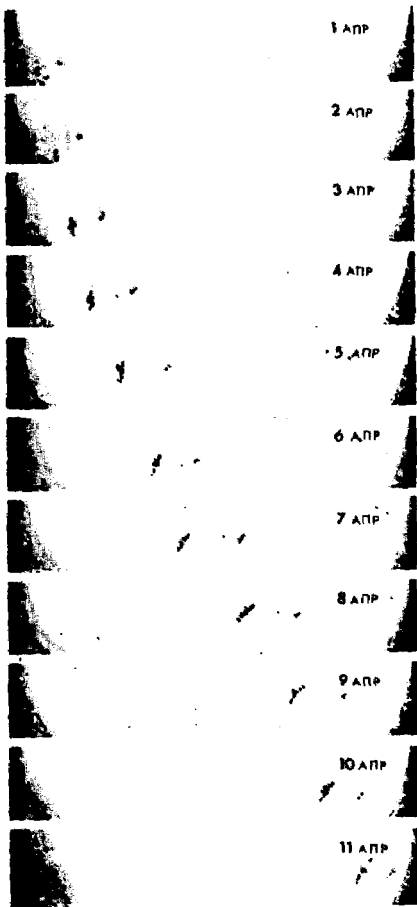
Одатда доғлар группасида иккита йирик доғ — бири группанинг ғарбий, иккинчиси эса шарқий томонида бўлиб, улар тақсимон магнитнинг икки кутби каби қарама-қарши магнит кутбларига эга бўлади.

Магнит майдонлари плазма ҳаракатига, унинг зичлиги ва температурасига кучли таъсир қилиб, Қуёш атмосферасида муҳим роль ўйнайди. Хусусан, машъалли соҳаларда фотосфера равшанлигининг ортиши ва доғли соҳаларда унинг анча (10 мартагача) камайиши кучсиз магнит майдонда конвектив ҳаракатларнинг кучайиши ва бундай ҳаракатларнинг магнит майдоннинг катта индукцияга эга соҳасида жуда сусайиб кетиш сабаб бўлади.

Доғлар, уларнинг атрофида анча қайноқ ва шу сабабли, анча ёруғ бўлган фотосфера мавжудлиги туфайли, унинг фониди нисбатан қора бўлиб кўринади. Доғларнинг температураси тахминан 3700 К ни ташкил этади, шунинг учун доғларнинг спектрида CO , TiO , CN , CN ва бошқа икки атомли жуда оддий молекулаларнинг ютилиш тасмалари бўлиб, улар нисбатан қайноқ фотосферада атомларга парчаланиб кетади.

Машъаллар устидаги хромосфера температураси ва босими катта бўлганлиги туфайли анча ёруғ бўлади. Доғлар группаларида юз берадиган кучли ўзгаришлар пайтида, баъзан унча катта бўлмаган соҳада хромосфера ч а қ н а ш л а р и вужудга келади, бунда бор-йўғи 10—15 минут ичида хромосферанинг бу зонасида унинг равшанлиги кескин ортади, жуда кучли газ қуюлмалари

71-расм. Протуберанец ўзгариши (1 соат 41 минут — пастдаги расм, 2 соат 57 минут — ўртадаги расм, 5 соат 33 минут — юқоридаги расм).



отилиб чиқади, қайнок плазманинг оқими тезлашади. Айрим ҳолларда зарядланган баъзи зарралар космик нурлар энергиясига тенглашадиган жуда катта энергиягача тезлашади. Бундай ҳолларда Куёш радионурланишининг қуввати миллион мартагача ортади (бундай ҳол радионурланишнинг чайқалиши дейилади).

Тожда, катталигига кўра, янада улкан объектлар — протуберанецлар кузатилади. Улар ўзларининг шакли ва ҳаракат хусусияти билан нихоятда турли-туман бўлган ва зичлиги тож моддаси зичлигидан анча ортиқ бўлган газ булутлардан иборат (71-расм). Протуберанецларнинг шакли ва ҳаракати фотосферадан тожга ўтувчи магнит майдонлари билан боғлиқ бўлади.

4. ҚУЁШНИНГ ЕРГА ТАЪСИРИ. Куёш Ерда бўладиган ҳодисаларга кучли таъсир кўрсатади. Унинг қисқа тўлқиндаги нурланиши Ер атмосферасининг юқори қатламларидаги муҳим физик-химиявий жараёнларга сабаб бўлади. Унинг кўзга кўринадиган ва инфракизил диапазондаги нурлари Ерда иссиқликни «етказувчи» асосий восита ҳисобланади. Дунёдаги турли мамлакатларда, жумладан, бизнинг мамлакатда ҳам Куёш энергиясидан хўжалик ва саноат мақсадларида (электр энергиясини ишлаб чиқариш, биноларни иситиш ва бошқаларда) кенг қўламда фойдаланиш ишлари олиб борилмоқда. Келажакда Куёш нурланиши энергиясидан фойдаланиш муқаррар равишда ортади.

Куёш Ерни ёритибгина қолмай, уни иситади ҳам. Куёш активлигининг фаолияти бир қатор геофизик ҳодисаларни вужудга келтиради. Бу ҳодисалардан энг муҳимлари хромосфера чакнашлари билан бевосита боғлиқдир. Зарядланган зарраларнинг чакнашлар тезлатган оқими Ернинг магнит майдонига таъсир этади ва магнит бўронларини вужудга келтиради. Магнит бўронлари зарядланган зарраларни атмосферанинг нисбатан қуйи қатламларига киришга олиб келади ва натижада кутб ёғдулари кузатилади. Куёшнинг қисқа тўлқинли нурланиши Ер атмосферасининг зарядланган юқори қатламларида (ионосферада) ионизацияни кучайтиради, бу эса радиотўлқинларнинг тарқалиш шароитига кучли таъсир кўрсатиб, баъзида радиоалоканинг бузилишига олиб келади.

Куёшдаги актив жараёнлар Ер атмосфераси ва магнит майдонигагина таъсир кўрсатиб қолмай, улар бошқа йўл билан органик ҳайвонлар ва ўсимликлар дунёсидаги мураккаб жараёнларга ҳам таъсир кўрсатадилар. Ҳозирги пайтда бундай таъсирлар ва улар механизмлари олимлар томонидан ўрганилмоқда.

19-машқ

1. Агар кўз 2—3' ли бурчак остида кўринадиган нарсаларни ажрата олса, бевосита қараб (қора фильтр орқали) Куёшда Ер катталигича бўлган доғни кўриш мумкинми?

2. Равшанлик температуранинг тўртинчи даражасига пропорционал ва фотосферанинг температураси 6000 К га тенг деб, равшанлиги, фотосфера равшанлигидан 10 марта кам бўлган Куёш доғининг температурасини аниқланг.

11-топшириқ

1. Қуёш доғининг юзасини аниқланг (68-расмга қаранг). (Пастдаги қора гардиш, фотография масштабида, Ернинг катталигига тўғри келади).
2. Протуберанецнинг учта фотосуратда (71-расмга қаранг) келтирилган вазиятларини ўлчаб, унинг кўтарилиш тезлигини (км/с да) аниқланг. (Фотосуратнинг масштабини аниқлаш учун расмда кўрсатилган Қуёш сегментига қараб унинг радиусини белгиланг). Бу протуберанецнинг ҳаракати текис ҳаракатми?

23. ЮЛДУЗЛАРГАЧА БЎЛГАН МАСОФАЛАРНИ АНИҚЛАШ. УЛАРНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

Юлдузлар Коинотда энг кўп тарқалган осмон жисмлари ҳисобланади. Бутун осмонда 6-юлдуз катталигигача бўлган юлдузлар сони тахминан 6000, 11-юлдуз катталигигача бўлганлари тахминан бир миллион. 21-юлдуз катталигигача бўлганларининг сони эса 2 млрд атрофидадир.

Уларнинг ҳаммаси Қуёш каби, бағриларидан ниҳоятда кўп энергия ажралиб чиқараётган нурланувчи чўлганган газ шарлардир. Аммо юлдузлар, биздан жуда олисда бўлганликлари учун ҳатто энг кучли телескоплар ёрдамида ҳам, атиги нурланаётган нукталар шаклидагина кўринади.

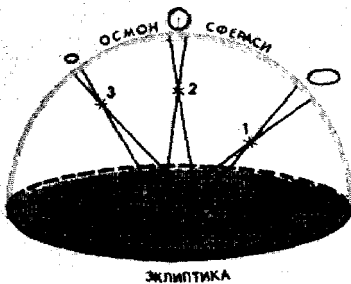
1. ЙИЛЛИК ПАРАЛЛАКС ВА ЮЛДУЗЛАРГАЧА БЎЛГАН МАСОФАЛАР. Юлдузларнинг параллактик силжишларини ўлчаш ва уларгача бўлган масофаларни аниқлаш учун базис сифатида Ернинг радиуси жуда кичиклик қилади. Коперник замонасидаёқ, агар ҳақиқатан ҳам Ер Қуёш атрофида айланса, у ҳолда юлдузларнинг осмондаги кўринма вазиятлари ўзгариши кераклиги маълум бўлган. Ер ярим иил давомида ўз орбитаси диаметри узунлигигача

силжийди. Ушбу диаметрнинг қарама-қарши нукталаридан юлдуз томон бўлган йўналишлар бир-биридан фарқланади. Бошқача айтганда, юлдузларда йиллик параллакс сезиларли бўлади (72-расм).

Юлдуздан қараганда кўриш нурига бўлган Ер орбитаси катта ярим ўқининг (1 а. б. га тенг) кўриниш бурчаги — юлдузнинг йиллик параллакси (p) дейилади.

Юлдузгача бўлган масофа D қанча катта бўлса, юлдузнинг параллакси шунча кичик бўлади. Осмонда юлдуз вазиятининг йил давомида параллактик силжиб бориши кичик эллипс ёки, агар юлдуз эклиптика кутбида бўлса,

72-расм. Юлдузларнинг йиллик параллакслари.



айлана бўйлаб содир бўлади (72-расмга қаранг). Коперник уриниб кўрган бўлса-да, лекин юлдузларнинг параллаксини ошқор қила олмади. У, юлдузлар Ердан шу қадар узокдаларки, мавжуд асбоблар уларнинг параллактик силжишларини сезиш имкониин бермайди, деб тўғри таъкидлаган эди.

Биринчи марта Вега юлдузининг йиллик параллаксини 1837 йилда рус академиги В. Я. Струве аниқ ўлчашга эришган эди. У билан бир вақтда бошқа мамлакатларда яна иккита юлдузнинг параллакси ўлчанган бўлиб, улардан бири Центаврнинг α си эди. У, СССР территориясидан кўринмайдиган ва йиллик параллакси $\rho = 0,7''$ бўлган. Бизга энг яқин юлдуз экан. Бевосита қараганда 280 м узокликда жойлашган. Йўғонлиги 1 мм бўлган сим ана шундай бурчак остида кўринади. Гима учун узок вақтларга олимаглар юлдузлардаги шундай кичик силжишларни сеза олмагандикилари ажаблანарли эмас.

Юлдузгача бўлган масофа $D = \frac{a}{\sin \rho}$, бу ерда a — Ер орбитасининг катта ярим ўқи. Кичик бурчаклар учун, агар ρ ёй секундлари билан ифодаланган бўлса, $\sin \rho = \frac{a}{206265''}$, у ҳолда $a = 1$ а. б. деб олсак, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$D = \frac{206265''}{\rho} \text{ (а. б.)}$$

Центаврнинг энг яқин юлдузи α сизгача бўлган масофа $D = 206265'' : 0,75'' = 270\,000$ а. б. Ёруғлик бу масофани 4 йилда босиб ўтади, элбуки ёруғлик Қуёйдан Ергача бўлган масофани 8 минутда, Ойдан Ергача бўлган масофани эса 1 секундда босиб ўтади.

Ёруғлик бир йил давомида босиб ўтадиган масофа ёруғлик йили дейилади. Юлдузларгача масофаларни ўлчашда узунликнинг бу бирлигидан п а р с е к (пк) дейилувчи бирлик билан бир қаторда фойдаланилади.

Ер орбитасининг кўриш нурига тик бўлган катта ярим ўқи қандай масофадан туриб қаралганда, $1''$ бурчак остида кўринса, шу масофа бир парсек дейилади.

Парсекларда берилган масофа, йиллик параллаксининг ёй секундлари билан ифодаланган тесқари миқдорига тенг. Масалан, Центаврнинг α юлдузигача бўлган масофа $1 : 0,75'' \left(\frac{1}{3/4''} \right)$ яъни $4/3$ пк га тенг.

1 пк $\approx 3,26$ ёруғлик йили ≈ 206265 а. б. $\approx 3 \cdot 10^7$ км.

Ҳозирги вақтда юлдузларнинг йиллик параллаксини ўлчанганда уларгача бўлган масофаларни аниқлашда асосий усул ҳисобланади. Ҳозир жула кўп юлдузларнинг параллакслари ўлчанган.

Йиллик параллаксни ўлчаб, узоқлиги 100 пк ёки тахминан 300 ёруғлик йилдан ортмайдиган юлдузларгача бўлган масофаларни аниқ белгилаш мумкин.



Нима учун жуда узоқдаги юлдузларнинг йиллик параллаксини ўлчашнинг имкони йўқ?

Жуда узоқдаги юлдузларгача бўлган масофаларни ҳозирги вақтда бошқа методлар билан аниқламоқдалар.

2. КҮРИНМА ВА АБСОЛЮТ ЮЛДУЗ КАТТАЛИГИ. ЮЛДУЗЛАРНИНГ ЁРҚИНЛИГИ. Астрономлар юлдузларгача бўлган масофаларни аниқлаш имконига эга бўлганларидан кейин, юлдузларнинг кўринма равшанлиги бир-биридан фақат уларгача бўлган масофаларнинг ҳар хиллиги туфайлигина фарқланмай, балки ёрқинликларидан ҳам ҳақиқий фарқка қараб ҳам ажралишлари аниқланди.

Юлдуз ёрқинлиги L деб, юлдузнинг нурланиш қувватининг Қуёшининг нурланиш қувватига нисбатига айтилади.

Агар иккита юлдуз бир хил ёрқинликка эга бўлса, у ҳолда биздан узоқроқда жойлашганининг кўринма юлдуз катталиги кичик бўлади. Юлдузларнинг ёрқинликларини ўзаро солиштириш мумкин бўлсин учун уларни аниқ бир стандарт узоқликка келтириб, сўнгра кўринма равшанликларини (юлдуз катталикларини) ўзаро солиштириш лозим бўлади. Астрономияда ана шундай стандарт узоқлик сифатида 10 пк масофа қабул қилинган.

Юлдузнинг биздан стандарт бундай узоқлик ($D_0=10$ пк) да бўлгандаги юлдуз катталиги — абсолют юлдуз катталиги M деб аталади.

Юлдузгача бўлган масофа D (ёки унинг параллакси p) маълум бўлгандаги унинг кўринма ва абсолют юлдуз катталикларининг миқдорий нисбатини қараб чиқамиз. Дастлаб, юлдуз катталикларнинг фарқи 5 га тенг бўлганда, уларнинг равшанликлари айнан 100 мартага фарқланишларини эсга оламиз (3.2-§ га қараңг). Бинобарин, агар икки манбадан бири иккинчисидан айнан $\sqrt{100}$ марта (бу катталиқ тахминан 2,512 га тенг) ёруғ бўлса, бу манбаларнинг кўринма юлдуз катталикларининг фарқи бирга тенг бўлади. Манба қанча равшан бўлса, унинг кўринма юлдуз катталиги кичик ҳисобланади. Умуман, исталган икки юлдузнинг кўринма равшанликлари нисбати $I_1 : I_2$ уларнинг кўринма юлдуз катталиклари m_1 ва m_2 билан қуйидаги оддий муносабат бўйича боғланади:

$$I_1 : I_2 = 2,512^{m_1 - m_2}.$$

D масофадаги юлдузнинг кўринма юлдуз катталиги m бўлсин. Агар бу юлдуз $D_0 = 10$ пк масофадан кузатилганда эди, унинг кўринма юлдуз катталиги m_0 , таърифга кўра, абсолют юлдуз катталиги M га тенг бўлган бўлар эди. Шунда унинг кўринма равшанлиги

$$I: I_0 = 2,512^{M-m} \quad (1)$$

мартага ўзгарган бўлар эди. Айни вақтда, юлдузнинг кўринма равшанлиги унгача бўлган масофанинг квадратига тескари пропорционал равишда ўзгариши маълум. Шунинг учун:

$$I: I_0 = D_0^2 : D^2. \quad (2)$$

Бинобарин,

$$2,512^{M-m} = D_0^2 : D^2. \quad (3)$$

Бу ифодани логарифмлаб, қуйидагини топамиз:

$$0,4(M - m) = \lg 10^2 - \lg D^2; \quad (4)$$

$$M = m + 5 - \lg D;$$

$$M = m + 5 - 5 \lg p; \quad (5)$$

бу ерда p — ёй секундларида ифодаланган.

Бу формулалардан аниқ олинган юлдузнинг узоклиги D ва кўринма юлдуз катталиги m маълум бўлса, унинг абсолют юлдуз катталиги M ни осон топиш мумкин. Бизнинг Куёш 10 пк масофадан тахминан 5-юлдуз катталигидаги юлдуз каби кўринган бўлар эди, яъни Куёш учун $M_{\odot} \approx 5$.

Агар бирор юлдузнинг абсолют катталиги M маълум бўлса, унинг ёркинлиги L ни ҳисоблаш мумкин. Куёшнинг ёркинлиги $L_{\odot} = 1$, абсолют юлдуз катталиги $M = 5$ деб, ёркинликни аниқлаш таърифига нувофик қуйидагини ёзиш мумкин:

$$L = 2,512^{5-M} \text{ ёки } \lg L = 0,4(5 - M).$$

M ва L катталиклари турли бирликларда юлдузнинг нурланиш қувватини ифодалайди.

Юлдузларни текшириш, улар ёркинлиги бўйича бир-биридан ўн миллиардлаб марта фарқланиши мумкинлигини кўрсатди. Юлдуз катталикларида бу фарқ 26 бирликкача боради.

Жуда кучли ёркинликдаги юлдузларнинг абсолют катталиклари манфий бўлиб, $M = -9$ гача боради. Бундай юлдузларни гигант ва ўта гигант юлдузлар дейилади. Олтин Баликнинг S юлдузи, бизнинг Куёшимиз нурланишидан 500 000 марта каттарок қувват билан нурланади, унинг ёркинлиги $L = 500\,000$ (чунки $L_{\odot} = 1$), карлик юлдузлар ($M = +17, L = 0,000013$), энг кучсиз нурланиш қувватига эга.

Юлдузларнинг ёркинликларидаги катта фарқнинг сабабини тушуниш учун, уларнинг нурланишлари анализига асосланиб аниқлаш мумкин бўлган бошқа характеристикаларини ҳам кўриб чиқиш зарур.

3. ЮЛДУЗЛАРНИНГ РАНГИ, СПЕКТРЛАРИ ВА ТЕМПЕРАТУРАСИ. Кузатиш вақтида сиз, юлдузлар ҳар хил рангга эга эканлигига ва улардан энг ёруғларида бу, айниқса, кўзга яхшироқ ташланишига аҳамият бердингиз. Қизитилаётган жисмнинг, жумладан юлдузларнинг ҳам ранги унинг температурасига боғлиқ бўлади. Бу ҳол юлдузлар температурасини уларнинг тугаш спектрида энергиянинг тақсимланишига кўра аниқлаш имконини беради (14.3-§ га қarang).

Юлдузларнинг ранги ва спектри, уларнинг температураларига боғлиқ бўлади. Нисбатан совуқ юлдузлар спектрининг қизил қисмидаги нурланиш кучлироқ кўринади, шунинг учун улар қизғиш рангга эга. Қизил юлдузларнинг температураси паст бўлади. Температура қизил юлдузлардан тўқ сарик юлдузларгача, сўнгра сарик, оқ сарик, оқ ва оч ҳаво ранг юлдузларга ўтган сари аста-секин кўтарилиб боради. Юлдузларнинг спектрлари турли-тумандир. Улар синфларга бўлиниб, улар латин ҳарфлари ва рақамлари билан белгиланади (орқадаги форзацга қarang). Температураси 3000 К атрофида бўлган *M синфидаги совуқ қизил юлдузларнинг спектрида* икки атомли оддий молекулаларнинг, кўпинча титан оксидининг ютилиш чизиқлари кўринади. Бошқа қизил юлдузларнинг спектрида углерод ёки цирконий оксиди кўпроқ бўлади. *Антарес, Бетельгейзе* каби номлар билан оритиладиган юлдузлар *M синфи*га кирувчи биринчи катталикдаги қизил юлдузлардир.

G синфидаги сарик юлдузлар (сирт температураси 6000 К, Куёш ҳам шулар қаторига киради) спектрида металллар: темир, кальций, натрий ва бошқаларнинг ингичка чизиқлари кўп учрайди. Аравакаш юлдуз туркумидаги ёруғ *Капелла* юлдузи спектри, ранги ва температураси жиҳатидан Куёш тигидаги юлдуздир.

A синфидаги оқ юлдузлар, жумладан, Сириус, Вега ва Денебнинг спектрида водород чизиқлари кўпдир. Уларда ионлашган металлларнинг хира чизиқлари ҳам кўп учрайди. Бундай юлдузларнинг температураси тахминан 10 000 К.

Температураси 30 000 К атрофида бўлган *энг қайноқ ҳаво ранг юлдузларнинг спектрида* нейтрал ва ионлашган гелий чизиқлари кўринади.

Кўпчилик юлдузларнинг температураси 3000 дан 30 000 К гача бўлади. Фақат баъзи юлдузларнинг температурасигина 100 000 К гача боради.

Шундай қилиб, юлдузларнинг спектрлари бир-бирларидан жуда катта фарқланади ва уларга қараб, юлдузлар атмосферасининг химиявий таркибини ва температурасини аниқлаш мумкин. Спектрларни ўрганиш *ҳамма юлдузларнинг атмосфераларида водород ва гелий энг кўп учрашики* кўрсатди.

Юлдузлар спектрларининг бир-биридан фарқи, уларнинг химиявий таркибининг турли-туманлигидан ҳам кўра, кўпроқ юлдузлар атмосфераси температурасининг ва бошқа физик шароитлари-

нинг турличалиги билан тушунтирилади. Юкори температурада молекулалар атомларга парчаланеди. Янада юкори температурада унча мустаҳкам бўлмаган атомлар ҳам парчаланеди ва улар ўз электронларини йўқотиб, ионларга айланади. Жуда кўп химиявий элементларнинг ионлашган атомлари, нейтрал атомлар каби, маълум тўлқин узунлигидаги нурланишни чиқаради ва ютади. Маълум бир химиявий элементнинг атомлари ва ионларининг ютилиш чизиқлари интенсивликларини солиштириб, бу атомларнинг нисбий миқдори назарий йўл билан аниқланади. Бу нисбат температуранинг функциясидир. Шунингдек, юлдузлар спектрларидаги қора (ютилиш) чизиқларга қараб, уларнинг атмосфералари температурасини аниқлаш мумкин.

Температураси ва ранги бир хил, лекин ёрқинлиги турлича бўлган юлдузларнинг спектри умуман бир хил бўлади, аммо баъзи чизиқларнинг интенсивлигидаги нисбий фарқни сезиш мумкин. Бундай ҳол, юлдузлар атмосферасида температура бир хил бўлгани билан босим ҳар хил бўлишидан келиб чиқади. Масалан, гигант юлдузлар атмосферасида босим кам бўлиб, жуда сийракдир. Агар бундай боғланиш график кўринишида тасвирланса, у ҳолда чизиқларнинг интенсивлигига қараб, юлдузнинг абсолют юлдуз катталигини, сўнгра (4) формуладан фойдаланиб, унгача бўлган масофани аниқлаш мумкин.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

М а с а л а. Агар Атраб юлдуз туркумидаги юлдузнинг кўринма юлдуз катталиги 3, унгача бўлган масофа 7500 ё. й. га тенг бўлса, унинг ёрқинлиги қандай?

Берилган:

Ечилиши.

$$m = 3$$

$$D = 7500 \text{ ё. й.}$$

$$L = ?$$

$$\lg L = 0,4(5 - M).$$

$$M = m + 5 - 5 \lg D, \text{ бу ерда } D \text{ парсекларда ифодаланган.}$$

$$D = 7500 \text{ ё. й.: } 3,26 \text{ ё. й.} = 2300 \text{ пк.}$$

$$U \text{ ҳолда: } M = 3 + 5 - 5 \lg 2,3 \cdot 10^3 = -8,8.$$

$$\lg L = 0,4[5 - (-8,8)] = 5,52.$$

$$\text{Бундан: } L = 3,3 \cdot 10^5.$$

$$\text{Ж а в о б: } L = 3,3 \cdot 10^5.$$

20-машқ.

1. Сириус Альдебарандан неча марта ёруғ? Қуёш Сириусдан ёруғми?
2. Бир юлдуз иккинчисидан 16 марта ёруғ. Уларнинг юлдуз катталиклари орасида фарқ нимага тенг?
3. Вегаининг параллакси $0,11''$. Еруғлик ундан Ерга қанча вақтда етиб келеди?
4. Вега бизга икки марта яқин бўлиб қолиши учун 30 км/с тезликда Лира юлдуз туркумига қараб неча йил учиш керак бўлади?
5. Кўринма юлдуз катталиги $—1,6$ бўлган Сириусдан 3,4 юлдуз катталигига эга бўлган юлдуз неча марта хира? Агар бу иккала юлдузгача бўлган масофа 3 пк бўлса, бу юлдузларнинг абсолют катталиклари нимага тенг?
6. IV иловадаги юлдузларнинг спектрал синфига қараб, улардан ҳар бирининг рангини айтинг.

24. ЮЛДУЗЛАРНИНГ МАССАЛАРИ ВА УЛЧАМЛАРИ

1. ҚУШАЛОҚ ЮЛДУЗЛАР. ЮЛДУЗЛАРНИНГ МАССАЛАРИ. Биз Куёш мисолида юлдузнинг массаси энг муҳим характеристика ҳисобланиб, унинг бағридаги физик шароитлар айнан шу характеристикага боғлиқ эканига ишонч ҳосил қилдик. Фақат қўшалок юлдузларнинггина массасини аниқлаш мумкин.

Агар юлдузларнинг қўшалоклигини телескоп ёрдамида кўриш мумкин бўлса, бундай юлдузлар визуал-қўшалок юлдузлар дейилади.

Визуал-қўшалок юлдузларга мисол килиб, ҳатто оддий кўз билан бевосита кўринадиган Катта айиқ Юлдуз туркумининг юлдузини («чўмич» «банди»нинг охиридан иккинчи юлдуз) олиш мумкин. Нормал кўзга бу юлдузга жуда яқин жойда иккинчи бир хира юлдузча кўринади. Бу юлдузчани қадимги араблар кўрганлар ва унга *Альқор* (Отлик) деган ном берганлар. Ёнидаги равшан юлдузга эса улар *Мицар* деган ном беришган. Мицар билан Альқор осмонда бир-биридан 11' масофада жойлашган. Дурбин орқали бундай қўшалок юлдузларни қўплаб кўриш мумкин.

Уч ёки ундан ортиқ юлдузлардан ташкил топган системалар *каррали* системалар дейилади. Масалан, дурбиндан караганда Лиранинг ϵ юлдузи бир-биридан 3' масофада жойлашган 4-юлдуз катталигидаги иккита бир хил юлдуздан иборатлиги кўринади. Телескопда кузатилганда Лиранинг ϵ юлдузи визуал-тўртлик юлдуздир. Лекин, баъзи қўшалок кўринган юлдузлар аслида *оптик-қўшалок* бўлиб, бу икки юлдузнинг яқинлиги, уларнинг осмон сферасидаги проекцияларининг бир-бирига тасодифан яқин жойлашишининг натижасидир. Аслида, улар фазода бир-биридан жуда узок масофада жойлашган бўлади. Агар юлдузларни узок йиллар кузатиб бориш натижасида, улар битта системани ташкил этиши ва ўзаро тортишиш кучи таъсирида, массаларининг умумий маркази атрофида айланишлари маълум бўлса, у ҳолда уларни *физик қўшалок* юлдузлар дейилади.

Маъшхур рус олими В. Я. Струве жуда кўп қўшалок юлдузларни кашф этди ва уларни ўрганди. Визуал-қўшалок юлдузларнинг маълум бўлган энг қисқа айланиш давлари бир неча йилни ташкил этади. Айланиш давлари ўнлаб йилларга тенг бўлган қўшалок юлдузлар ўрганилган, айланиш давлари юзлаб йилларга тенг бўлганлари келажакда ўрганилади. Бизга жуда яқин бўлган Центаврнинг α юлдузи қўшалок юлдуздир. Унинг ташкил этувчилари (компонентлари)нинг умумий масса маркази атрофида айланиш даври 70 йил. Бу қўшалокни ташкил этган ҳар иккала юлдузнинг массаси ва температураси Куёшники каби-дир.

Бош юлдуз, одатда, йўлдош-юлдуз чизадиган эллипснинг фо-

кусида жойлашган бўлмайди, чунки биз унинг орбитасини ҳақиқий ўзини эмас, балки осмон сферасидаги (яъни манзара текислигидаги бузилган проекциясини кўрамиз (73-расм). Аммо геометрия конун-қоидаларидан фойдаланиб орбитанинг ҳақиқий шаклини тиклаш ва унинг катта ярим ўқи a ни ёй секундаларида ўлчаш мумкин. Агар кўшалок юлдузгача бўлган масофа D парсекларда ва йўлдош-юлдуз орбитасининг катта ярим ўқи ёй секундаларида (a'' га тенг) берилган бўлса, у ҳолда астрономик бирликларда бу катта ярим ўқ куйидагига тенг бўлади:

$$A_{a.б.} = a'' D_{пк} \text{ ёки } A_{a.б.} = \frac{a''}{p''}$$

чунки $D_{пк} = 1/p''$

Йўлдош-юлдузнинг ҳаракатини Ернинг Куёш атрофидаги ҳаракатига (унинг айланиш даври $T_{\oplus} = 1$ йил, орбитасининг катта ярим ўқи эса $a_{\oplus} = 1$ а. б.) солиштириб, биз Кеплернинг III қонунига асосан, куйидагини ёза оламиз:

$$\frac{m_1 + m_2}{A^3} T^2 = \frac{M_{\odot} + M_{\oplus}}{1^3} \cdot 1^2,$$

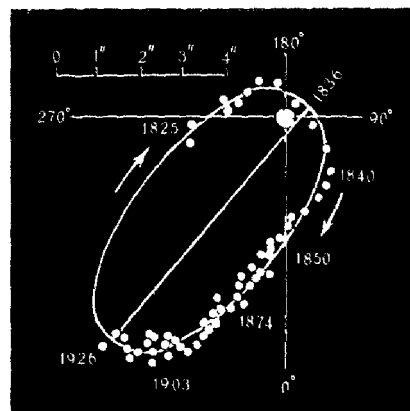
бу ерда m_1 ва m_2 — кўшалок юлдузни ташкил этган юлдузларнинг массалари, M_{\odot} ва M_{\oplus} — Куёш ва Ернинг массалари, T — кўшалок юлдузнинг умумий марказ атрофида йиллар ҳисобидаги айланиш даври Куёш массасига нисбатан Ер массасини нолга тенг деб олсак, кўшалокни ташкил этган юлдузлар массаларининг йнғиндисини Куёш массаси бирлигида куйидагича топамиз:

$$m_1 + m_2 = A^3 : T^2.$$

Ҳар бир юлдузнинг массасини алоҳида аниқлаш учун, уни ташкил этган юлдузлар ҳаракатини атрофдаги юлдузларга нисбатан ўрганиб, уларнинг умумий масса марказидан узоқликлари A_1 ва A_2 ни ҳисоблаб топиш керак бўлади. У ҳолда куйидаги иккинчи тенглама: $m_1 : m_2 = A_2 : A_1$ га эга бўламиз ва бу икки тенгламалар системасидан юлдузларнинг массаларини алоҳида алоҳида топамиз.

Кўшалок юлдузларга телескопдан қараганда, кўпинча,

73-расм. Кўшалок Юлдуз (Сунбуланинг үси) йўлдошининг бош юлдузга (у биздан 10 пк узоқда) нисбаган орбитаси. (Йўлдошининг орбитадаги турли йилларга тегишли ўлчанган вазиятлари нуқталар билан кўрсатилган. Нуқталарнинг эллипсдан четга чиқишлари кузатишдаги хатолардир.)



ажойиб манзарани кузатиш мумкин: бош юлдуз сарик ёки тўк сарик, йўлдош-юлдуз эса оқ ёки ҳаво ранг тусда кўринади.

Агар кўшалок юлдузни ташкил этган икки юлдуз бир-бирининг атрофида айланиб ўзаро яқинлашса, у холда уларни энг кучли телескоп ёрдамида ҳам айрим-айрим кўриб бўлмайди. Бундай ҳолда кўшалокликни спектрга қараб аниқлаш мумкин. Ана шундай юлдузлар *спектрал-кўшалок* юлдузлар деб аталади. Доплер эффектига кўра, спектрдаги чизиқлар қарама-қарши томонга (агар юлдузлардан бири биздан узоқлашаётган бўлиб, иккинчиси яқинлашаётган бўлса) силжийдилар. Спектрда чизиқлар силжишининг ўзгариш даври, кўшалок юлдузларнинг айланиш даврига тенг бўлади. Агар кўшалокни ташкил этган юлдузларнинг равшанлиги ва спектри бир-бирига яқин бўлса, у холда *кўшалок юлдузнинг спектрида спектрал чизиқларнинг иккига ажралиши даврий такрорланиб туради* (рангли варақдаги 74-расм). Агар компонентлар A_1 ва B_1 ёки A_3 B_3 вазиятларини эгаллаган бўлса, у холда юлдузлардан бири кузатувчига яқинлашаётган, иккинчиси эса кузатувчидан узоқлашаётган бўлади (рангли варақдаги 74-расм, I, III). Бу холда спектрал чизиқларнинг иккига ажралиши кузатилади. *Яқинлашаётган юлдузнинг спектрал чизиқлари спектрнинг ҳаво ранг томонига, узоқлашаётганиники эса — қизил томонига силжийди*. Кўшалок юлдузлар компоненталари A_2 ва B_2 ёки A_4 ва B_4 (рангли варақдаги 74-расм, II, IV) вазиятларни эгаллаганда эса уларнинг иккаласи кўриш нурига нисбатан тўғри бурчак остида ҳаракатланади ва спектрал чизиқларнинг иккига ажралиши кузатилмайди.

Агар юлдузлардан бири хира бўлса, у холда фақат иккинчи юлдузнинг даврий силжиб турадиган чизиқлари кўринади.

Спектрал-кўшалок юлдузнинг компоненталари умумий масса маркази атрофида ўзаро айланаётганларида бир-бирларини галма-гал тўсиб ўтишлари мумкин. Бундай юлдузларни *тутилма-кўшалок* юлдузлар ёки *а л г о л л а р* (Персей юлдуз туркумидаги β юлдузнинг Алгол деган номидан олинган) дейилади. Компоненталари алоҳида кўринмайдиган кўшалок юлдузларнинг умумий равшанлиги тутилиш пайтларида камаяди (75-расмдаги B ва D вазиятлар). Қолган вақтларда эса яъни тутилишлар орасида унинг равшанлиги деярли ўзгармайди (A ва C вазиятлар) ва тутилиш қанча кам давом этса, ҳамда орбитанинг радиуси қанча катта бўлса, тутилишларнинг оралиғи-шунча узоқ давом этади. Агар ўзидан кам ёруғлик таркатаётган йўлдош катта бўлиб, уни ёруғ юлдуз тўсаётган бўлса, у холдаги тутилишлар пайтида системанинг умумий равшанлиги озгина ўзгарди.

Персей юлдуз туркумидаги β юлдузга қадимги араблар Алгол (аслида э л г у л), яъни «дев» деган ном қўйганлар. Эҳтимол, улар Алголнинг ажайиб хусусиятини сезгандирлар: Алголнинг ёруғлиги 2 кун-у 11 соат давомида ўзгармай туради, сўнгра унинг юлдуз катталиги: 5 соатда 2,3 дан 3,5 гача камаяди, кейинги 5 соат ичида у яна ўзининг аввалги ёруғлигига қайтади.

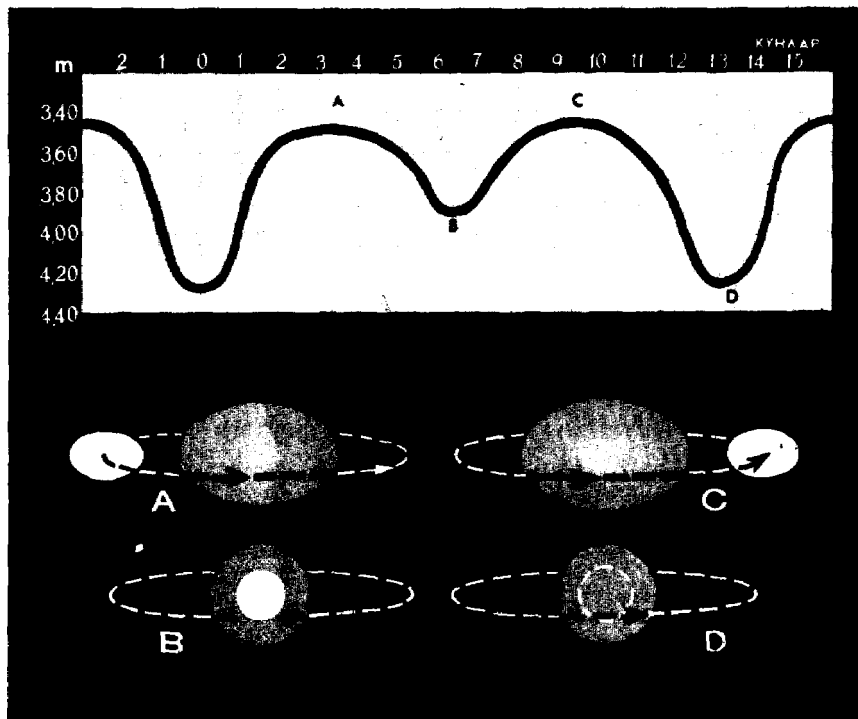
Вақт ўтиши билан юлдузнинг кўринма юлдуз катталигининг қандай ўзгаришини ифодалайдиган эгри чизиқни анализ қилиш юлдузларнинг катталиги ва равшанлигини, орбитасининг ўлчамларини, унинг шаклини ва кўриш нурига қиялигини, шунингдек, юлдузларнинг массаларини аниқлашга имкон беради. Шундай қилиб, тугилма-кўшалок юлдузлар (улар спектрал-кўшалок юлдузлар тарзида ҳам кузатилади) жуда яхши ўрганилган системалар ҳисобланади. Бахтга қарши, бундай системалар ҳозирча нисбатан кам топилган.

Кашф этилган спектрал-кўшалок юлдузлар ва алголларнинг даврлари нисбатан қисқа — бир неча сутка атрофида бўлади.

Юлдузларнинг кўшалок бўлиши, умуман олганда, жуда кенг тарқалган ҳодисадир. Статистика, ҳамма юлдузлардан 30% га яқинининг кўшалок бўлиши эҳтимоли борлигини кўрсатади.

Юлдузларнинг баён қилинган методлар ёрдамида аниқланган массалари, уларнинг ёрқинликларининг фаркига қараганда анча кам: Қуёш массаси ҳисобида улар ўзаро 0,1 дан 100 гача фарк қилади. Буларнинг ичида жуда катта массага эга бўлганлари

75- расм. Лира β сининг кўринма ёруғлигини ўзгариши ва унинг йўлдоши ҳаракати схемаси (Бир-бирига яқин жойлашган юлдузларнинг шакли, уларнинг ўзаро тортишиши натижасида, сферик шаклдан катта фарқланиши мумкин).



ниҳоятда кам учрайди. Одатда юлдузларнинг массаси бешта Қуёш массасидан ошмайди.

Айнан юлдузларнинг массаси уларни ўзига хос типдаги (бағриларидаги температураси 10^7 К дан юқори бўлган) осмон жисмлари сифатида мавжудлигини ва табиатини аниқловчи фактордир. Бундай температурала вужудга келадиган ва водородни гелийга айлантирадиган ядро реакциялари юлдузлар тарқатадиган улкан нурланиш энергиясининг манбаи ҳисобланади. Массаси етарли бўлмаганда осмон жисмлари ичида температура, термоядро реакциясини вужудга келтириш учун зарур бўлган қийматга кўтарила олмайди.

Космосдаги модданинг химиявий таркиби эволюцияси ўтмишда ҳам ҳозир ҳам, асосан юлдузлар туфайли ривожланган ва ривож топмокда. Айнан юлдузлар бағрида водороддан нисбатан оғир химиявий элементлар ҳосил бўлиш процесси юз бермокда.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. Қўшалок юлдузнинг айланиш даври 100 йил. Кўринма орбитасининг катта ярим ўқи $a = 2,0''$, параллакси эса $p = 0,05''$. Агар юлдузлар масса марказидан 1:4 нисбати каби узокликда бўлсалар, уларнинг умумий массаларини ва ҳар бирининг массасини аниқланг.

Берилган:

$$T = 100 \text{ йил}$$

$$d = 2,0''$$

$$p = 0,05''$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{A_2}{m_1} = ?$$

$$m_2 = ?$$

Ечилиши.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{m_2}{m_1} \text{ бўлгани учун } \frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}, \text{ ундан } m_1 = 4m_2, \text{ Кеплернинг}$$

III қонунига мувофиқ;

$$m_1 + m_2 = A^3 : T^2 \quad 4m_2 + m_2 = A^3 : T^2,$$

яъни $5m_2 = A^3 : T^2$, агар a ва p ёй секундларида ифодаланган бўлса, $A_{\text{а.б.}} = \frac{a}{p}$.

$$A_{\text{а.б.}} = \frac{2,0''}{0,05''} = 40 \text{ а. б.}$$

$$m_2 = \frac{40^3}{100^3 \cdot 5} \approx 1,28. \quad m_1 = 4 \cdot 1,28 = 5,12.$$

Жавоб: $m_1 = 5,12$ Қуёш массаси, $m_2 = 1,28$ Қуёш массаси.

21-машқ

1. Агар Капелла қўшалок юлдузи орбитасининг катта ярим ўқи 0,85 а. б. га тенг бўлиб, айланиш даври эса 0,285 йил бўлса, уларнинг умумий массасини аниқланг.
2. Агар Ер орбитаси бўйлаб, массаси Қуёш массасига тенг бўлган юлдуз ҳаракатланса, унинг айланиш даври қандай бўлар эди?
3. 73-расм бўйича йўлдошнинг айланиш даврини, орбитаси катта ярим ўқининг ўлчамини баҳоланг, компоненталарнинг массалари йиғиндисини ҳисобланг. Орбитанинг катта ярим ўқи расм текислигида, деб ҳисобланг.

2. ЮЛДУЗЛАРНИНГ УЛЧАМЛАРИ. Улардаги модданинг зичлиги.

Температуралари бир хил бўлган юлдузларнинг, масалан, Қуёш билан Капелланинг (Аравакашнинг α си) ўлчамларини қандай солиштириш мумкинлигини соддагина бир мисолда кўрсатамиз. Бу юлдузларнинг спектри, ранги ва температураси бир хил, лекин Капелланинг ёркинлиги Қуёшнинг ёркинлигидан 120 марта ортик. Бир хил температурадаги юлдузларнинг бир юза бирлигига тўғри келадиган равшанлиги ҳам бир хил бўлганлиги сабабли, Капелланинг сирти Қуёш сиртидан 120 марта, диаметри ва радиуси эса Қуёшникидан $\sqrt{120} \approx 11$ марта катта бўлиши керак.

Нурланиш қонунларини билиш бошқа юлдузларнинг ҳам ўлчамларини аниқлашга имкон беради.

Масалан, қизтирилган жисмнинг 1 м^2 юзасидан вақт бирлигида тарқалувчи тўла энергия $I = \sigma T^4$ га тенг бўлиши физикада исботланган; бу ерда σ — пропорционалик коэффициент, T — абсолют температура¹. Маълум T температурали юлдузларнинг нисбий қизикли диаметри қуйидаги формуладан топилади:

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \frac{4\pi r^2}{4\pi r_{\odot}^2} \cdot \frac{i}{i_{\odot}} = \left(\frac{r}{r_{\odot}}\right)^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^4,$$

бу ерда r — юлдузнинг радиуси, i — юлдузнинг юза бирлигидан чиқаётган нурланиш энергияси, r_{\odot} , i_{\odot} , T_{\odot} — Қуёшга тегишли катта-

ликлар бўлиб, $L_{\odot} = 1$. Бундан: $r = \sqrt{L} \cdot \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^2$ Қуёш радиуси ҳисобида.

Юлдузларнинг бурчак диаметрларини махсус оптик асбоб ёрдамида ўлчаш имкони туғилгач, ёриткичларнинг ўлчамларига тегишли юқоридаги ҳисоблаш натижалари тўла тасдиқланди.

Ёркинлиги жуда катта бўлган юлдузлар ўта гигант юлдузлар дейилади. Қизил ўта гигант юлдузлар ўлчамлари жиҳатдан ҳам жуда каттадир (76-расм, рангли вараққа к.). Бетельгейзе ва Антарес юлдузлари диаметрлари жиҳатидан Қуёшдан юзлаб марта каттадир. Бизда янада узокда бўлган Цефейнинг VV юлдузи шундай каттаки, унинг ичига Қуёш системасининг Юпитер орбитасигача (Юпитер орбитаси ҳам киради) бўлган қисмини жойлаштириш мумкин. Шу билан бирга ўта гигант юлдузларнинг массалари Қуёш массасидан атиги 30—40 марта катта, холос. Натижада қизил ўта гигант юлдузларнинг ҳатто ўртача зичлиги, хонадаги ҳаво зичлигидан минглаб марта камлиги маълум бўлади.

Ёркинликлари бир хил бўлган юлдузлар қанча қизиган бўлса, уларнинг ўлчамлари шунча кичик бўлади. Оддий юлдузлар ичида энг кичиги қизил карлик (митти) юлдузлардир. Уларнинг массалари ва радиуслари Қуёш массаси ва радиусининг ўн-

¹ Стефан — Больцман қонуни австриялик физиклар П. Стефан (тажрибада) ва Л. Больцман томонидан аниқланган.

дан бир қисмига тўғри келади, ўртача зичлиги эса сувнинг зичлигидан 10—100 марта ортиқ. Ок карлик (митти) юлдузлар ажойиб юлдузлар бўлиб, қизил карликларга нисбатан яна ҳам кичик. Бизга яқин ёруғ Сириус юлдузининг (радиуси Қуёш радиусидан тахминан икки марта катта) атрофида айланадиган йўлдоши бор. Бу йўлдошнинг айланиш даври 50 йил. Бу қўшалок юлдузнинг узоклиги, орбитаси ва массаси маълум. Бу икки юлдуз ок ва деярли бир хилда қайноқ юлдузлардир. Бинобарин, бу юлдузларнинг сиртидаги бир хил катталиқдаги юзалар бирдай энергия таркатади, лекин йўлдошнинг ёрқинлиги Сириусникига қараганда 10 000 марта кучсиз. Демак, унинг радиуси $\sqrt{10000}=100$ марта кичик, бошқача айтганда, у деярли бизнинг Ердек келади. Шу билан бирга, унинг массаси Қуёш массасига яқин! Бинобарин, ок карлик жуда катта зичликка эга, яъни унинг зичлиги 10^9 кг/м^3 . Бундай зичликдаги газнинг мавжудлиги бундай изоҳланган эди: одатда, ядро ва электрон қобикдан ташкил топган системалар — атомларнинг ўлчами зичликка чек қўяди. Юлдузлар бағрида температура жуда юкори бўлиб, атомлар бутунлай ионлашганда, уларнинг ядролари ва электронлари бири-бири билан боғланмай қолади. Ташқи қатламларнинг ниҳоятда кучли босими остида зарралардан ташкил топган бу «қурама» нейтрал газга қараганда кўчлироқ сиқилиши мумкин. Назарий ҳисоблашларга кўра баъзи шаронтларда зичлиги атом ядролари зичлигига тенг бўлган юлдузлар вужудга келиши мумкин.

Биз ок карлик юлдузлар мисолида астрофизик текширишлар, модда тузилиши ҳақидаги тушунчаларни қанчалик кенгайтиришига яна бир бор гувоҳ бўламиз. Чунки лабораторияларда юлдузларнинг ичидаги шаронтни ҳали ҳосил қилишнинг имкони йўқ. Шунинг учун астрономик кузатишлар энг муҳим физик тасаввурларни ривожлантиришга ёрдам беради. Масалан, Эйнштейннинг нисбийлик назарияси, физика учун жуда катта аҳамият касб этади. Ундан фақат астрономик маълумотлар асосида текшириб кўриш мумкин бўлган бир неча натижалар келиб чиқади. Бундай натижалардан бирига кўра, жуда кучли тортишиш майдонида ёруғлик тебранишлари секинлашиши керак, натижада спектрнинг чизиқлари қизил томонга силжиши ва бундай силжиш юлдузларнинг тортишиш майдони қанча кучли бўлса, шунча катта бўлиши керак. Сириус йўлдошининг спектрида, йўлдош кучли тортишиш майдони таъсирида худди шундай қизилга силжиш ҳодисаси кузатишган. Астрономик кузатишлар, нисбийлик назариясининг шу ва бошқа бир қатор шунга ўхшаш ҳулосаларини тасдиқлади. Физика ва астрономиянинг ўзаро яқин боғланишини кўрсатувчи бундай мисоллар ҳозирги замон фани учун характерлидир.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. Агар Арктузнинг ёрқинлиги 100, температураси эса 4500 К бўлса, Арктуз Қуёшдан неча марта катта?

Берилган:

$$L = 100$$

$$T = 4500 \text{ K}$$

$$T_{\odot} = 6000 \text{ K}$$

$$L_{\odot} = 1$$

$$\frac{r}{r_{\odot}} = ?$$

Ечиляши.

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{r}{r_{\odot}}\right)^2 \cdot \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^4 \quad \text{бундан} \quad \left(\frac{r}{r_{\odot}}\right) = \sqrt{L} : \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^2.$$

$$\frac{r}{r_{\odot}} = \sqrt{100} : \left(\frac{4500 \text{ K}}{6000 \text{ K}}\right)^2 = 18.$$

Жавоб и; $\frac{r}{r_{\odot}} = 18$ марта.

22-машқ.

1. Агар Ригелнинг параллакси $0,0069''$ га, кўринма юлдуз катталиги $0,34$ га тенг бўлса, унинг ёрқинлиги Күёшникидан неча марта ортиқ?

2. Агар ўта гигант қизил юлдузнинг диаметри Күёш диаметридан 300 марта, массаси эса Күёш массасидан 30 марта катта бўлса, унинг ўртача зичлиги қанча бўлади?

25. УЗГАРУВЧАН ВА НОСТАЦИОНАР ЮЛДУЗЛАР

1. ЦЕФЕИДЛАР. Алгол системаларидаги юлдузлар кўринма равшанлигининг ўзгариши юлдузлар ёрқинлигининг физик ўзгаришининг натижаси бўлмай, балки бир-бирларини даврий равишда тўсиб туришларининг оқибати эканлигини сиз энди яхши биласиз. Шу билан бирга ҳозирги вақтда, ёрқинликлари, ҳақиқатан, ўзгариб турадиган ўн минглаб физик ўзгарувчан юлдузлар маълум. Шунингдек, улардан баъзиларининг равшанлиги қатъий давр билан ўзгариб тургани ҳолда, бошқаларининг равшанлиги нотўғри ёки тез-тез ўзгариб турадиган давр билан содир бўлиши ҳам маълум.



Юлдузнинг ёрқинлиги қандай физик характеристикаларга боғлиқ бўлишини эсланг. Нимага ёрқинлик ўзгариши мумкин?

Шундай қилиб, юлдузлар ўлчамларининг ва температураларининг ўзгариши, улар ёрқинлигининг ўзгаришига олиб келади. Бинобарин, ҳамма физик ўзгарувчан юлдузлар учун уларнинг ёрқинликларининг ўзгариши спектрларида у ёки бу ўзгаришларга, бу деган сўз, уларнинг атмосфера ҳолатларининг ўзгаришига олиб келиши билан характерлидир.

Даврий ўзгарувчан юлдузлар ичида энг ажойиблари **цефеидлар** д л а р д и р . Булар ок ёки сарғиш юлдузлар бўлиб, цефеидлар номини шу типдаги ўзгарувчан юлдузларнинг вакили — Цефей туркумидаги δ юлдуздан олганлар. Мазкур юлдузнинг ўзгарувчанлик даври $5,37$ сутка ва равшанлигининг ўзгариш амплитудаси $4,6$ дан $3,7$ юлдуз катталигигача боради. Цефеидлар — равшанлигининг ўзгариш амплитудаси $1,5$ юлдуз катталигидан ортмайдиган ва даври бир неча ўн минутдан бир неча ўн суткагача бўлган ўзгарувчан юлдузлардир. Уларнинг бу даврлари кўп йиллар давомида доимий қолиб, аниқлиги ўндан бир секундгача боради.

77-расмда цефеидлар равшанлигининг ўзгариши ва унга мос температураси ва нурий тезлигининг ўзгариши келтирилган.

Температура ўзгариши билан цефеидларнинг спектрал синфи ҳам бир оз ўзгарибди. Бундай ўзгаришларга сабаб *цефеидлар* — *пульсацияланувчи юлдузлар* эканлигидир. Улар даврий равишда кенгайиб ва сиқилиб турадилар. Ташқи катламларининг сиқилиши уларнинг қизишига олиб келади.

Цефеидлар икки гурпуага бўлинади: қисқа даврли цефеидлар, бошқача айтганда, Лиранинг *RR* юлдузи типдаги, даври 1 суткадан кам бўлган юлдузлар ва даври 2 суткадан ортик бўлган узун даврли классик цефеидлар. Булардан биринчилари қайноқроқ бўлиб, уларнинг ҳаммаси бир хил $M=0,5$ абсолют юлдуз катталигига эга.

Классик цефеидлар совуқроқ ва куйидаги ажойиб хусусиятларга эга. Булар ўта гигантлар бўлиб, уларнинг ёрқинлиги қанча юқори бўлса, даврлари шунча катта бўлади. Энг секин ўзгарадиган цефеидлар энг ёруғ бўлади. Даврлари 50 суткага яқин бўлган бундай юлдузларининг ёрқинлиги Куёш ёрқинлигидан 10 000 марта ортик бўлади. Цефеид ёрқинлигини унинг равшанлигининг ўзгариши даврига (бу, энг хира цефеидлар учун ҳам бевосита кузатишлардан осонгина аниқланади) кўра аниқлаб, унинг абсолют юлдуз катталиги M ни ҳисоблаш мумкин. Сўнгра M ни кўринма юлдуз катталиги m билан солиштириб, цефеидгача бўлган масофани куйидаги формуладан осон аниқлаш мумкин:

$$\lg D = 0,2 (m - M) + 1,$$

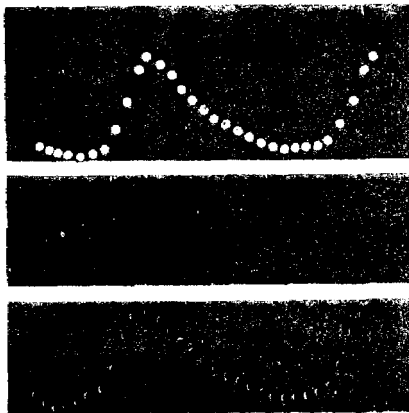
бу (4) формуладан келиб чиқади.

Шунинг учун цефеидларнинг ёрқинликлари билан даврлари орасидаги эслатилган боғланиш юлдуз системамизнинг ўлчамларини ва масофаларини аниқлашда ниҳоятда муҳим ҳисобланади.

Равшан гигант цефеидлар Кошнотнинг машъаллари каби узоқдан кўриниб туради. Уларга асосланиб, биз, юлдузлар системамизнинг чегараларини аниқлаймиз.

2. ЯНГИ ЮЛДУЗЛАР. «Янги юлдузлар» деган ном қадим замонлардан сақланиб келинган бўлиб, бу ном ҳақиқатан ҳам янги деб ҳисобланган юлдуз-

77-расм. Цефеидларнинг равшанлик, нурий тезлиги ва температураси эгрилиги.



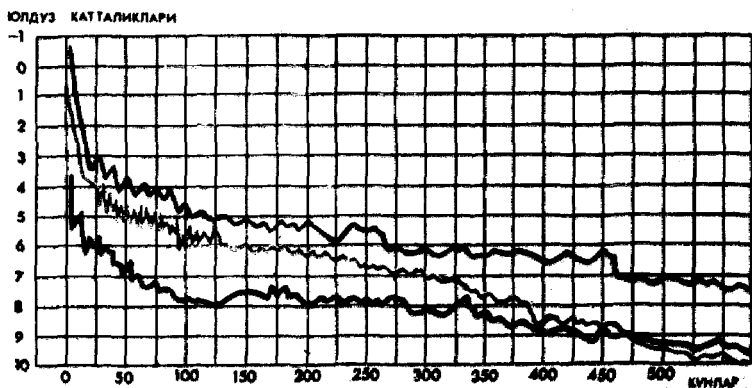
ларга берилган. Тўпланган фотосуратлар коллекцияси янги деб аталган оддий кўзга кўринмайдиган юлдуз қадимдан мавжуд бўлганини, лекин тўсатдан чараклаши натижасида унинг равшанлиги қисқа вақт ичида ўн минглаб марта ортиб, кузатувчига ўзини янги юлдуз сифатида намоён қилди. Чараклагандан сўнг юлдуз, яна аста-секин ўзининг аввалги равшанлигига қайтади. Янги юлдузлар равшанлигининг амплитудаси чакнаш пайтида 7-юлдуз катталигидан 14-катталигигача, яъни уларнинг ёрқинликлари 400000 мартагача ўзгариши мумкин. Еруғлиги максимумга етганда уларнинг абсолют юлдуз катталиги — 6 дан —9 гача бўлади. Эҳтимол, янги юлдузларнинг чакнаши ҳар минг йиллар оралаб такрорланар. Максимумида биринчи юлдуз катталигига эришган янги ёруғ юлдузлар кам кузатишган, масалан, 1901, 1918, 1925 йилларда.

Чакнашларнинг ана шундай тўсатдан юз бериши сабабли янги юлдузларнинг кашф этилиши тасодифий бўлади. Уларни, кўпинча астрономия хаваскорлари, баъзан мактаб ўқувчилари кашф этадилар. Бунинг учун Сомон Йўлига яқин бўлган юлдуз туркумларини тез-тез кузатиб бориш керак. Аммо планетани янги юлдуз билан алмаштириб юборманг!

Янги юлдузнинг чакнаши, одатда, бир неча кун — ҳалокатли давом этиб, дастлабки ёрқинлигига йиллар давомида қайтади ва бу қайтиш даврида равшанликнинг тебраниши кузатилади (78-расм).

Янги юлдузнинг спектридаги ўзгаришлар, юлдуз равшанлигининг ортишига фотосферанинг кенгайиши — сиртининг ортиши сабаб бўлишини кўрсатди. Ерқинлик максимумга етганда, янги юлдузнинг диаметри Ер орбитаси диаметридан катта бўлади. Равшанлик максимал ортганда юлдузнинг ташқи қатлами ундан

78-расм. Учта янги юлдузнинг кўринма ёруғлигининг ўзгариши эгри чизиғи.



ажралади ва тахминан ≈ 100 км/с тезликда кенгайиб, фазога ёйила бошлайди. Бундай чакнаш фақат ўта қайноқ ва нисбатан кам ёрқинликдаги юлдузлардагина рўй беради. Барча янги юлдузлар — қўшалок деган гумон ҳам йўқ эмас. Агар шундай бўлса, у ҳолда бизни Куёшга чакнаш хавф солмайди.

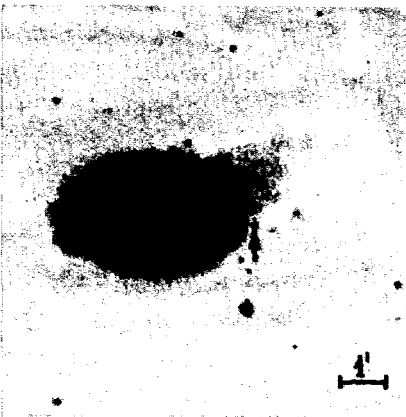
3. УРТА ЯНГИ ЮЛДУЗЛАР. Баъзи илгари кўринмаган алоҳида юлдузлар, тўсатдан янги юлдузлар сингари чакнайди ва олдинги кўринишга қайтади. Лекин уларнинг ёрқинликлари максимумга эришганда улар янги юлдузларга қараганда минглаб марта равшан бўлади. Бундай юлдузлар ўта янги юлдузлар дейилади. Улардан ажралиб чиқадиган газларнинг тезлиги ҳам оддий янги юлдузларникига қараганда кўп марта катта бўлади.

Ўта янги юлдузларнинг максимумдаги ёрқинлиги энг ёруғ оддий юлдузларнинг ёрқинлигидан ўн минглаб марта ортик бўлгани учун уларни биздан жуда узокда, бошқа юлдуз системаларида ҳам бемалол кўриш мумкин (79-расм). Бундай масофаларни аниқлашда ўта янги юлдузларнинг равшанликларини ўлчашдан фойдаланилади.

Ўта янги юлдузларнинг чакнаши ниҳоятда кам учрайди — миллиардлаб юлдузларга эга бўлган системада бир неча ўн ва юз йилда ўрта ҳисобда битта чакнаш содир бўлади.

Телескоп ихтиро этилгунга қадар бизнинг юлдуз системамизда бир неча ўта янги юлдузнинг чакнаши кузатилаган. Улардан бири 1054 йилда Савр юлдуз туркумида чакнаган бўлиб, унинг ўрнида ҳозир *Қисқичбақасимон* туманлик деб аталган, жуда хира нур сочадиган ажойиб туманлик пайдо бўлган (80-расм). У, асосан, ионлашган газдан ташкил топган бўлиб, туманликнинг аморф

79-расм. Ўта янги юлдузли (стрелка билан кўрсатилган) галактика — юлдуз системасининг фотосурати (негатив); фотосуратнинг бурчак масштаби кўрсатилган.



массасида майда томирлар тарзида кўринади. Туманликнинг турли йилларда олинган фотосуратларини солиштириш асосида у тахминан 1000 км/с тезлик билан кенгаётганлигини аниқланди. Унинг кенгайиши, ўта янги юлдузнинг чакнаш пайтидан бошланган. Туманликни ҳосил қилган газ, мазкур юлдуз чакнаганда ўзидан улуктириб ташланган. Кейинчалик, *Қисқичбақасимон* туманлик радионурланишнинг энг кучли манбаларидан бири эканлиги маълум бўлди. Туманликнинг радионурланишига сабаб, туманликда мавжуд магнит майдонининг юлдуз чакнаганда

вужудга келган ва ёруғлик тезлигига якин тезликда ҳаракатланаётган электронларни тормозлашидандир. Магнит майдонидаги электронларнинг бундай радионурланиши иссиқ бўлмаган ёки сийхротрон нурланиш дейилади. Қискинбакасимон туманлик, шунингдек, рентген нурларининг ҳам ниҳоятда кучли космик манбаларидан бири эканлиги маълум бўлди. Бошқа «якин» ўта янги юлдузлар чакнаган жойлардан ҳам радионурланишлар тарқатаётган ва кенгаётган туманликлар топишган. Ўта янги юлдузларнинг чакнаши осмон jismlarida юз берадиган энг баҳайбат ва энг ким учрайдиган ҳалокатлардандир.

Ўзгарувчан ва янги юлдузларнинг ҳаммасини ўрганиш, умуман юлдузларнинг табиятини ва ривожланишини аниқлашда муҳим аҳамиятга эга, ўзгарувчан ва айниқса, янги юлдузлар ўзларининг ривожланишининг бурилиш даврларида содир бўлади. Бундан ташқари, бу юлдузларда содир бўлаётган катта ўзгаришлар кузатиш учун қулай бўлиб, оддий юлдузлардаги ўзгаришларни эса жуда секин юз бериши сабабли уларни кузатиш кийин.

23-машқ

1. Янги юлдузларнинг равшанлиги, одатда, деярли ўзгармас температурада фотосферасининг кенгайиш натижасида ортади. Агар янги юлдуз равшанлигининг ўзгариши 10-юлдуз катталигига тенг бўлса, юлдузларнинг радиуси нече марта катталашган бўлади?

2. Агар галактиканинг кўринадиган диаметри 2' бўлса, унинг ўта янги юлдузига ҳақ бўлган масофаси 10^7 пк га тенг бўлса, бу ўта янги юлдуз (79-расм) осмонда, бизга, галактика марказидан қандай масофада кўринади?

26. ЮЛДУЗЛАР ОЛАМИДАГИ ЭНГ МУҲИМ ҚОНУНИЯТЛАР. ЮЛДУЗЛАР ЭВОЛЮЦИЯСИ

Биз якка, кўшалок, қаррали, ҳар хил турдаги ўзгарувчан, янги ва ўта янги юлдузлар, ўта гигантлар ва карликлар, шунингдек, ўлчамлари, ёрқинлиги, температураси ва зичлиги ҳар хил бўлган юлдузлар мавжудлигини кўрдик. Бу физик характеристикаларнинг тартибсиз мажмуаси эмасми? Маълум бўлишича, бундай эмас экан. Юлдузлар ҳақида клинган маълумотларни умумлаштириб, бир қатор қонуниятлар белгиланди.

Маълум масса ва ёрқинликка эга бўлган юлдузларни такқослаб, *масса ортиши билан ёрқинликнинг ҳам тез ортиб боришига* ишонч ҳосил қилиш мумкин: $L \approx m^{3,9}$. «Масса — ёрқинлик» деб аталувчи бундай боғланишдан фойдаланиб, якка юлдузнинг ёрқинлигини билган ҳолда, унинг массасини аниқлаш мумкин бўлади (оқ карликлар бу боғланишга бўйсунмайди).

Юлдузларнинг энг кўп тарқалган турлари учун $L \approx R^{5,2}$ формула ўринлидир, бунда R — юлдузнинг радиуси. Ҳамма ҳолларда тўла ёрқинлик олинади. Мазкур ифодалар юлдузларнинг бу формулаларда катнашадиган физик характеристикалари ўзаро боғланишда эканлигини кўрсатади.

Юлдузларнинг ёрқинлигини уларнинг температураси ва ранги

билан солиштириш ниҳоятда катта аҳамиятга эгадир. Бу боғланиш «ранг — ёрқинлик» (Р — Е) диаграммасида тасвирланган (*Герцшпрунг — Рессел* диаграммаси, орқадаги форзацга қаранг). Бу диаграммада ординаталар ўқи бўйича ёрқинликнинг логарифмлари ёки юлдузларнинг абсолют катталиклари M , абсциссалар ўқи бўйича эса юлдузларнинг спектрал синфлари ёки уларга мос келадиган температуралар ёки рангини белгилайдиган катталик қўйилади. Хarakterистикалари маълум бўлган юлдузларга тегишли нуқталар диаграммада бетартиб жойлашмай, қандайдир чизиклар бўйича — кетма-кетликда жойлашади. Қўпчилик нуқталар чапда юқоридан, ўнгда пастга тушувчи қия чизик бўйича жойлашади. Бу йўналишда юлдузларнинг ёрқинлиги, радиуси ва температураси бир вақтда камайиб боради. Бу бош кетма-кетликдир. Сарик карлик юлдуз сифатида Қуёшнинг ўрни унда стрелка билан кўрсатилган. Бош кетма-кетликка параллел ҳолда *субкарликлар кетма-кетлиги* жойлашган бўлиб, улар бош кетма-кетликнинг шу температурадаги юлдузларидан тахминан бир юлдуз катталигича хирарокдирлар.

Юқорида, абсциссалар ўқига параллел равишда, *ўта гигантлар кетма-кетлиги* жойлашган. Уларнинг ранги ва температураси хар хил, ёрқинликлари эса деярли бир хил.

Бош кетма-кетликнинг ўртасидан ўнг томонга ва юқорига қараб *қизил гигантлар кетма-кетлиги* чўзилган. Ниҳоят, хар хил температурадаги *оқ карликлар* пастда жойлашган. *Оқ-ҳаво ранг кетма-кетликни* янги юлдузлар каби чақнайдиган ва бошқа турдаги қайноқ юлдузлар ташкил этади.

Юлдузнинг у ёки бу кетма-кетликка тегишли эканлигини унинг спектрисидаги айрим деталларга қараб билиш мумкин.

Бундан кўринишича, табиатда масса, ёрқинлик, температура ва радиус орасида ихтиёрий комбинациялар бўлмас экан. Назария, Р — Е диаграммасида юлдузнинг ўрни, энг аввало, унинг массаси ва ёши билан аниқланишини, бинобарин, *диаграмма юлдузнинг эволюциясини акс эттиришини* кўрсатади.

Юлдузнинг массаси қанча катта бўлса, унинг ичидаги температура ҳам шунча юқори ва водороднинг «ёниб» гелийга айланиши шунча тез содир бўлади. Қуёшда эса бу жараён қарийб 10^{10} йил давом этади. Қуёшнинг ички энергияси яна миллиард йилларга этади.

Юлдузнинг марказидаги водороднинг ёниб тугаши билан унинг эволюцияси тезлашади. Юлдуз қизил гигантга айланади. Қизил гигантларнинг зич ва қайноқ ядросида гелийдан углерод ҳосил бўлиши реакцияси юз беради. Гелий запаси камайиши билан бундай реакция тўхтаб бошлабди. Юлдуз сиқила боради, у ниҳоятда зич оқ карлик ҳолатига ўтади. Оқ карлик сирти катта бўлмаган (шунинг учун кам энергия сарфланиши) сабабли узоқ давр нурланиб туриши мумкин. Қуёшнинг ва массаси Қуёш массасидан ошмайдиган юлдузларнинг эволюцияси ана шундай кечади.

Юлдузлар оламида фақат секин ўзгаришларгина содир бўлмай, шунингдек, тез, ҳатто ҳалокатли ўзгаришлар ҳам бўлиб туради. Масалан, бир йилга яқин вақт ичида кўринишидан оддий бир юлдуз ўта гигант юлдуз каби чакнайди ва тахминан худди шунча вақт ичида унинг равшанлиги пасаяди. Натижада у, эҳтимол, нейтронлардан ташкил топган ва ўз ўқи атрофида тахминан бир секунд ва бундан ҳам камроқ давр билан айланадиган жуда кичик, катталиги атиги 10–20 км атрофида бўлган нейтрон юлдузга айланади. Унинг зичлиги атом ядролари зичлигига қадар (10^{16} кг/м³) ортади. Натижада у, радио ва рентген нурлари таркатадиган жуда кучли манбага айланиб, унинг нурлари ёруғлик нурлари каби юлдузнинг ўз ўқи атрофида айланиш даврига мос давр билан пульсацияланиб туради (шу пульсацияланиш туфайли уларга *п у л ь с а р л а р* деган ном берилди). Кенгайиб бораётган Қисқичбақасимон радиотуманлик марказида жойлашган хира юлдуз ана шундай пульсарга мисол бўла олади. Ўта янги юлдузларнинг портлашидан пульсарлар ва Қисқичбақасимон радиотуманлик тарзида вужудга келган қолдиқлар кўп.

Нейтрон юлдузлар — массаси Қуёш массасидан сал кўпроқ бўлган юлдузлар эволюциясининг охириги босқичидир. Массаси Қуёшнинг массасидан анча ортиқ бўлган юлдузлар ўз эволюциясини, катталиги тахминан нейтрон юлдузга тўғри келадиган ва гравитацион майдони нурнинг тарқалишига йўл қўймайдиган жуда зич жисмга айланиши билан тугаллайди деб қабул қилинган. Бундай объектлар Қора ўралар дейилади.

Оқ қарликлар, нейтрон юлдузлар ва мавжудлиги назарий изланишлар асосида олдиндан айтиб берилган, лекин ҳозирча кузатишлар билан исботланмаган қора ўралар турли массадаги юлдузлар эволюциясининг охириги босқичлари ҳисобланади. Юлдузлар улоқтириб ташлаган моддалардан кейинчалик юлдузларнинг янги авлодлари вужудга келиши мумкин. Агар юлдузларни, бутун юлдуз системасининг — Галактиканинг таркибий қисми деб қаралса, у ҳолда юлдузларнинг шаклланиш ва ривожланиш жараёни умуман олганда тушунарли бўлади.

12-топшириқ

1. Қуйидаги хусусиятлари берилган юлдузлар диаграмманинг қайси қисмида жойлашади: а/ёрқинлиги ва температураси Қуёшниқидан ортиқ; б/ёрқинлиги ва температураси Қуёшниқидан кам; в/ёрқинлиги Қуёшниқидан ортиқ, лекин температураси Қуёшниқидан кам; г/ёрқинлиги Қуёшниқидан кам, лекин температураси Қуёшниқидан ортиқ?

Диаграммада сонлар билан қуйидаги юлдузларнинг жойи белгиланган: 1— Бетельгейзе, 2— Вега, 3— Арктур, 4— Сириус В, 5 — Барнард юлдузи.

2. Диаграммадан фойдаланиб,

а) 1,2,3 юлдузларгача бўлган масофани ҳисобланг, уларнинг кўринма юлдуз катталиклари ҳақидаги маълумотларни IV илоадан олинг;

б) Сириуснинг йўлдоши — Сириус Б юлдузининг кўринма юлдуз катталигини аниқланг;

в) Агар Барнард юлдузигача бўлган масофа 1,8 пк бўлса, унинг кўринма юлдуз катталигини аниқланг.



27. БИЗНИНГ ГАЛАКТИКА

1. СОМОН ЙЎЛИ ВА ГАЛАКТИКА. Бизни ўраб олган Коинотнинг тузилишини аниқлаб олгунча фан жуда узоқ йўлни босиб ўтди. Фақат XX асрнинг бошларига келиб, осмонда кўринадиган ҳамма юлдузлар биргаликда алоҳида юлдуз системасини — Галактикани ташкил этиши (гарчи бу давргача кўпгина тўғри ғоялар ўртага ташланган бўлса-да) ўзил-кесил исботланди. Масалан, инглиз олими *Вильям Гершель* (1738—1822) биринчи бўлиб, осмоннинг турли соҳаларидан танланган бир хил кичик участкаларидаги юлдузларни санаш орқали юлдузлар оламининг тузилиши ҳақидаги масалани ҳал қилишда тўғри йўлни кўрсатди.

Бутун осмонни белбоғ каби ўрайдиган ёруғ тасма — *Сомон Йўлидаги*¹ юлдузлар бизнинг юлдуз системамиз — Галактикамазининг асосий қисмини ташкил этиши, аста-секин аниқлаиб борилди. Сомон Йўли бизга осмоннинг катта айланаси бўйлаб жойлашгандек кўринганидан, биз (яъни Кўёш системаси) унинг г а л а к т и к текислик деб аталадиган текислигига яқин жойлашганимиз маълум бўлади. Галактика шу текислик бўйлаб энг узоқларга чўзилгандир. Перпендикуляр йўналишда юлдузларнинг зичлиги тез камаяди, бинобарин, бу йўналишда Галактика унча узоққа чўзилмайди.

Сомон Йўлининг кузатиладиган структурасини (81-расм) қисман хира (яъни узоқдаги) юлдузлар ҳақиқий жойлашишларига кўра ҳосил қилса, қисман Сомон Йўлининг баъзи жойларида бу юлдузларни тўсиб турган космик чанг булутлари ҳосил бўлади. Бундай қора булутлардан бирини Оккуш туркумининг Денеб юлдузи яқинида кўриш мумкин. Сомон Йўлининг икки тармоққа ажралиши худди шу юлдуз туркумидан бошланиб, осмоннинг жанубий ярим шарида улар яна бирлашади. Бундай ажралиш туюлма ҳол бўлиб, у Сомон Йўлининг энг равшан жойларининг қисмларини, жумладан, Ақраб ва Қавс туркумларига тегишли қисмларни тўсиб турувчи космик чанглار тўдаси туфайли шундай кўринади (82-расм).

Баъзан, Сомон Йўли — бизнинг Галактикамаиз, деб хато айтилади. Сомон Йўли — осмонда бизга кўринадиган ва юлдузлардан

¹ Унга қадимги греклар «галаксиас», яъни сутли айлана (гала — сут) деган ном берганлар.

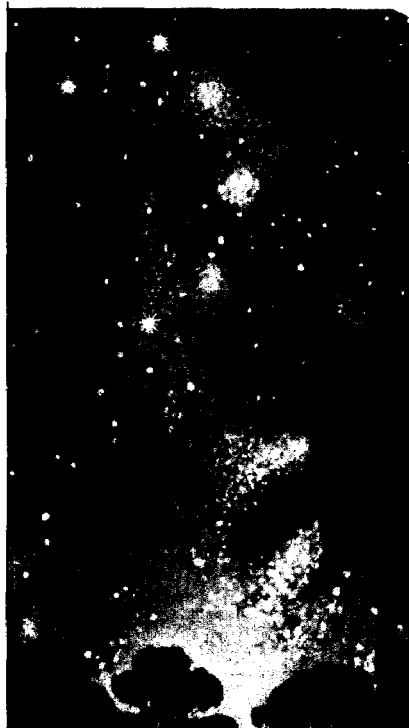
ташқил топган ёруғ халқа бўлиб, бизнинг Галактикамиз эса юлдузларнинг гигант оролидир (83-расм). Тўғри, унинг кўпчилик юлдузлари Сомон Йўли бўйлаб жойлашган, бироқ у фақат шулар билангина чекланмайди. Галактикамизга ҳамма юлдуз туркумларидаги юлдузлар киради.

Осмонда 21-юлдуз катталигигача бўлган барча юлдузларнинг сони ҳисоблаб чиқилган, у $2 \cdot 10^{11}$ ни ташқил этади, бироқ бу бизнинг юлдуз системамиз — Галактикамиздаги юлдузларнинг кичик бир қисми холос.

Галактикамизнинг чегаралари узок масофалардан кўринадиган цефеидлар ва қайнок ўта гигант юлдузларнинг жойлашишига қараб белгиланган эди. Галактикамизнинг диаметрини тахминан 30 000 пк ёки 100 000 ёруғлик йилига тенг деб қабул қилиш мумкин, лекин унинг аниқ бир чегараси йўқ, чунки Галактикадаги юлдузларнинг зичлиги аста-секин камайиб, сўнгра йўқ бўлиб кетади.

Галактикамизнинг марказида диаметри 1000—2000 пк бўлган юлдузларнинг улкан зич тўпламидан ташқил топган ядроси жойлашган. Бу ядро биздан қарийб 10 000 пк (30 000 ёруғлик йили) масофада Қавс юлдуз туркуми томонидан жойлашган,

81-расм. Сомон Йўлининг бевосита қараганда кўриниши. →



82-расм. Сомон Йўлининг Қавс Юлдуз туркуми қисмининг фотосурати.





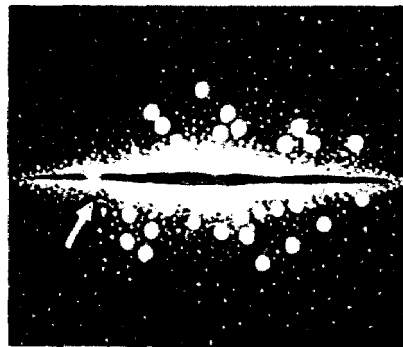
Вильям Гершель (1738—1822). Англиялик астроном ва оптик. Урanni кашф этган, кўшалоқ юлдузларни ва Сомон Йўли тузилишини текширган. Уз замонасида бир неча йирик телескоплар барло этган.

бирок у таркибида космик чанг бўлган булутлар билан биздан бутунлай тўсилган.

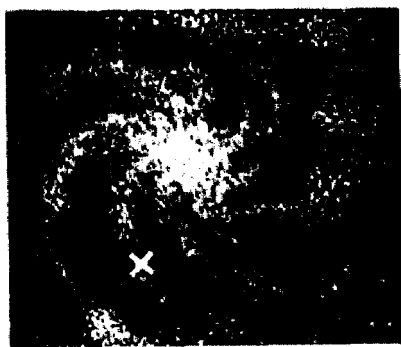
Галактика ядросининг таркибида, шунингдек, кизил гигантлар ва қисқа даврли цефеидлар бор. Бош кетма-кетликнинг юкори қисмидаги юлдузлар ва айниқса, ўта гигантлар ҳамда классик цефеидлар ёширок осмон жисмларидан ҳисобланади. Булар марказдан узокроқда жойлашган бўлиб, нисбатан юпка қатламни ёки дискни ҳосил қилади. Бу дискдаги юлдузлар ораларида чанг материя ва газ булутлари жойлашган. Субкарликлар ва гигант юлдузлар, Галактиканинг ядроси ва диски атрофида сферик система ҳосил қилади.

Бошқа юлдуз системалари ташқи Галактикаларга ўхшаш (булар ҳақида 29-§ да гапирилади) бизнинг Галактикамиз дискида

83- расм. Галактиканинг шарсимон Юлдуз тўдалари билан бирга схематик тузилиши (ён томондан кўриниши). Қуёш системасининг вазияти крест билан белгиланган).



84- расм. Галактиканинг спирал тармоқлари (Галактиканинг текисликдаги схематик тасвири, чалқанча кўриниши).



хам унинг ядросидан чиқадиган ва охири йўқ бўлиб кетадиган спираль тармоқлар мавжуд бўлиши керак, деб ҳисобланади (84-расм). Бундай тармоқлар, ўзида кизиган ўта гигантлар ва классик цефеидлар бўлиши билан характерлидир. Бирок бизнинг Галактикамиздаги спираль тармоқларнинг шакли ва аниқ ўрни ҳали аниқланганича йўқ.

Юлдузларнинг у ёки бу кетма-кетликка тегишли бўлиши билан уларнинг фазодаги жойлашишлари ўртасидаги боғланиш, юлдузларнинг пайдо бўлиши вақти ва шароитларининг фарқини акс эттиради.

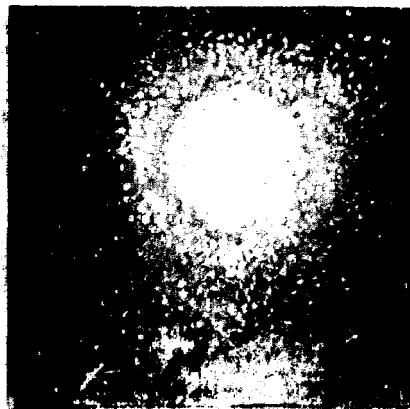
ЮЛДУЗ ТўДАЛАРИ ВА АССОЦИАЦИЯЛАР. Осмонга телескопдан, баъзи жойларига, ҳатто оддий кўз билан қаралганда ўзаро тортишиш кучи билан боғланган юлдузларнинг зич группаларини ёки юлдуз тўдаларини кўриш мумкин. Икки хил — тарқоқ ва шарсимон юлдуз тўдалари мавжуд. Уларнинг хоссаларини таққослаймиз. Тарқоқ тўдалар (85-расм, рангли варақка к.), одатда концентрацияси марказга томон сезиларсиз ортиб борадиган бош кетма-кетликдаги бир неча 10 ёки бир неча юз юлдузлардан ва ўта гигантлардан ташкил топган бўлади. Шарсимон тўдалар бош кетма-кетликдаги бир неча ўн ёки юз минг юлдузлардан ва қизил гигантлардан ташкил топиб, концентрацияси марказга томон кескин ортиб боради (86-расм). Баъзан, уларда қисқа даврли цефеидлар ҳам учрайди.

Тарқоқ тўдаларнинг ўлчамлари бир неча парсек бўлади. Савр юлдуз туркумидаги Гиад ва Хулкар тўдалари буларга мисолдир. Хулкар томон қаратилган телескопнинг кўриш майдонида, биз бевосита қараганда кўринадиган 6 юлдуздан иборат тўпلام ўрнида сочилган бриллиант каби кўп юлдузларни кўрамиз. Марказга томон юлдузлар концентрацияси тез ортиб борадиган шарсимон тўдаларнинг ўлчамлари ўнлаб парсекка тенг. Уларнинг хаммаси биздан жуда узоқда бўлиб, қувватсиз телескопларда қаралганда улар туман доғлар шаклида кўринади.

Шарсимон ва тарқоқ тўдаларнинг «ранг-ёркинлик» диаграммалари ўзаро кескин фарқ қилиб, уларни бир-биридан ажратишга ёрдам беради. Тарқоқ тўдалар таркибида шарсимон юлдуз тўдаларида кузатиладиган, газ ва чанг ҳам кузатилади (85-расмга қаранг).

Энг яқин шарсимон тўдаларгача бўлган масофалар уларнинг таркибидаги қисқа

86- расм. Геркулес Юлдуз туркумидаги шарсимон юлдуз тўдаси.



9 Астрономия, 10-синф

даврли цефеидларнинг кўринма юлдуз катталикларини уларга тегишли абсолют катталикларининг маълум қиймати билан солиштириб аниқланади.

Таркок тўдаларгача бўлган масофаларни аниқлашда, улардаги юлдузлар учун «ранг — кўринма юлдуз катталиги» диаграммаси тузилади ва у, «ранг — абсолют катталик» диаграммаси билан солиштирилади. Бу бир хил рангдаги юлдузлар учун кўринма ва абсолют юлдуз катталиклари айирмасини топишга имкон беради, бу эса, ўз навбатида, тўда юлдузларигача бўлган масофаларни аниқлашга имкон беради ((4) формулага қаранг).

Айни пайтда, 100 дан ортиқ шарсимон ва юзлаб таркок тўдалар маълум, лекин аслида, Галактикамизда ўн минглаб таркок тўдалар бўлиши керак.

Осмонда шунингдек, қайноқ ўта гигант юлдузларнинг таркок группалари кузатилади. уларни Совет олими академик В. А. Амбарцумян О-ассоциациялар деб атади. Улардаги юлдузлар бир-бирларидан узокда бўлиб, ҳамма вақт ҳам юлдуз тўдаларидаги каби ўзаро тортишмайди, яъни динамик боғланган бўлавермайди. О-ассоциациялар, шунингдек, спираль тармоқларга ҳам тегишли осмон жисмларидир.

24-машқ

1. Агар шарсимон тўдада бир неча қисқа даврли цефеидлар кўринаётган бўлса, шу тўдагача бўлган масофа қанча? Цефеидларнинг кўринма юлдуз катталиги 15,5 бўлиб, абсолют катталиги эса 0,5 га тенг. Агар тўданинг кўринма бурчак диаметри 1' бўлса, унинг чизиқли диаметри қандай? Агар Қуёш, биздан юқоридаги тўда жойлашгандек масофада бўлганда, унинг кўринма юлдуз катталиги қандай бўлар эди?

2. Хулкар юлдуз тўдасининг фотосуратида (85-расм, рангли варақча қ.) бурчак масштаб — 1 мм да 1,2'. Тўданинг параллакси $p = 0,15''$. Бу тўдага кирувчи иккита энг ёруғ юлдузлар орасидаги чизиқли масофани (улар биздан бир хил узокликда деб) аниқланг.

3. ЮЛДУЗЛАРНИНГ ГАЛАКТИКАДАГИ ҲАРАКАТИ. Қадим замонларда юлдузларни «кўзгалмас» деб ҳисоблаганлар, бу тасодифий эмас. Фақат XVIII асрга келиб, Сириуснинг вазияти устида, бир неча ўн йил оралатиб ўтказилган аниқ ўлчашлар ўзаро таққослангандан кейингина унинг бошқа юлдузларга нисбатан жуда секин силжиши маълум бўлди.

Юлдузнинг хусусий ҳаракати μ деб, унинг олисдаги хира юлдузларга нисбатан бир йил ичида осмондаги бурчак силжиши катталигига айтилади. У йилига ёй секундининг улушлари кўринишида ифодаланади.

Фақат Барнард юлдузигина йилига 10'' ли ёйни босиб ўтади, бу, 200 йилда 0,5° ни ёки Ойнинг кўринма диаметрига тенг катталикни ташкил этади. Шу сабабли Барнард юлдузи «учар» юлдуз дейилади.

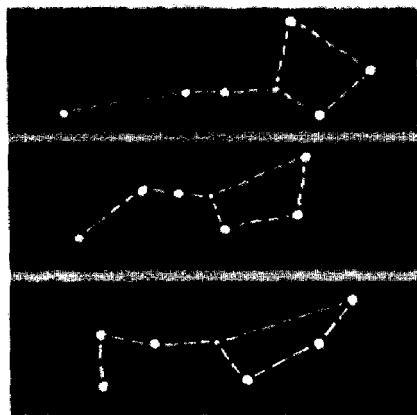
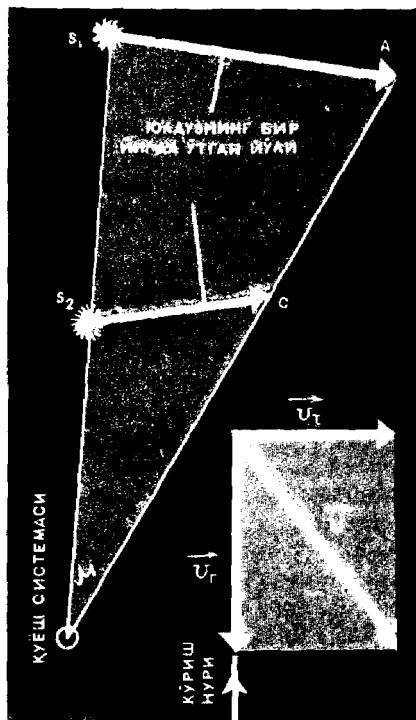
Ҳозирги вақтда юлдузларнинг хусусий ҳаракатларини, осмон-

нинг аниқ бир участкасининг маълум бир телескопда (бир неча йил ёки ҳатто ўн йиллаб оралатиб) олинган фотосуратларини ўзаро солиштириб аниқланади. Юлдуз ҳаракатланаётгани сабабли, унинг вазияти кузатиш вақти ичида олис юлдузларга нисбатан бир оз ўзгаради. Юлдузнинг фотосуратлардаги силжишини махсус микроскоплар ёрдамида ўлчанади. Бундай силжиш ҳамма юлдузлар учун ҳам яхши кўринмай, уни фақат нисбатан яқин юлдузлар учунгина аниқлаш мумкин.

Борди-ю, юлдузгача бўлган масофа номаълум бўлса, у ҳолда юлдузнинг хусусий ҳаракати унинг ҳақиқий тезлиги ҳақида тўла маълумот бермайди. Баъзан юлдузларнинг бир йилда ўтган йўллари (87-расм) S_1A , S_2C ҳар хил, лекин уларга мос келадиган хусусий ҳаракатлар μ эса бир хил бўлиши мумкин. Юлдузнинг фазодаги ҳақиқий тезлигини иккита компонента — бири кўриш нури бўйлаб йўналган ва иккинчиси унга перпендикуляр бўлган — тезлик векторлари йиғиндиси деб қараш мумкин. Улардан биринчи компонента — нурий тезликни, иккинчиси — тангенциал тезликни ифодалайди. Юлдузнинг хусусий ҳаракати, фақат унинг тангенциал тезлиги орқали аниқланиб, нурий тезликка боғлиқ бўлмайди. Тангенциал тезлик v_t ни секун-

87- расм. Юлдузнинг хусусий ҳаракати μ , нурий тезлиги u_r , тангенциал тезлиги u_t ва тўла фазовий тезлиги v .

88-расм. Катта Айиқ юлдуз туркумидаги ёруғ юлдузларнинг хусусий ҳаракатлари натижасида уларнинг кўринма вазиятидаги ўзгариш: юқорида 50 минг йил илгари; ўртада — ҳозирги вақтда; пастда — 50 минг йилдан кейин.



дига километрларда (км/с) ҳисоблаш учун йилига радианларда (рад/йил) ифодаланган μ ни, километрларда ифодаланган юлдузгача масофа D га кўпайтириб, сўнгра натижани бир йил ичидаги секундлар сонига бўлиш керак. Бирок амалда μ хар доим ёй секундаларида, D эса парсекларда ифодаланиши сабабли v_r ни секундига километрлар билан ҳисоблаш учун ушбу формуладан фойдаланилади:

$$v_r = 4,74\mu D.$$

Агар юлдуз спектрига асосан унинг нурий тезлиги v , ҳам аниқланган бўлса, у ҳолда унинг фазовий тезлиги v қуйидагига тенг бўлади:

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_n^2}.$$

Юлдузларнинг Қуёшга (ёки Ерга) нисбатан тезлиги, одатда секунднига ўнлаб километрларни ташкил этади.

4. ҚУЁШ СИСТЕМАСИНИНГ ҲАРАКАТИ. XIX асрнинг бошида В. Гершель бир неча яқин юлдузларнинг хусусий ҳаракатига қараб, Қуёш системасининг шу юлдузларга нисбатан Лира ва Геркулес туркумлари томон ҳаракатланаётганини аниқлади. Қуёш системасининг ҳаракатланиш йўналиши, унинг ҳаракат а п е к с и дейилади. Кейинчалик, спектрларига қараб, юлдузларнинг нурий тезликлари аниқлана бошлангандан сўнг, Гершелнинг айтганлари исботланди. Апекс йўналишида юлдузлар бизга ўрта ҳисобда 20 км/с тезлик билан яқинлашади, карама-қарши йўналишида эса, улар биздан ўрта ҳисобда шундай тезлик билан узоқлашади. Демак, *Қуёш системаси қўшни юлдузларга нисбатан 20 км/с тезликда Лира ва Геркулес туркумлари томон ҳаракатланади.*

Осмонда бир-бирига яқин турган юлдузлар, фазода бир-биридан узоқда жойлашган бўлиши ва ҳар хил тезликларда ҳаракатланиши мумкин. Шунинг учун минглаб йиллар ўтгач, юлдуз туркумларининг шакли, улардаги юлдузларнинг хусусий ҳаракатлари оқибатида, кескин ўзгаради (88-расм).

5. ГАЛАКТИКАНИНГ АЙЛАНИШИ. Галактикадаги ҳамма юлдузлар унинг маркази атрофида айланиб туради. Галактиканиннг ички қисмидаги юлдузлар айланишининг бурчак тезлиги деярли бир хил бўлиб, унинг ташқи қисмлари эса секин айланади. Юлдузларнинг Галактикада айланишлари, планеталарнинг Қуёш атрофида айланишидан шу билан фарқланади; Қуёш системасида планеталар орбитаси радиусининг ортиб бориши билан уларнинг ҳам бурчак, ҳам чизикли тезликлари тез камайди. Бундай бўлишига сабаб, Галактика ядроси массасининг Галактикада Қуёш массасининг Қуёш системасидаги вазни каби катта бўлмаганлигидадир.

Қуёш системаси, Галактика маркази атрофида тахминан 250 км/с тезлик билан 200 млн. йилда тўла айланиб чиқади. Галактиканинг айланишига кўра унинг массаси тахминан аниқланади, у тахминан $2 \cdot 10^{11}$ Қуёш массасига тенг.

25-машқ

1. Юлдузнинг йиллик хусусий ҳаракати $0,1''$ га тенг. Унгача бўлган масофа 10 пк. Унинг тангенциал тезлиги қанча?
2. Юлдузнинг (олдинги масалага қаранг) нурий тезлиги 10 км/с. Унинг фазовий тезлиги қанча?
3. Агар юлдуз (1-масалага қаранг) бизга 100 км/с тезлик билан яқинлашаётган бўлса, у ҳолда унинг равшанлиги 100 йилда қанчага ўзгаради?

13-топшириқ

Расмда келтирилган Катта Айиқ «чўмичи»нинг «банди» да чапда жойлашган биринчи ва учинчи юлдузларнинг нисбий вазиятларини таққослаб (88-расм), агар фотосуратнинг масштаби бу расмдагига қараганда 10 марта катта бўлса, уларнинг 50 йил ичида бир-бирларига нисбатан силжишларини (мм нинг улушларида) тахминан баҳоланг.

28. ДИФФУЗ МАТЕРИЯ

1. ЮЛДУЗЛАРАРО ЧАНГ ВА ГАЗ. В. Я. Струве, бундан тахминан юз йил аввал, юлдузлараро фазода ёруғликнинг ютилиши мавжудлигини айтиб ўтган эди; бу 1930 йилга келиб узил-кесил исботланди. *Юлдузлар биздан қанчалик узоқда бўлса ва ёруғликнинг тўлқин узунлиги қанчалик қисқа бўлса, юлдузлар равшанлигининг юлдузлараро муҳитда ютилиши шунча кучли бўлади.* Шунинг учун узоқдаги юлдузлар асли рангига нисбатан кизилроқ бўлиб кўринади. Бундай ҳолни зарраларининг ўлчамлари ёруғлик тўлқинининг узунлигига яқин бўлган майда чанглар юзага келтиради.

Текширишлар, юлдузлараро чангнинг калинлиги жуда катта бўлмаган калинликда (тахминан 200—300 пк) галактика текислиги бўйлаб жойлашганини кўрсатди. Бу қатлам сийрак газ-чанг муҳитдан иборат бўлиб, у, баъзи жойларда, булутларга ўхшаш қуюқлашган бўлади. Ёруғлик Галактика текислиги бўйлаб тахминан 1000 пк масофани босиб ўтганда, ўртача 1,5 юлдуз катталигига хиралашади.

Узоқдаги юлдузларнинг кўринма равшанлигининг камайиши, уларнинг абсолют юлдуз катталикларини кўринма юлдуз катталикларига солиштириш йўли билан уларгача бўлган масофаларни аниқлашда хатоликни орттиради. Ериткичларгача масофаларни ҳисоблашда, аниқлик даражасини орттириш учун фақат космик чанглар таъсиринигина эмас, шунингдек юлдузлараро бўшлиқда унинг нотекис тақсимланганлигини ва қора газ-чанг булутлар ҳам борлигини ҳисобга олишга тўғри келади.

Табиатлари билан ўзаро ўхшаш ва таркиблари билан бир-бирига яқин газ-чанг булутлар осмонда турлича кўринади. Бу булутлар, улардан анча наридан келаётган ёруғликни ўтказмас-



В. Я. Струве (1793-1864). Рус астрономи. Пулководаги обсерваторияда юлдузларнинг энг аниқ координаталарини топиш ишларининг раҳбари. Дунёда биринчи бўлиб (Вега) юлдузигача бўлган масофани аниқлаган.

ликлари сабабли қора туманликлар шаклида кўринишлари мумкин (89-расм, рангли варақка к.).

Агар йирик газ-чанг булути яқинида катта ёрқинликдаги равшан юлдуз жойлашган бўлса, у холда, юлдуз бу булутни ёритади. Юлдуз нурланишини қайтараётган бу булут ёруғ туманлик шаклида кўринади. Бундай туманликнинг спектри уни ёритаётган юлдуз спектрига мос тушади.

Газ-чанг булутини жуда қайноқ (температураси 20000—30000 К дан кам бўлмаган) юлдуз ёритганда, юлдузнинг ультрабинафша нурланиши булутнинг водород ва бошқа газларини ионлаштириб, уларни нурланишга мажбур этади. Газ ультрабинафша нурларни ютади, ўзи эса спекترینи қизил, кўк ва бошқа чизикларида нурланади. Бундай нурландиган булутни *диффуз газ туманлик* дейилади. Агар қайноқ юлдуз тўсатдан сўниб қолганда эди, туманлик ҳам тезда ёруғлик тарқатишдан тўхтаган бўлар эди. Орион юлдуз туркумида ана шундай туманликнинг типик намунаси бор (90- расм, рангли варақка к.). У кишда кучли дурбин орқали кўринади.

Газ-чангдан иборат бўлган жуда сийрак диффуз туманликларнинг кўпчилиги маълум. Уларнинг аниқ бир шакли ва катъий чегараси бўлмай, парча-парча кўринишда бўлади. Туманликларнинг спектри водород, кислород ва бошқа енгил газларнинг ёруғ (эмиссион) чизикларидан иборат бўлади. Бу газлардан баъзилари шундай махсус ҳолатда бўладикки, улар Ер шароитида ҳеч қачон қузатилмаган спектрни беради. Туманликларнинг спектрларидаги иккита энг ёруғ яшил чизик, узоқ вақтларгача қандайдир «небулий» («туманлик» маъносида) дейиладиган ва фақат туманликларда учрайдиган химиявий элементларга хос деб ҳисобланган. Кейинчалик бу чизиклар, иккита электронини йўқотган ва лабораторияда ҳосил қилиб бўлмайдиган, жуда сийрак газ шароитидагина нурланувчи кислород атомига тегишли чизиклар эканли-

ги аниқланди. Ҳақиқатан ҳам, газ туманликларининг зичлиги жуда кам бўлиб, 10^{-18} — 10^{-20} кг/м³ га яқин.

Туманликларнинг яна бир махсус типини — *планетар туманликлардир* (91-расм, рангли вараққа к.); улар, юлдузлар эволюциясининг маълум босқичида юлдузлардан улоқтириб ташланадиган нурланувчи газ қобиклар (плазма) бўлиб, бундай босқич кўпчилиги юлдузлар учун қонуний ҳисобланади. Улар нурланишининг табиати, диффуз туманликлар нурланиши табиатининг ўзидир.

1931 йилда шу дарсликнинг автори томонидан, юлдузлар ўз эволюцияси жараёнида юлдузларнинг янги авлодини вужудга келтиришга етадиган газ массаларини чиқариб ташлаши исботланган эди.

Газ диффуз туманликлар, галактика текислигида қалинлиги атиги 200 пк га яқин қатламни ташкил этади. Улар ҳам Галактиканинг спектрал тармоқларига тегишли бир турдаги жисмларга қиради. Туманликларни ўлчамлари бир неча парсекдан бир неча ўн парсеккача бўлиб, уларнинг ичида бир неча юлдуз жойлашган бўлади.

Инфрақизил ва радиодиапазонларда олиб бориладиган ҳозирги замон кузатиш техникаси, кўзга кўринадиган нурлар ўтолмайдиган газ-чанг булутларни текшириш ва бу булутларда янги юлдузларнинг пайдо бўлиш жараёнини ўрганиш имконини беради. Орион юлдуз туркумидаги газ-чанг комплекси — ҳозирги вақтда юлдузлар вужудга келаётган бизга энг яқин соҳалардан ҳисобланади.

2. ЮЛДУЗЛАРНИНГ ПАЙДО БУЛИШИ. Юлдузлар, совуқ газ-чанг булутлардан гравитацион конденсация (яъни зарраларнинг ўзаро тортишиш) йўли билан пайдо бўлишлари мумкинлиги кўпгина далиллар ёрдамида аниқланди. Улардан энг муҳимига кўра, юлдузларнинг вужудга келиши, юлдузлараро газнинг энг зич ва совуқлари тўпланган жой — галактика текислиги яқинида рўй беради. Янги туғилаётган юлдузнинг (протоюлдузнинг) зичлиги ва температураси унча катта бўлмаганлиги сабабли, у тўлқин узунликлари шкаласининг инфрақизил қисмида нурланиши мумкин. Юлдузлар вужудга келаётган соҳаларда, инфрақизил нурланишининг улкан манбалари (жуذا кичик бурчак катталигидаги) топилади. Бу манбалар, шаклланаётган ёки яқинда шаклланган, лекин ҳали ўзлари ташкил топган зич газ-чанг муҳитга ўралган юлдузлар бўлиши мумкин.

Протоюлдуз сиқилаётиб, ўз бағридаги температура бир неча миллион градусга кўтарилгунча қизийди. Шунда енгил элементлар қатнашадиган ва энергия ажралиб чиқадиган ядро реакциялари бошланади. Ёш юлдузлар равшанлигининг ўзгарувчанлиги — улар ҳали турғунликка эга бўлмаганликларини кўрсатади. Қизиш марказда водородни гелийга айлантирадиган термоядро реакцияни вужудга келтириб, сиқилишни тўхтатади. Газ босимининг кучи

тортишиш кучини мувозанатлаб туради. Юлдуз турғун ҳолатга ўтади ва ўз ҳаётининг кўп қисмида ўлчамларини ва равшанлигини деярли барқарор ҳолда сақлайди (26-§ га қаранг). Айнан шундай юлдузлар «ранг-ёрқинлик» диаграммасидаги бош кетма-кетликни ташкил этади. Массаси Куёш массасига тенг бўлган юлдуз сиқилиб, тахминан 10^8 йилда бош кетма-кетликдан ўрин олади.

3. НЕЙТРАЛ ВОДОРОД ВА МОЛЕКУЛЯР ГАЗ. Юлдузлараро газнинг радио нурланишини текшириш, улар ҳақида кўп маълумотлар бермоқда. Еруғ туманликлардаги водород, фақат унинг яқинида қайноқ юлдузлар бўлганидагина ионлашади ва нурланади. Лекин, *Галактикадаги водороднинг асосий массаси нейтралдир.* Нейтрал водород космосда ёруғлик таркатмайди ва шунинг учун ҳам кўринмайди. Аммо у тўлқин узунлиги 0,21 м бўлган радиотўлқинда нурланади. Бу тўлқин узунлигидаги нурланишнинг интенсивлигига қараб водороднинг массаси ва зичлиги аниқланади; қайд қилинаётган радионурланиш тўлқин узунлигининг 0,21 м дан қанчага фарқланишига қараб, Допплер эффектига кўра, водород булутининг нурий тезлиги аниқланади. Ҳозирги вақтда, Галактикамизда водород тақсимотининг умумий манзараси аниқланган (92-расм). У асосан Галактика текислигидаги юпқа қатламда жойлашган. Юлдузларни телескопда кузатиш мумкин бўлган масофаларга нисбатан анча узоқ масофаларда ҳам водород булутларини кузатиш мумкин. Нейтрал водород булутларининг температураси 100 К дан камроқ, ионлашган нурланувчи булутларнинг (туманликларнинг) температураси эса 10000 К га яқин. Зич газ булутларда водород атомлари қўшилиб H_2 молекулалари ҳосил бўлади. Юлдузлараро водороднинг умумий массаси, Галактикамиз умумий массасининг бир неча процентини ташкил этади, космик чангларнинг массаси эса, бундан ҳам 100 марта кам. Галактика текислигидаги нейтрал водороднинг зичлиги, ўрта ҳисобда, 10^{-21} кг/м³ атрофида.

Юлдузлараро фазода, водороддан ташқари гелий ва шунингдек, водород ва гелийга нисбатан ниҳоятда кам миқдорда, бошқа химиявий элементларнинг атомлари ва баъзи оддий молекулалари бор. Қўллаб молекулалар радиометод ёрдамида (радиотўлқинларнинг нурланиш ва ютилишига кўра) топилди. Булар орасида OH , H_2O , CO , CO_2 , NH_3 ва бошқа анча мураккаб молекулалар бор.

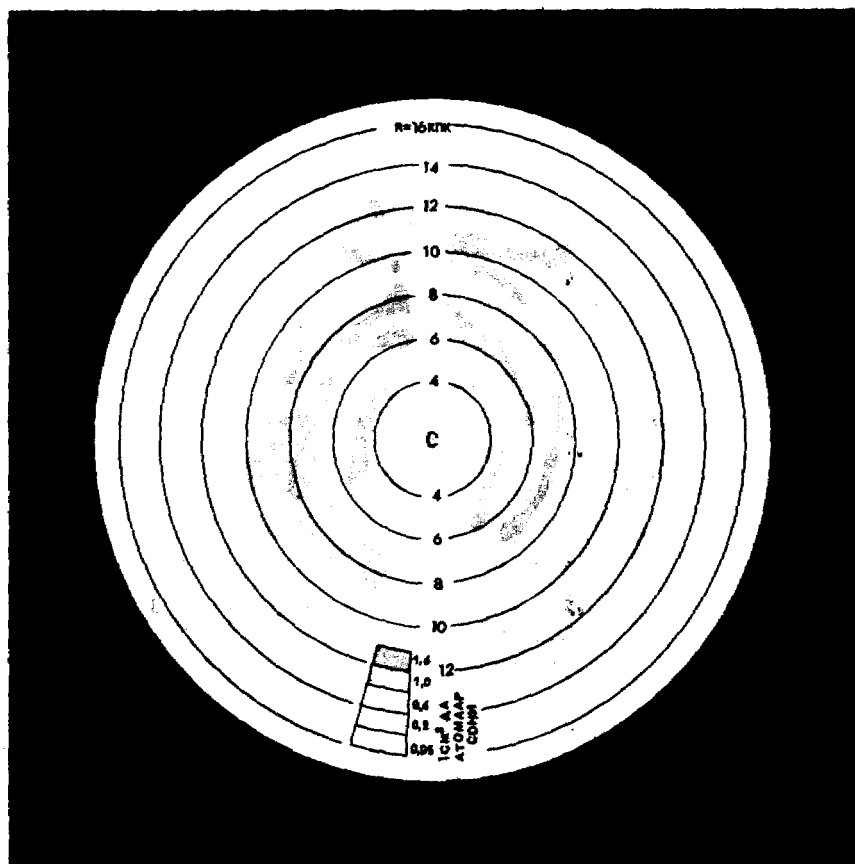
4. МАГНИТ МАЙДОН, КОСМИК НУРЛАР ВА РАДИОНУРЛАНИШ. Галактикада умумий магнит майдон мавжуд. Бу майдоннинг индукция чизиклари Галактика текислигига параллел. Улар Галактиканинг спираль тармоқлари бўйлаб эгилиб боради. Галактика магнит майдонининг индукцияси 10^{-10} Тл. атрофида бўлиб, газ булутларида бундан ҳам юқори.

Ўта янги юлдузларнинг чакнашида, космик нурланишни ташкил этадиган тез ҳаракатланувчи атом ядроларидан (асосан

протонлардан) ташқари, тезлиги ёруғлик тезлигига яқин бўлган жуда кўп электронлар ҳам отилиб чиқади. Галактиканинг магнит майдони тез ҳаракатланувчи электронларни тормозлайди ва бу иссиқликка оид бўлмаган (синхротрон) радионурланишларни вужудга келтиради; бундай радионурланишнинг тўлқин узунлиги метрли ва ундан узунроқ тўлқинларга мос келади. Бизга бундай радиотўлқинлар ҳар томондан келиб туради. Лекин энг кучли радионурланиш Сомон Йўли соҳасидан келади. Мазкур радионурланиш, Галактика текислиги яқинидаги юлдузлараро фазода пайдо бўлиб, у ерда космик нурлар зичлиги ва юлдузлараро магнит майдон индукцияси энг юқори бўлади.

Сомон Йўлидан ташқари, Галактикада радионурланишнинг бошқа манбалари ҳам бор. Улардан бири Қавс А деб аталиб, Галактикамизнинг марказида жойлашган.

92- расм. Галактика текислигида, унинг марказидан ҳар хил масофаларда нейтрал водороднинг тақсимланиши.



29. БОШҚА ЮЛДУЗЛАР СИСТЕМАЛАРИ — ГАЛАКТИКАЛАР

1. ГАЛАКТИКАЛАРНИНГ АСОСИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ.

В. Гершель

XVIII асрда осмонда кўринадиган минглаб туман доғларни (туманликларни) кашф этди ва уларнинг каталогини тузди. Улардан кўпчилиги спираль тузилишига эга эканлиги кейинчалик маълум бўлди.

Америкалик астроном Э. Хаббл (1889—1953) *Андромеда* туркумидаги туманликнинг фотосуратларини олди. Бу фотосуратлардан туман доғнинг жуда кўп юлдузлардан иборат эканлиги аниқланди. (93-расм, рангли вараққа қ.). Хаббл, бу туманликда тарқоқ ва шарсимон тўдаларни, янги юлдузларни ва цефеидларни топди. У, цефеидларни ўзгариш даврларини ва кўринма юлдуз катталикларини аниқлаб, улар бизни Галактикамиздан ташқарида, жуда узоқда эканини аниқлади. Бу туманликнинг бурчак катталикларини ва унғача бўлган масофани билган ҳолда, унинг чизиқли диаметрини ҳисоблаш осон (124- §, 34- расмга қаранг).

Андромеда юлдуз туркумидаги спираль туманлик, тахминан бизнинг Галактикадек улкан юлдузлар системаси эканлиги аниқланди. Бу спираль туманликкача бўлган масофа 2 миллион ёруғлик йилиги тенглиги энди бизга маълум. Унда ҳам худди бизнинг Галактикамиздагидек газ-чанг туманликлар мавжуд. Андромеда юлдуз туркумидаги галактиканинг текислиги кўриш нурига нисбатан катта бурчак остида ётганлиги сабабли, у чўзинчок шаклда кўринади. *Учбурчак* юлдуз туркумидаги галактика ҳам спираль галактика бўлиб, текислиги кўриш нурига камроқ оққан, шунинг учун у бошқачароқ бўлиб кўринади (94-расм).

Астрономлар бизнинг Галактикадан ташқарида ҳам кўплаб улкан юлдуз системалари мавжудлигини аниқладилар ва бизнинг

94-расм. Деярли чалқанча кўринадиган *Учбурчак* юлдуз туркумидаги спираль М 33 галактика. Унинг спирал тармоқларидаги энг ёруғ юлдузлари М 31 дагига қараганда зич жойлашмаган, шунинг учун улар яхшироқ кўринади.



Галактикамиздан фарқли равишда уларга галактикаларнинг инг турдош номларини бердилар.

Хаббл, узоқликлари, энг ёруғ юлдузларнинг кўринма юлдуз катталигига қараб аниқланган галактикаларнинг спектрларидаги чизиклар, спектрларининг қизил томонига силжишини топди. Бу қизилга силжиш, галактикагача бўлган масофага пропорционал равишда ортади (95-расм, рангли варақка к.). Доплер эффектига мувофиқ (143-§ га қаранг), қизилга силжиш, манбанинг кузатувчидан узоқлашишини кўрсатади. Галактикаларнинг узоқлашиш тезлиги силжишга ва бинобарин, узоқлигига пропорционал бўлади. Галактикаларгача бўлган масофалар билан тезлик орасидаги кузатиладиган пропорционаллик X а б б л к о н у н и : $v = HD$ деб аталади. Пропорционаллик коэффициентини H ни X а б б л д о и м и й с и дейилади. Хаббл доимийси¹ H нинг қиймати тахминан $100 \text{ км}/(\text{с}\cdot\text{Мпк})$ га тенг, яъни ҳар миллион парсекда галактиканинг узоқлашиш тезлиги $100 \text{ км}/\text{с}$ га ортишини маълум қилади. Шу асосда, узоқдаги галактикагача бўлган масофани унинг спкктридаги чизикларнинг қизилга силжишининг катталигига қараб аниқлаш мумкин:

$$D = v/H$$

бу ерда v — қизилга силжиш бўйича аниқланган тезлик. Масалан, агар спектр чизигининг силжиши, $10\,000 \text{ км}/\text{с}$ тезликка мос келса, галактикагача бўлган масофа 100 Мпк га тенг бўлади. Бу усулдан узоқ галактикаларда на цефеидлар ва на ёруғ ўта гигантлар кўринмайдиган ҳолларда фойдаланилади.

Ўзларининг ташқи кўринишига қараб, галактикалар спираль, н о т ўғ р и ва э л л и п т и к галактикаларга бўлинади. Бизнинг Галактикамиз ва Андромеда юлдуз туркумидаги галактика энг катта спираль галактикалар қаторига киради. Ҳамма спираль галактикалар бир неча юз миллион йилга тенг даврлар билан айланадилар. Уларнинг массалари 10^{10} — 10^{11} Куёш массасига тенг.

Спираль галактикаларнинг «енг»лари (тармоқлари), бизнинг Галактикамизники каби, қайноқ юлдузлар, цефеидлар, ўта гигантлар, тарқоқ юлдуз тўдалари ва газ туманликларидан иборат. Галактикалар радиотўлқинлар таркатадилар. Радионурланиш — тўлқин узунлиги 21 см бўлган нейтрал водороддан, равшан туманликларда эса, ионлашган водороддан таркалади. Уларда нейтрал водород галактика массасининг 10% ини ташкил этади. Галактикаларда чанг ҳам бор. Уларнинг мавжудлиги бизга қирраси билан ўгирилган галактикаларда жуда яхши кўринади, шунинг учун улар дугга (урчукка) ва ясмикка (линзага) ўхшайди (96-расм). Уларда галактика текислиги бўйлаб қора белбоғ — чанг туманликларнинг тўдаси ётади.

XVI асрда Магелланнинг экспедицияси даврида кузатилган,

¹ Бу миқдорнинг катталиги ҳамон аниқлаштирилмоқда.

осмоннинг жанубий ярим шаридаги иккита катта юлдуз булути *Катта ва Кичик Магеллан Булутлари* деб аталган (97- расм, рангли варақка к.). Бу галактикаларни уларнинг шаклсизлигига қараб, нотўғри галактикалар турига киритадилар. Улар бизнинг Галактикамизнинг йўлдошларидир, уларгача бўлган масофа 150 000 ёруғлик йилига яқин. Бу йўлдошларнинг юлдузлар таркиби, спираль галактикалар тармоқларидаги юлдузлар таркибига ўхшайди, лекин уларнинг ядролари йўқ. Нотўғри галактикалар (98- а расм) спираль галактикалардан анча кичик ва уларга караганда кам учрайди.

Эллиптик галактикалар кўп учрайди. Улар кўринишидан шарсимон юлдуз тўдаларига ўхшайди (98- б расм), аммо ўлчами жихатдан улардан анча марта каттадир. Улар жуда секин айланади, шунинг учун ҳам тез айланувчи спираль галактикаларга (98- в расм) ўхшаб, яссиланиб кетмаган. Эллиптик галактикалар таркибида ўта гигант юлдузлар ҳам, диффуз туманликлар ҳам йўқ.

Галактикаларнинг ёрқинлиги турли-тумандир.

Гигант галактикаларнинг абсолют юлдуз катталиги тахминан — 21 га тенг. Улардан минглаб марта хира, абсолют юлдуз катталиги тахминан — 13 бўлган, карлик галактикалар мавжуд.

Академик В. А. Амбарцумян биринчи бўлиб, спираль ва эллиптик галактикалардан кўпчилигининг марказларида — уларнинг ядроларида, жуда катта микдордаги энергияни ажралишини, портлашга ўхшаш ҳодисалар юз беришини исотлади.

Баъзи галактикалар ядроларининг улкан рентген нурланиши — уларнинг юқори активликка эга эканини кўрсатадиган далилдир. В. А. Амбарцумян, шунингдек, галактикалар қандайдир ўта зич «юлдуз аввалги моддадан» (юлдуз шаклланишигача бўлган моддадан) пайдо бўлган фаразни ўртага ташлади. Унинг фикрича, бундай модда ўз-ўзидан парчаланиш қобилиятига эга

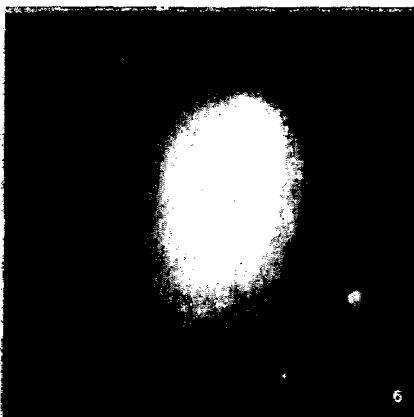
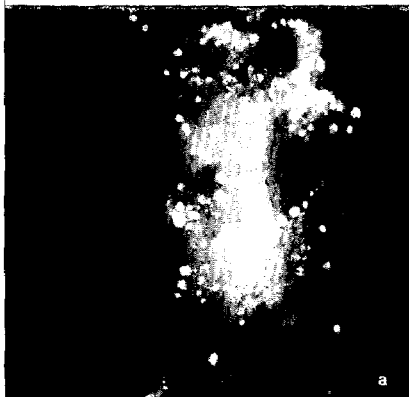
96-расм. Ён томондан кўринадиган спиралсимон галактика; унинг қора чанг туманлиги галактика ядросини биздан тўсиб туради.



бўлиб, галактикаларни вужудга келтиради. Уларнинг ядролари парчаланишда давом этиш йўли билан «юлдуздан аввалги» жисмлар ассоциациясини келтириб чиқаради, улар яна парчаланиб, юлдузларни ва диффуз материяни келтириб чиқаради. Актив ядролу галактикалар бундай фараз «кўзи» билан караганда, ёш галактикалар ҳисобланади; кучли радионурланиш манбаи бўлган бундай галактикалар ядроларидан катта массадаги газ отилиб чиқиши юз беради.

Кўпчилик олимлар, бундан кўра анча мукамал ишлаб чиқилган гипотеза тарафдоридирлар; бу гипотезага мувофиқ юлдузлар ва галактикалар, водород-гелий муҳитнинг айрим-айрим булутларга бўлинишидан пайдо бўлган. Шундан сўнг тортишиш кучи таъсирида бу булутларнинг сиқилиши юз берган. Шарсимон юлдуз тўдалари ва эллиптик галактикаларда юлдузларнинг пайдо бўлиш жараёни аллақачон тугалланган. Улардаги юлдузлар энг эски юлдузлардан ҳисобланади. Спираль ва нотўғри галактикаларда юлдузларнинг вужудга келиши давом этмокда.

98-расм. Галактикаларнинг асосий турлари (фотосуратларнинг масштаби ҳар хил): а — нотўғри; б — эллиптик; в — спиралсимон.



МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАСИ

Масала. Спектридаги чизикларнинг қизилга силжиши, 2000 км/с ли тезликка мос бўлган галактикада ўта янги юлдуз чақнаган. Унинг максимумдаги равшанлиги 18-кўринма юлдуз катталигига тўғри келган. Унинг абсолют юлдуз катталиги ва ёқинлиги қанча?

Берилган; $v = 2000 \text{ км/с}$ $H = 100 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}$ $m = 18$ $L_0 = 1$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $M = ? \quad L = ?$	Ечилиши. $L = 2,512^5 - M$ ёки $\lg L = 0,4 (5 - M)$. $M = m + 5 - 5 \lg D$. $D = \frac{v}{H}$ $D = \frac{2000 \text{ км/с}}{100 \text{ км/с} \cdot \text{Мпк}} = 20 \text{ Мпк} = 2 \cdot 10^7 \text{ пк.}$ $M = 18 + 5 - 5 \lg 2 \cdot 10^7 = -13,5$. $\lg L = 0,4 (5 - (-13,5)) = 7,4$, бундан $L = 2,5 \cdot 10^7$. Жавоби: $M = -13,5$; $L = 2,5 \cdot 10^7$.
--	---

26-машқ

1. Узоқдаги галактиканинг спектр чизиклари, унинг биздан узоқлашиш тезлиги 15000 км/с га мос бўлган катталикка силжиган. Унгача бўлган масофа қандай? Агар у диаметри 20'' бўлган доғча каби кўринса, унинг чизикли ўлчами қанча?

2. Агар галактикада кўринма юлдуз катталиги +18 га, абсолют юлдуз катталиги эса —7 га тенг бўлган янги юлдуз топилган бўлса, бу галактикагача бўлган масофа қанча ва у биздан қандай тезлик билан узоқлашмоқда?

14-топшириқ

1. Фотосуратга (93-расм) қараб спирал галактика текислигининг кўриш нурига оғмалигини чамалаб аниқланг.

2. Кўринма диаметри 2' бўлган Галактика марказидан (79-расм) осмон сферасига проекцияси туширилган ўта янги юлдуз (агар уларнинг спектридаги қизилга силжиш, 10 000 км/с тезликка мос бўлса (қандай масофада (парсекларда) жойлашган?

2. РАДИОГАЛАКТИКАЛАР ВА КВАЗАРЛАР. Баъзи галактикалар, бошқа галактикалардан жуда кучли синхротрон радионурланиши билан ажралиб туради, синхротрон радионурланиш, катта тезликда ҳаракатланувчи электронларнинг магнит майдон билан ўзаро таъсирлашиши натижасида вужудга келади. Бундай галактикаларни радиогалактикалар дейилади. Кўпинча улар, галактиканинг икки томонида жойлашган радионурланишнинг икки манбаига эга бўлади. Радиогалактикалар, қарама-қарши томонларга модданинг тез ҳаракатланувчи оқимини чиқариб ташлаётган галактикалар ядроларининг активлиги натижасида вужудга келади деб тахмин қилинади.

Осмондаги баъзи радиоманбалар ёруғлик нурларида суратга олинганда, фотосуратларда жуда хира юлдузларга ўхшаш объектлар топилган. Аммо уларнинг нурланиш хусусиятлари, бу объект-

лар юлдуз эмаслигини кўрсатди. Уларнинг спектрида қизилга силжиши жуда катта қийматга эга бўлган ёруғ чизиклар бор. Баъзи ҳолларда бу чизиклар, одатда газ спектрнинг ультрабинафша қисмида кузатиладиган чизиклар бўлиб, хира юлдузларга ўхшаш объект спектрнинг кўринадиган қисмига силжиган чизиклардир. Уларнинг қизилга силжиш қиймати шу қадар каттаки, унга миллиард ёруғлик йилга тенг бўлган масофалар мос келади. Бу объектлар, радионурланишнинг к в а з и ю л д у з (юлдузга ўхшаш) манбалари ёки к в а з а р л а р деб аталади; бу объектлар, масофаларини аниқлаш мумкин бўлган осмоннинг энг узоқ объектлари ҳисобланади. Квazarлардан энг ёруғлари 13-катталикдаги юлдузлар каби кўринади, лекин ёркинлиги бўйича *баъзи квazarлар гигант галактикалардан юзлаб марта равшанроқдир*. Уларнинг оптик ва радиодиапазонида тарқатаётган жуда катта энергиясининг келиб чиқиши ҳозирча тушунарсиз бўлиб келмоқда. Кузатишлар, квazarлар, ўз табиатлари билан галактикаларнинг актив ядроларига ўхшаш манбалар эканлигини кўрсатмоқда ва шу боисдан эҳтимол, улар жуда олисдаги юлдуз системаларининг ядроларидир.

30. ОЛАМНИНГ МАТЕРИАЛИСТИК МАНЗАРАСИ

МЕТАГАЛАКТИКА ВА КОСМОЛОГИЯ. Галактикалар ҳам, юлдузларга ўхшаш, *қўшалок, каррали бўлиб, группа ва тўдаларни* ташкил этади. Галактикаларнинг кўпчилиги тўда-тўда бўлиб учрайди. Галактика тўдалари ҳам юлдузлар тўдалари каби тарқоқ ва шарсимон бўлиб, уларда ўнлаб, баъзида минглаб галактикалар бўлади. Бизга энг яқин галактикалар тўдаси Сунбула юлдуз туркумида бўлиб, у тахминан 20 млн. пк (20 Мпк) масофададир (99-расм, рангли вараққа к.).

Энг катта каталог (СССР да тузилган) равшанлиги 15-юлдуз катталигидан хира бўлмаган 30 000 га яқин галактикани ўз ичига олади. Кучли телескоп ёрдамида 23—25-юлдуз катталигигача бўлган бир неча юз миллион галактикани суратга олиш мумкин, уларнинг энг узоқдагиларини хира юлдузлардан ажратиш қийин ва улар биздан миллиардлаб ёруғлик йилига тенг масофаларда ётади.

Кейинги йилларда галактикалар ва улар тўдаларининг фазода тақсимланишида маълум қонуният — яъни тузилиши жиҳатидан арини катагига ўхшаш структурага эга эканлиги аниқланди. Бу катакларнинг деворлари, жуда кўп галактикалардан ташкил топган бўлиб, ҳисоблашлар уларнинг қалинлиги 3—4 Мпк, катакларнинг ўлчамлари эса тахминан 100 Мпк атрофида эканлигини тасдиқлади. Йирик галактикалар бу катакларнинг бурчакларидаги тугунларни ҳосил қилади.

Кузатиладиган ҳамма Галактикалар ва уларнинг тўдалари системасига метagalaktika дейилади. *Metagalaktika* — чексиз Коинотнинг бир қисмидир.

Метагалактикада Хабблнинг қизилга силжиш қонуни амал қилади ва бу силжиш, ҳақиқатдан ҳам, галактикалар ҳаракатини хусусиятини, яъни улар орасидаги масофанинг узлуксиз ортиб боришини кўрсатади. Бу эса галактикаларнинг биздан (ва бир-бирларидан) ҳар томонга узоқлашаётганини ва узоқлашиши улар биздан қанча узоқда бўлса, шунча катта тезликда содир бўлаётганини кўрсатади. Бу жараён Коинотнинг кузатилаётган барча қисмини ўз ичига олади, эҳтимол, у бутун Коинот учун ҳам ўринлидир, шунинг учун ҳам, уни «*Коинотнинг кенгайиши*» деб аталади. Коинотнинг кенгайиши мумкинлигини биринчи бўлиб, совет олими А. А. Фридман (1888—1925) ўз ишларида А. Эйнштейннинг (1879—1955) умумий нисбийлик назарияси асосида кўрсатган эди. Бу Хаббл қонунининг кашф этилишидан бир неча йил олдин эълон қилинган эди.

КОИНОТНИ БИР БУТУН ДЕБ ЎРГАНАДИГАН ФАН КОСМОЛОГИЯ ДЕЙЛАДИ. Мавжуд космологик назарияларнинг кўпчилиги тортишиш назариясига, элементар зарралар физикасига, умумий нисбийлик назариясига ва бошқа фундаментал физик назарияларга ва албатта астрономик кузатишларга асослангандир. Космологияда моделлаштириш методидан кенг фойдаланилади, олимлар Коинотнинг назарий моделларини қурдилар ва назарий хулосаларининг тўғрилигини улар асосида текшириб кўриш мумкин бўладиган кузатиш далилларини излайдилар. Бунда ЭХМ ни қўллаш зарур бўлган ҳисоблашларни бажариш имконини беради. Чунончи, бундай ҳисоблашлар, бошланғич даврда деярли бир хил зичликда бўлган муҳит гравитацион кучлар таъсирида миллиардлаб йиллар ичида бора-бора Коинотнинг ҳозирги даврда кузатиладиган тузилишига ўтиши мумкинлигини кўрсатди. Маълум, бўлишича, мавжуд Коинот кенгаювчи Коинот моделларига яхши мос келар экан; қадимда галактикалар ҳозиргига қараганда бир-бирларига анча яқин бўлган, тахминан 10—15 миллиард йил олдин Коинотдаги материянинг ўртача зичлиги шу қадар катта ва температура шу қадар баланд бўлганки, ундаги модда фақат элементар зарралар кўринишида мавжуд бўла олган. Кенгайиш жараёнида химиявий элементларнинг вужудга келиши ва галактикалар, юлдузлар ва бошқа объектларнинг аста-секин шаклланиши содир бўлган. Кенгаювчи Коинот назарияси юлдузларда мавжуд бўлган водород ва гелийнинг кузатиладиган нисбатини тушунтириш имконини беради. Галактикалар вужудга келгунга қадар, миллиардлаб йиллар аввал, қизиган газ тарқатган нурлар ҳозиргача ҳам бизга узоқ масофалардан етиб келмоқда ва шунинг учун уни *реликтив* нурланиш («реликт» — қолдиқ деган маънони беради) дейилади. Унинг мавжудлиги, топилишидан анча олдин назарий айтиб берилган эди. Реликтив нурланишнинг энергияси жуда қисқа — миллиметрли радиотўлқинларда максимумга эришади. Бундай нурланиш, осмоннинг ҳамма томонларидан бир текис келиб туради. Уни радиотелескоплар ёрдамида қайд қилиб,

биз Коинот кенгайишининг бошланғич босқичларидаги модданинг физик хусусиятлари ҳақида маълумотлар оламиз; модданинг у пайтдаги ўртача зичлиги, бизнинг давримиздагига қараганда юз миллионлаб марта катта бўлган. Реликтив нурланишнинг кашф этилиши, қадимда Коинотда модда қизиган ва бир текисда тақсимланган, деган назарий хулосаларни тасдиқлайди.

Коинотда кенгайиш бошлангунга қадар, у ўзининг энг бошланғич босқичларида қандай кўринишда бўлган, кенгайиш колгусида сиқилиш билан алмашадими, деган саволлар олимлар учун жуда мураккаб муаммолар бўлиб, улар аини пайтда шуларни хал қилиш устида иш олиб бормоқдалар.

Идеалистлар ва дин ақидалари юқорида айтилган ҳодисанинг табиати ҳозирча ўрганилмаганидан фойдаланиб қолишга интилоқдалар. Улар Коинотнинг кенгайиши ғайри табиий — «илохий ирода» билан бошланган, деб динга маъқул хулоса чиқаришга шошилмоқдалар. Бундай, ҳеч нарсага асосланмаган баёнот, материализм душманларига дунёнинг яратилиши ҳақидаги диний афсонани гўё илмий асослаш учун керак бўлади. Аслида, Метагалактиканинг кенгайиши жараёнида кузатиладиган материянинг сифат ўзгаришларининг барча кўринишлари, сақланиш қонунларига ҳеч қандай хилофсиз кечади ва ҳеч қандай ғайри табиий кучларга эҳтиёж қолдирмайди. Бизнинг Метагалактикамиз эволюциясининг кашф этилиши, инсон онгининг буюк ютуғи ҳисобланади. Бу ютуқ инсонни Коинот ичига, унинг узок ўтмишига кириб бора олганини кўрсатиб, инсон онгининг чегараланганлиги тўғрисидаги афсонани пучга чиқаради.

Фан, бутун воқеалар худонинг ихтиёрига боғлиқ ва оламни билиб бўлмайди, деб уқтирадиган диний қарашларни рад этиб, турли догма ёки кўр-кўрона ишончга эмас, балки эришилган билимларга асосланиб, Коинотни кун сайин ўрганиб бормоқда. Фан аниқ нарсаларни тахминдан, тахминни номаълумдан чегаралайди. Фаннинг кучи унинг олдинга интилишидадир. Бу секин-аста тахминни қатъий аниқлик билан, номаълумни эса тахмин, гипотезалар билан алмаштиради. Бу билан фан, табиатни билиш чегараланмаганлигини доимо исботлаб беради.

Материалистик фан оламнинг боши ва Коинотнинг келиб чиқиши ҳақидаги саволни маъносиз деб ҳисоблайди. Бутун инсоният тажрибаси, материяни йўқдан бор ва бордан йўқ қилиб бўлмаслигини кўрсатади. Материя фақат ўзининг мавжудлик формасинигина ўзгартиради. Коинотда фақат органик моддаларнинггина эмас, шунингдек, ноорганик моддаларнинг ҳам узлуксиз ривожланиши ва ўзгариши рўй бериб, бу ўзгариш, модда олдин босиб ўтган босқичларнинг оддий такрорланиши бўлмай, балки унинг моҳияти билан ўзгариб туришини характерлайди. Коинот ҳақидаги ҳозирги замон тасаввурлари фақат табиат фанларигина асосланиб қолмай, шунингдек, фалсафага ҳам таянади.

Коинот вақтга ва фазога нисбатан чексиздир. Коинотнинг

боши бўлмаган ва ҳеч қачон охири ҳам бўлмайди, у ҳамма вақт мавжуд бўлган ва мавжуд бўлажак. Бунинг ҳаммаси умуман Коинотга, тўғрироғи, уни ташкил этган материяга тегишлидир. Коинотнинг айрим қисмлари, жумладан Ер, Қуёш системаси, юлдузлар ва ҳатто юлдуз системалари — галактикалар пайдо бўлади, узок ривожланиш йўлини ўтади, ва ниҳоят, уларни ташкил этган материя бошқа кўринишга ўтиши учун, қачонлардир яшашдан тўхтайтиди. Секин-аста бизни қуршаб олган бутун Коинот ўзгариб боради. Хусусан, биз яшаётган даврда юз бераётган галактикалар орасидаги масофаларнинг ортиб бориши бунга далил бўла олади.

Ўз яшаш даврини тугатган эски оламлар ўрнида янги оламлар пайдо бўлади. Вақт ўтиши билан қулай шароитлар вужудга келганда, уларда ҳам ҳаёт пайдо бўлиши мумкин. Бу ҳаёт тобора мураккаблашиб бориб, ўзининг олий ифодаси бўлган фнкровчи, онгли мавжудот даражасига кўтарилади.

Ҳозирги вақтда биз, ҳатто тахминан бўлса ҳам, қанча юлдуз планеталарга эга эканини (ҳозирча бошқа юлдузларда планеталар топилмаган), бу планеталардан қанчасида ҳаёт бўлиши мумкинлигини аниқ билмаймиз. Шунингдек, ҳаёт қаерда онгли мавжудотларни ва бошқа цивилизациялар билан маълумотлар алмашиш имконини берадиган техникани ярата олгани ҳам номаълум. Биз, планеталар системамизнинг марказий жисми — Қуёшни оддий юлдуз эканини биламиз. Қуёш ҳам, Ер ҳам, Қуёш системасининг бошқа аъзолари ҳам, бир хил химиявий элементлардан ташкил топган ва улар, физиканинг, турли узоқларда кузатиладиган бошқа осмон жисмлари ҳам бўйсунадиган қонунларга бўйсундилар. Шунинг учун бир вақтлар келиб, Ердаги ҳаётни келтириб чиқарган шароитлар, гарчи улар жуда кам учрайдиган ҳолатлар билан боғлиқ бўлсалар ҳам, Коинотнинг бошқа жойларида ҳаётни вужудга келтириши мумкин. Ҳаёт бор жойлар, айниқса онгли ҳаёт бор жойлар, бир-биридан жуда узок масофаларда бўлиши мумкин, бу эса, уларни кидириб топишни жуда қийинлаштиради. Фан ва техниканинг ривожланиши, келажакда Коинотда ҳаёт қанчалик тарқалганлиги ҳақидаги саволга жавоб беради.

Ердаги цивилизациянинг нодирлиги ва ниҳоятда кам эҳтимоллиги инсониятнинг планетамиз табиати ва ундаги ҳаётнинг тинчлиги ва тараққиёт учун сақлаб қолиш жавобгарлигини янада оширади.

1. Астрономияда учрайдиган энг муҳим катталиклар ҳақида маълумотлар

Куёш ва Ойнинг кўринма бурчак диаметри.....	$\frac{1}{2}^{\circ}$
Эклиптиканинг экваторга оғиш бурчаги.....	$23 \frac{1}{2}^{\circ}$
Баҳорги тенг кунлик.....	21 март атрофида
Езги куёш туриши кун.....	22 июнь →
Кузги тенг кунлик.....	23 сентябрь →
Кишки куёш туриши кун.....	22 декабрь →
Йилнинг узунлиги.....	365 сутка 5 соат 49 мин
Синодик ойнинг узунлиги (Ойнинг иккита бир хил фазалари орасидаги вақт).....	$29 \frac{1}{2}$ сутка
Юлдуз (сидерик) ойнинг узунлиги (Ойнинг Ер атрофида айланиш даври).....	$27 \frac{1}{3}$ сутка
Ернинг ўртача радиуси.....	6370 км
Ернинг экватордаги радиуси билан кутбдаги радиусининг фарқи.....	21 км
Ер диаметрига нисбатан Ой диаметри.....	$\frac{1}{4}$
Ер диаметрига нисбатан Куёш диаметри.....	109 Ер диаметри
Энг катта планетанинг (Юпитернинг) диаметри.....	11 Ер диаметри
Планетанинг (Меркурийнинг) Куёш атрофида энг қисқа айланиш даври.....	3 ой (88 сутка)
Планетанинг (Плутоннинг) Куёш атрофида энг узок айланиш даври.....	25 ⁰ йил
Ер массасига нисбатан Куёшнинг массаси.....	330 000 Ер массаси
Куёш сиртининг температураси.....	6 000 К
Куёшдаги доғлар сони ўзгаришининг ўртача даври.....	11 йил
Ердан Ойгача бўлган ўртача масофа.....	384 000 км
Ердан Куёшгача бўлган ўртача масофа ёки бир астрономик бирлик.....	150 000 000 км
Ердан Куёшгача бўлган масофага нисбатан олганда, Куёшга яқин планетанинг (Меркурийнинг) Куёшдан узоклиги.....	0,4 а.б.
Куёшдан энг узок планетагача (Плутонгача) бўлган ўртача масофа.....	40 а.б.
1 парсек.....	206 265 а.б. ёки
Куёш системасидан энг яқин юлдуз (Центаврнинг α юлдузи) гача бўлган масофа.....	$3 \frac{1}{4}$ ё.й.
Кўзга бевосита кўринадиган юлдузлар сони.....	4 ё.й. ёки $1 \frac{1}{3}$ пк ёки
Юлдузларнинг температураси.....	270 000 а.б. тахминан 6000
Ер қобиғининг ёши.....	3000 К дан (қизил юлдузлар) 30 000 К гача (хаво рангга яқин юлдузлар)
Куёшнинг ёши.....	тахминан 5 млрд. йил
Бизнинг юлдуз системамизнинг — Галактиканинг кўндаланг диаметри.....	тахминан 6 млрд. йил
Бизга энг яқин спирал юлдузлар системаси — Андромеда юлдузлар туркумидаги галактикагача бўлган масофа.....	100 000 ё.й.
	2 000 000 ё.й.

II. Грек алфавити

α — альфа	ε — эта	ν — ни (ню)	τ — тау
β — бета	θ — тета	ξ — кси	υ — ипсилон
γ — гамма	ι — йота	ο — омикрон	φ — фи
δ — дельта	κ — каппа	π — пи	χ — хи
ε — эпсилон	λ — ламбда	ρ — ро	ψ — пси
ζ — дзета	μ — мя (мю)	σ — сигма	ω — омега

III. Еруғ юлдузларнинг энг кўп ишлатиладиган номлари

Альголь — Персейнинг β си	Кастор — Жавзонинг α си
Альдебаран — Саврнинг α си	Мицар — Катта Айиқнинг ε си
Альтоир — Бургутнинг α си	Поллукс — Жавзонинг β си
Антарес — Акрабнинг α си	Кутб юлдузи — Кичик Айиқнинг α си
Арктур — Хўкизбоқарнинг α си	Процион — Кичик Итнинг α си
Беллятрикс — Орионнинг γ си	Регул — Асаднинг α си
Бетельгейзе — Орионнинг α си	Ригель — Орионнинг β си
Вега — Тиранинг α си	Сириус — Катта Итнинг α си
Денеб — Оққушнинг α си	Спика — Сумбуланинг α си
Капелла — Аравақашнинг α си	Фомальгаут — Жанубий Балиқнинг α си

IV. СССРда кўринадиган баъзи ёруғ юлдузларнинг рўйхати

О, В — хаво ранг юлдузлар, А — оқ юлдузлар, F — сарғиш юлдузлар, G — сарик юлдузлар, К — тўқ сарик юлдузлар, М — қизил юлдузлар.

Юлдуз	Юлдуз катта-лиги	Тўғри чиқishi, α	Оғиши, δ	Спектрал синфи	Температураси	Массофаси (пар-секларда)
	<i>m</i>	соат мин	°		10°K	
Саврнинг α си	1,06	4 33,0	+16 25	K	3,5	20,8
Орионнинг β си	0,34	5 12,1	-8 15	B	12,8	330
Аравақашнинг α си	0,21	5 13,0	+45 57	G	5,2	13,7
Орионнинг α си	0,92*	5 52,5	+7 24	M	3,1	200
Катта Итнинг α си	-1,58	6 42,9	-16 39	A	16,8	2,7
Жавзонинг α си	1,99	7 31,4	+32 00	A	10,4	13
Кичик Итнинг β си	0,48	7 36,7	+5 21	F	6,9	3,5
Жавзонинг β си	1,21	7 42,3	+28 09	K	4,6	10,7
Асаднинг α си	1,34	10 05,7	+12 13	A	13,2	25,6
Сумбуланинг α си	1,21	13 22,6	-10 54	B	16,8	47,7
Хўкизбоқарнинг α си	0,24	14 13,4	+19 27	K	4,1	11,1
Акрабнинг α си	1,22*	16 26,3	-26 19	M	5,1	52,5
Лиранинг α си	0,14	18 35,2	+38 41	A	10,6	8,1
Бургутнинг α си	0,89	19 48,3	+8 44	F	8,4	5,0
Оққушнинг α си	1,33	20 39,7	+45 06	A	9,8	290
Жанубий Балиқнинг α си	1,28	22 54,9	-29 53	A	9,8	7,0

*Ўз равшанлигини бир оз ўзгартади.

*Аниқлиги кам классификация.

У. Қуёш системасининг жадвали

	Айланмиш- дaвpи, йил хисoбидa	Айланмиш- дaвpи, сундaк хисoбидa	Қуёшгача бўлган урта- ча мaсoфa		Орбитaсининг эксцентрикитaтa қиймaти	Мaсcаcи (Ер бoлдa)	Урaчa зичл- лн 10 ³ кг/м ³	Эквaтoрнинг диaмeтpи		Сиккaлиги	Урaчa атpо- фиян айлaниши қиймaт кoдус	Эквaтoрнинг опoртa тeкис- лиги oлмa-	Плaнетaнинг мaвзунa бoл- гaн вaйдoш- дaвpи cони
			м. б.	км.				Ер диaмe- тpи	км				
Меркурий	0,241 ¹	116	0,387	58	7°00'	0,06	5,4	0,38	4900	0	58,65суткa	7°	—
Венера	0,615 ²	584	0,723	108	3/24	0,82	5,2	0,95*	12100*	0	243,0**суткa	177°	—
Ер	1,000	—	1,000	150	—	1,00	5,5	1,00	12756	1/298	23с-т, 56м4с	23°27'	1
Марс	1,881	780	1,524	228	1 51	0,11	4,0	0,53	6800	1/150:	23с-т, 37м23с	23°	2
Юпитер	11,86	399	5,203	778	1 18	318	1,3	11,2	142000	1/16	9с-т 50м***	3,1°	16дан кaм эмaс
Сaгуpн	29,46	378	9,539	1426	2 29	95,1	0,6	9,5	120000	1/10	10с-т14м***	26,4°	17дан кaм эмaс
Уpаn	84,01	370	19,18	2869	0 46	14,5	1,3	3,9	50000	1/40:	10,8сoат**:	98°	14
Нептун	164,8	368	30,06	4496	1 46	17,3	1,6	3,9	50000	1/60	15,8 сoат:	29°	2?
Плутон	247,7	367	39,44	5900	17 08	0,002:1—1,5:	—	0,2	2800:	?	6,4 суткa	?	1
Қуёш	—	—	—	—	—	330 000	1,4	109,1	1392000	0	25,4 суткa	7°15'	—

1 ёки 88 суткa
2 ёки 225 суткa
*** эквaтoрда
() икки суқтa, сoздaринг
вaйдoшлaтигини бeйдирaди

VI. Кузатишларга кўрсатмалар

Астрономияни яхши ўзлаштириш учун, ҳар бир ўқувчи, осмондаги асосий ҳодисаларни кузатиши зарур. Бундай кузатишларни ҳавода булут бўлмаган пайтларда, кузатиш ўтказиладиган жойлардаги об-ҳаво шароитларининг қандай бўлишини олдиндан билган ҳолда олиб бориш керак. Мамлакатимизнинг Европа қисмидаги ўрта кенгликларда сентябрь ва октябрь ойларида, яъни ҳаво очик кечалари кўпроқ бўладиган ва совуқ бўлмаган вақтларда, иложи борича кўпроқ кузатишлар ўтказишга интилиш керак. Ноябрда ва қишда очик ҳаво кам бўлиб, куннинг совуқ бўлиши кузатишларни кийинлаштиради. Мартдан бошлаб ҳаво очик кечалар сони ортиб борса-да, лекин осмон борган сари кечикиб қоронғилашади.

Бундан ташқари, шуни эсда тутиш керакки, баъзи астрономик ҳодисаларни биз ўзимизга қулай вақтларда кузата олмаيمиз, улар қайси вақтда юз берса, уларни шу вақтда кузатишга тўғри келади, улар кеч тунда ҳам, тонг отарга яқин ҳам рўй бериши мумкин, тутилишлар умуман ҳам содир бўлади. Шунинг учун ҳар бир имкониятдан унумли фойдаланиш зарур.

У ёки бу ҳодисаларнинг кузатиш вақтини ва уларнинг кўриш шарт-шароитларини «Школьный астрономический календарь»дан ва юлдузлар осмонининг сурилма картасидан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

Кузатишларни, иложи бўлса, кўчадаги ва уй деразаларидаги ёруғлик нури манбалари ҳалақит бермайдиган, атрофи кенг бўлган (айниқса, осмоннинг жанубий қисми яхши кўринадиган), доимий маълум бир жойда олиб бориш керак. Горизонт томонларини компасга, Куёшга ва Кутб юлдузига қараб аниқлаш керак. Кузатувчида унчалик кучли ёруғлик бермайдиган кичикроқ фонарчанинг бўлиши — зарур пайтда юлдузлар картасига қараш ёки кузатишлар учун махсус тutilган дафтarga (унга олдиндан у ёки бу кузатиш олиб бориладиган кун ва вақт ёзилади) ёзиш, ё ёриткичларнинг расмини чизиш учун керак бўлади.

Бевосита қуйидаги кузатишларни ўтказиш мумкин:

1. Куёшнинг чиқиш ва ботиш нуқталарининг ўзгариб бориши.

Бундай мақсадда ҳар ойда икки марта (тахминан 2 ҳафтада бир марта) Куёшнинг ботиш (ёки чиқиш) вақтини белгилаш, шунингдек, унинг горизонтдаги кўринма ботиш (чиқиш) нуқтаси вазиятини атрофдаги узоқ предметларга нисбатан чиқиб аниқлаш керак. Аниқ бир жойда туриб ўтказилган бундай кузатишлар, ўқувчида Куёшнинг чиқиш ва ботиш нуқталарининг вақт ўтиши билан ўзгаришига ишонч ҳосил қилади.

2. *Ойнинг кўринма ҳаракати ва фазалари.* Бундай кузатишларни, энг яхшиси, Куёш ботгандан кейинок Ой горизонт устида жуда ҳам баланд бўлмай, ингичка ўроқ шаклида кўринганда бошлаш керак. Ой кўринишини чизмада акс эттириш, унинг Куёш ботган нуқтасидан бурчак узоқлигини тахминан аниқлаш ва бу кузатишларни келгуси оқшомлари ўша вақтда (Куёш ботган заҳоти) такрорлаш керак. Шундай қилиб, Ой фазаларининг аста-секин ўзгариб боришини ва унинг осмондаги силжишини осмоннинг суткалик айланишига карама-қарши йўналишда содир бўлишини аниқлаб олиш мумкин.

Қолган ҳамма кузатишларни оқшом тугаб, хира юлдузлар кўрина бошлагач олиб бориш зарур. Шуни эсда тутиш керакки, Ой тўлишига яқин вақтларда унинг ёруғ нурлари юлдузларни кўришга ҳалақит беради.

3. *Юлдуз туркумлари ва энг ёруғ юлдузлар билан танишишни* юлдузлар осмонини биринчи кузатишдаёқ бошлаш керак. Юлдузлар осмонининг сурилма картасидан фойдаланиб, осмонда Катта Айик ва Кичик Айик, шунингдек Оккуш, Лира ва Бургут (буларда 1-юлдуз катталигидаги Вега, Денеб ва Алтоир юлдузлари бор) юлдуз туркумларини топиб, уларнинг шаклларини эсда олиб қолиш керак. Кузатиш дафтарида осмоннинг жанубий томонида кечкурун қайси юлдуз туркумлари кўринганлигини ёзиб қўйиш фойдалидир.

4. *Осмоннинг суткалик айланишини кузатиш.* Юлдуз туркумларини кузатишни бошлашда, у ёки бу ёруғ юлдузларнинг горизонтга нисбатан вазиятларини белгиланг. Бир-икки соат ўтгач, бу кузатишларни такрорланг, унда

сиз, осмоннинг суткалик айланиши туфайли, юлдузларнинг силжишларига ишонч ҳосил қиласиз. Дарсликда баён этилганидек, осмоннинг кутбга яқин қисмини 1 соатдан кам бўлмаган экспозиция билан фотосуратга олиш талабга мувофиқдир; унда сиз осмоннинг айланиши ҳодисасини исботлайдиган ишончли фотоматериалга эга бўласиз (33 § га қаран).

5. *Юлдузлар осмони кўринишининг йил давомида ўзгариши.* Юлдузлар осмонини қишга кузатгандан сўнг 2-3 ой ўтгач, баҳорда ҳам осмонда энди таниш бўлган кутб яқинидаги юлдуз туркумларини, шунингдек, Альдебаран, Бетельгейзе ва Сириус каби ёруғ юлдузлари бўлган Савр, Орион ва Катта Ит юлдуз туркумларини қайта топиш керак. Кузатиш вақтида бу ёруғ юлдузларини температурасига мос келадиган рангига эътибор беринг. Осмоннинг жанубий томонида қандай кайси юлдуз туркумлари кузатишганигини эсга олинг, шунда сиз юлдузлар осмони кўринишининг йил давомида ўзгарганига ишонч ҳосил қиласиз.

6. *Метеорларни кузатиш.* Метеорларни кузатишни Ер метеор оқимларидан бири билан учрашган пайда ўтказиш мақсадага мувофиқдир. Метеор радиантлари қайси юлдуз туркумида жойлашганини ва қачон кузатилишини «Школьный астрономический календарь»га қараб билиш мумкин.

7. *Планеталарнинг ҳаракати.* Астрономик календардан ва Юлдузлар картасидан фойдаланиб, мустақил равишда, ёки ўқитувчининг ёрдамида шу ойда кўринадиган планеталарни осмондан топинг. Бундай кузатишларни сентябрда ўтказиб, планета қайси юлдуз туркумида кўринса, ўши юлдуз туркумларининг юлдузлари оралидаги вазиятини аниқ тасвирлаш керак. 1-2 ой ўтгач, планетанинг вазиятини яна шундай аниқ баёнида, у қандай силжиётганини аниқлаш мумкин бўлади.

Ўқитувчи раҳбарлигида телескоп ёки дурбин ёрдамида ўтказиладиган кузатишлар
Кўрсатилган асбоблар ёрдамида қуйидагиларни кўриш мумкин:

1) Кўёш доғларини (албабга қора фильтр орқали); 2) Ойдаги кун билан тун чегарасининг текисмаслигини ва Ой сиртидаги энг катта кратерларни; 3) Юпитернинг йўдошларини ва Сатурннинг ҳалқаларини; 4) Сомон Йўлининг юлдузлардан ташкил топилганини; 5) Хулқар юлдуз тўдасини; 6) Катта Айик ва Лира юлдуз туркумидаги жижалок юлдузларни; 7) Андромеда юлдуз туркумидаги талғаткани (қузда); 8) Орион юлдуз туркумидаги газ туманлигини (кишда).

VII. Юлдузлар осмонининг сурилма картасидан фойдаланиш

Ернинг ўз ўқи атрофидаги суткалик айланиши ва Кўёш атрофида йиллик айланиши натижасида юлдузларнинг горизонтга нисбатан вазияти узлуксиз ўзгариб туради. Юлдузларнинг вазияти ҳар бир сутканинг турли соатларида ва турли ойларнинг бир хил вақтларида ҳар хил бўлади. Юлдузлар осмонининг сурилма картаси, юлдузларнинг исган пайда горизонтга нисбатан вазиятини тез ва оддий йўл билан топишга имкон беради.

Карта билан ишлаш учун уни қуйидаги маслаҳатларга мувофиқ равишда ўрнатиб, ундан фойдаланишни ўрганиш керак.

Аввало, картани ва унинг устига қўйиладиган доирани қаттиқ картонга ёпиштириш керак. Уларнинг атрофини текис қилиб қирқиб, кейин карта устига қўйиладиган доирани маълум географик кенликка мос бўлган ёпик чизик бўйлаб ички томондан айлантириб қирқиб олинади. Бунда, картадан қандай географик кенликда туриб фойдаланмоқчи бўлинса, шу кенликка яқин келадиган чизик бўйлаб қирқилади. Масалан, Москва учун (географик кенлиги 56°) 55 белгиси бўлган айлана чизик бўйлаб қирқилади ва ҳоказо.

Картадан фойдаланиш йўли қуйидагича доира картанинг устига шундай қўйиладикки, бизга керак бўлган соат (соатлар карта устига қўйиладиган доиранинг четида кўрсатиладиган) кузатишларга мос келадиган куннинг қаршида турсин (кун ва ойлار юлдузлар картасининг четида кўрсатиладиган). Шунда, карта устига қўйилган доиранинг қирқиб очилган жони ичида, шу вақтда горизонт устида қўйиладиган юлдуз туркумлари ва юлдузлар жой олади, шу билан бирга

улар худди картада берилган йўналишда ва вазиятда кўринади (доирада горизонтнинг томонлари белгиланган бўлади).

Карта устига кўйиладиган доирадан киркиб олинган ички қисмининг четлари горизонтни, доиранинг маркази эса зенитни кўрсатади.

Агар картани олдимишга кўйиб, унинг шимол деб ёзилган четини горизонтнинг шимолий нуктасига йўналтирсак, картанинг кўрсатиши билан юлдуз осмоннинг кузатилаётган маркази ўзаро мос келади. Карта стол устида бўлганда, тепадаги юлдузларнинг вазиятларини акс қилишни, яъни бу ҳолда, юлдузларнинг картадаги тасвирини горизонт томонларига бўлган йўналишларга мос равишда осмонга кўчирмок лозимлигини унутмаслик керак.

Иккинчи томондан шуни ҳам эсдан чиқармаслик керакки, юлдуз туркумлари картада бир оз ёйиқроқ шаклда ўз аксини топади, чунки осмон сферасини ҳам текисликда Ер шарига ўхшаб, маълум ўзгартиришларсиз тасвирлаб бўлмайди.

Картадаги радиал чизиқлар оғиш айланаларидир. Уларга мос келувчи тўғри чиқиш соатлари картанинг четида кўрсатилган. Ҳар 30° дан кейин чизилган концентрик айланалар ёриткичларнинг оғишни кўрсатиши учун хизмат қилувчи оғиш айланаларидир (марказдан саналганда учинчи айлана — осмон экватори бўлиб, унинг оғиши 0°). Картадан шимолий яримшарнинг ҳамма юлдузлари ва жанубий яримшарнинг оғиши — 45° гача бўлган юлдузлари жой олганини пайкаш қийин эмас (картада 4-катталиқкача бўлган ва тўртинчи катталиқдаги юлдузлар тасвирланган).

Картадаги эксцентрик айлана — эклиптикани кўрсатади; эклиптиканинг осмон экватори билан кесилган нукталарининг тўғри чиқиши 0 соат (бахорги тенг кунлик нуктаси) ва 12 соат (кузги тенг кунлик нуктаси).

Эклиптикада Кўёш вазиятининг маълум пайтлардаги, масалан, йилнинг барча ойларининг йигирманчи числлари учун белгилаб қўйиш фойдалидир. Бунда юлдузларнинг сурилма картаси янада кўргазмалроқ ва кузатишлар учун қулай бўлади.

VIII. Астрономиядаги муҳим саналар ва кашфиётлар

**Йиллар,
Эрамыздан
аввалги**

3 000	Миср, Вавилон ва Хитойда бажарилган биринчи астрономик ёзувлар.
1 100	Экваторнинг эклиптикага оғмалигини аниқлаш (Чу Конг, Хитой).
360	Ер, Ой ва бошқа осмон жисмларининг шарсимонлиги ҳақидаги тасавурларни қўллайдиган далилларни олдинга суриш (Аристотель, Греция).
280	Александриялик астрономлар томонидан юлдузлар осмонининг мунтазам кузатилишининг бошланиши (Аристиял, Тимохарис).
265	Ернинг Кўёш атрофида ҳаракатланиши ҳақидаги ғояларни ўртага ташланиши, Ердан Кўёшгача ва Ойгача бўлган масофаларни биринчи чамалашлар (Аристарх Самосский, Греция).
240	Ер шари ўлчамларини аниқлаш (Эратосфен, Александрия).
140—120	Кўёш ва Ой ҳаракатларининг биринчи жадвалини ва юлдузларнинг кўринма равшанликларига қараб юлдуз катталиқларига ажратиш, 1022 юлдуздан иборат биринчи юлдуз каталогини тузиш (Гиппарх, Александрия).
46	Рим империясида Юлиан календарининг жорий этилиши (Созиген, Александрия).

**Йиллар,
бизнинг
эрамызда**

- 150 Александрялик олим Клавдий Птоломей томонидан геоцентрик системасини ўз ичига олган машҳур «Альмагест» асарининг ёзилиши.
- 1031 Беруний томонидан Ер Меридиан ёйи узунлигининг аниқланиши (Хоразм).
- 1425 Улуғбек раҳбарлигида Самарқанд атрофида дунёда энг катта обсерватория қурилишининг тугалланиши.
- 1543 Н. Коперникнинг «Осмон сфераларининг айланиши ҳақида» ги китобининг нашр этилиши; бунда у дунёнинг гелиоцентрик системасини исботлади.
- 1582 Европадаги қатор мамлакатларда Григориан календарининг жорий этилиши.
- 1584 Ж. Брунонинг «Қоинотнинг чексизлиги ва оламлар ҳақида» асарининг нашр этилиши (Италия).
- 1610 Телескоп ёрдамида астрономик кузатишларнинг бошланиши (Г. Галилей, Италия).
- 1609—1619 Планеталарнинг Қуёш атрофидаги ҳаракати қонунларининг аниқланиши (И. Кеплер, Германия).
- 1632 Г. Галилейнинг машҳур асари «Оламнинг икки энг муҳим — Птоломей ва Коперник системалари ҳақида диалог» нинг нашр этилиши, бунда Галилей, Коперникнинг олам тузилишининг гелиоцентрик системасини ҳимоя қилган.
- 1671—1673 Марснинг рўпара туриши пайтидаги кузатишларга асосланиб, биринчи марта Қуёш параллаксининг (9,5") аниқланиши (Д. Кассини, Ж. Рише, Франция).
- 1687 Тортишиш назариясининг яратилиши (И. Ньютон, Англия).
- 1705 Баъзи кометаларнинг даврий яқинлашиб туришининг аниқланиши (Э. Галлей, Англия).
- 1719 Юлдузларнинг ҳусусий ҳаракатининг кашф этилиши (Э. Галлей, Англия).
- 1755 Немис файласуфи И. Кантнинг «Умумий табиат тарихи ва осмон назарияси» асарининг пайдо бўлиши; бунда космологик тасаввурлар ва космогоник гипотезалар баён қилинган (Германия).
- 1761 Венера атмосферасининг кашф этилиши (М. В. Ломоносов, Россия).
- 1781 Уран планетасининг кашф этилиши (В. Гершель, Англия).
- 1783 Қуёшнинг юлдузларга нисбатан ҳаракатининг кашф этилиши (В. Гершель, Англия).
- 1794 Метеоритлар космик жисмлар эканлигининг аниқланиши (Э. Хладни, Англия).
- 1794 Метеоритлар космик жисмлар эканлигининг аниқланиши (Э. Хладни, Германия).
- 1796 П. Лапласнинг космогоник гипотезани ўз ичига олган «Олам системаларини таърифлаш» асарининг юзага келиши (Франция).
- 1801 Биринчи кичик планета — Церера астероидининг кашф этилиши (Д. Пиаци, Италия).
- 1814 Қуёш спектридаги ютилиш чизиқларининг баёни (И. Фраунгофер, Германия).
- 1837—1839 Юлдузлар параллаксининг биринчи марта аниқланиши (В. Я. Струве (Лиранинг «*си* 1837 й), Россия); Ф. Бессель (Оққушнинг 61-юлдузи, 1838 и), Германия; Т. Гендерсон (Центаврнинг «*си*, 1839 й.), Англия).
- 1843 Қуёш гардишининг бизга яқинлашаётган ва узоқлашаётган

- четлари (силаниши натижасида) спектрларидаги чиққоннинг силжиши — Допплер эффекиннинг кашф этилиши (Австрия). Нептун планетасининг кашф этилиши (И. Галле, Германия).
- 1846
1859—1862 Спектрал анализининг кашф этилиши (Р. Бузен, Г. Кирхгоф, Германия).
- 1860 Юлдузлар спектроскопиясининг бошланиши (В. Хэггинс, Англия).
- 1863 Юлдузлар спектрларини биринчи марта синфларга ажратиши (А. Секки, Италия).
- 1862—1904 Кометалар физик табиатини текшириш, кометалар думини синфларга ажратиш (Ф. А. Бредихин, Россия).
- 1868 Қуёшда гелий моддаси мавжудлигининг кашф этилиши (Н. Локьер, Англия).
- 1894 Сатурн ҳалқаларининг турли катталиқдаги қаттиқ жинслардан ташкил толганининг исботланиши (А. А. Белопольский, Россия).
- 1903 Космик фазога учиб усулларини ишлаб чиқишнинг бошланиши (К. Э. Циолковский, Россия).
- 1900—1910 Чанг зарралари ва газларга ёруғлиқнинг босим таъсирини экспериментал исботлаш (П. Н. Лебедев, Россия).
- 1905—1913 Карлик юлдузлар ва гигант юлдузларнинг кашф этилиши, «Спектр — ёрқинлик» диаграммаси (Э. Герцшпрунг, Дания; Г. Россел, АҚШ).
- 1908 Цфеидлар учун «давр — ёрқинлик» боғланишининг кашф этилиши (Г. Ливитт, АҚШ).
- 1916 Юлдузлар ички тузилиши назарий тадқиқотларининг бошланиши (А. Эддингтон, Англия).
- 1922—1924 Коинотнинг турғунмаслигини назарий асослаш (А. А. Фридман, СССР).
- 1924 Галактика айланишининг кашф этилиши (Я. Оорт, Голландия).
- 1924 М 31 ва М 33 галактикаларни юлдузларга ажратиш; галактикадан ташқари астрономиянинг бошланиши (Э. Хабл, АҚШ).
- 1929 Галактикалар спектридаги «қизилга силжиш» нинг кашф этилиши (Э. Хабл, АҚШ).
- 1929 Коинотда ёруғлик ютилиши мавжудлигини узил кесил исботлаш (Б. А. Воронцов-Вельяминов, СССР).
- 1930 Плутоннинг кашф этилиши (К. Томбо, АҚШ).
- 1931 15 м түлқин узунлигидаги космик радионурланишининг кашф этилиши (К. Янский, АҚШ).
- 1937 Юлдузлар бағрида (уларнинг энергия манбаи сифатида) юз бераётган ядро реакциялари назариясининг яратилиши (Г. Бете, АҚШ).
- 1941 Телескопнинг янги (менискли) турининг ихтиро этилиши (Д. Д. Максutow, СССР).
- 1946 Ойни радиолокациялаш
- 1948 Инфракизил нурларда кузатиш орқали Галактика ядросининг кашф этилиши (А. А. Калинин, В. И. Краковский, В. Б. Никонов, СССР).
- 1951 Юлдузлараро водороднинг 21 см ли тулқин узунлиқда радио нурланишининг топилиши.
- 1952—1959 Галактикалар ядролари активлигини урганиш (В. А. Амбарцумян, СССР).
- 1957 Ўзаро таъсирлашувчи галактикаларнинг кашф этилиши (Б. А. Воронцов-Вельяминов СССР).
- 1963 Квазарларнинг кашф этилиши (М. Шмидт, АҚШ).
- 1965 Реликтив радионурланишининг қайд қилиниши (А. Пензиас, Р. Вилсон, АҚШ).
- 1967 Пульсарларнинг (нейтрон юлдузларнинг) кашф этилиши
- 1976 Уран ҳалқаларининг кашф этилиши.
- 1979 Юпитер ҳалқаларини ва Юпитернинг йулдоши — Иода ҳаракатдаги вулқонларнинг кашф этилиши.

IX. Космик фазони ўзлаштиришдаги энг муҳим босқичлар

- 1957 й.**
4 октябрь Ернинг биринчи сунъий йўлдошини орбитага чиқариш (ЕСЙ, «Спутник-1», СССР). Космик эранинг бошланиши.
- 1958 й.**
15 май Комплекс тадқиқотлар ўтказиш мақсадида биринчи илмий лабораторияни орбитага чиқариш («Спутник-3» СССР).
- 1959 й.**
4 январь Космик аппарат биринчи марта иккинчи космик тезликка эришиб, Қуёшнинг биринчи сунъий йўлдоши бўлиб қолди («Луна-1», СССР).
14 сентябрь Биринчи марта космик аппарат Ой сиртига етиб борди («Луна-2», СССР).
7 октябрь Биринчи марта космик аппарат Ой атрофини айланиб ўтди ва унинг орқа томонини фотосуратга олди. («Луна-3», СССР).
- 1960 й.**
20 август Ичига жонивор солинган биринчи ЕСЙ учирилди ва унинг кўндирилаётган капсуласи Ерга қайтиб тушди («Корабль-спутник-2», СССР).
- 1961 й.**
12 февраль Венера томон биринчи марта космик аппаратнинг учурилиши («Венера-1», СССР).
12 апрель Инсоннинг космосга биринчи парвози (Ю. А. Гагарин, «Восток» кемаси, СССР).
- 1962 й.**
12—15 август Биринчи марта иккита космик кеманинг космосга бир вақтда парвози (А. Г. Николаев, «Восток-3» космик кемаси ва П. Р. Попович, «Восток-4» космик кемаси, СССР).
- 1963 й.**
16—19 июнь Аёл кишининг космосга биринчи парвози (В. В. Терешкова, «Восток-6» космик кемаси, СССР).
- 1964 й.**
12 октябрь Бир неча кишидан иборат экипажи бўлган биринчи космик кемани орбитага чиқариш (В. М. Комаров, К. П. Феоктистов, Б. Б. Егоров, «Восход» космик кемаси, СССР).
- 1965 й.**
18 март Инсоннинг космик кемадан очиқ фазога биринчи марта чиқиши (А. А. Леонов, «Восход-2» космик кемаси, СССР).
- 1966 й.**
3 февраль Космик аппаратнинг биринчи марта Ойга оҳиста кўниши ва Ой сирти манзарасининг телевизион тасвирининг Ерга узатилиши («Луна-9», СССР).
1 март Биринчи планеталараро космик аппарат Венерага етиб борди («Венера-3», СССР).
3 апрель Ойнинг биринчи сунъий йўлдоши («Луна-10», СССР).
- 1967 й.**
27 январь Космик фазони тадқиқ қилиш ва ундан фойдаланиш (бунга Ой ва бошқа осмон jismlари ҳам киради) бўйича давлатлар

- фаолиятларининг принциплари ҳақидаги Шартноманинг имзоланиши.
- 18 октябрь Космик аппаратни биринчи марта бошқа планета атмосферасида оҳиста қўндириш («Венера-4», СССР).
- 30 сентябрь Иккита ЕСИ ни биринчи марта автоматик равишда туташтириш («Космос-186» ва «Космос-188», СССР).
- 1968 й.**
- 22 апрель Космонавтларни қутқариш, космик фазога учуриладиган космонавтлар ва объектларни қайтариб бериш ҳақидаги Шартноманинг имзоланиши.
- 1969 й.**
- 21 июль Одамларнинг Ой сиртига биринчи марта чиқиши (н. Армстронг, Э. Олдрин, «Аполлон-11» космик кемаси, АҚШ).
- 14 октябрь Социалистик мамлакатларнинг ЕСИ ни орбитага чиқариш (Интеркосмос-1»).
- 1970 й.**
- 24 сентябрь Автоматик космос аппарат ёрдамида Ой жинсининг Ерга биринчи марта олиб келиниши («Луна-16», СССР).
- 17 ноябрь Узи юрадиган биринчи «Луноход-1» аппаратини Ойга етказиш («Луна-17», СССР).
- 15 декабрь Планеталараро космик аппаратнинг биринчи марта Венерага юмшоқ қўндирилиши («Венера-7», СССР).
- 1971 й.**
- 19 апрель Биринчи орбитал станциянинг орбитага чиқарилиши («Салют» СССР).
- 27 ноябрь Биринчи планеталараро космик аппарат Марс сиртига етиб борди («Марс-2», СССР).
- 2 декабрь Планеталараро космик аппарат биринчи марта Марсга юмшоқ қўндирилди («Марс-3», СССР).
- 1973 й.**
- 4 декабрь Меркурийни, биринчи марта унинг яқинидан учиб ўтган планеталараро космик аппарат ёрдамида текшириш («Пионер-10», АҚШ).
- 1974 й.**
- 29 март Меркурийни, биринчи марта унинг яқинидан учиб ўтган планеталараро космик аппарат ёрдамида текшириш («Маринер-10», АҚШ).
- 1975 й.**
- 17 июль Турли мамлакатларнинг одам бошқарадиган иккита космик кемаларининг биринчи марта ўзаро туташтирилиши (А. А. Леонов, В. Н. Кубасов, «Союз-19», СССР; Т. Стаффорд, Д. Слейтон, В. Бранд, «Аполлон», АҚШ).
- 22 октябрь Венера атрофидаги орбитага биринчи сунъий йўлдошнинг чиқарилиши, Ерга биринчи марта Венера сиртининг телевизион тасвирининг юборилиши («Венера-9», СССР).
- 1976 й.**
- 20 июль Биринчи марта Марс сиртини планеталараро космик аппарат ёрдамида текшириш («Викинг-1», АҚШ).
- 1978 й.**
- 2 март Биринчи халқаро экипажнинг орбитага «Союз-28» космик кемасида чиқарилиши ва экипажнинг «Салют-6» станциясига ўтиши (А. А. Губарев, СССР; В. Ремек, ЧССР).

- 1979 й.**
1 сентябрь Сатурни, унинг яқинидан учиб ўтган планеталараро космик кема ёрдамида биринчи марта тадқиқ қилиш («Пионер-11», АҚШ).
18 декабрь Давлатларнинг Ойда ва бошқа осмон jismlарида олиб борадиган ишлари ҳақидаги Шартноманинг имзоланиши.
- 1983 й.**
10 ва 14 октябрь Венера атрофидаги орбитага «Венера-15» ва «Венера-16» космик аппаратларининг учурилиши ва планетанинг радиолокацион картасини тузиш (СССР).
- 1984 й.**
8 февраль — Космосдаги энг узоқ парвоз (236 сутка 22 соат 49 мин.
2 октябрь Л. Д. Кизим, В. А. Соловьев, О. Ю. Атьков, «Союз Т-10», «Союз Т-11» космик кемалари, «Салют-7» станцияси, СССР)
15, 21 декабрь «Вега-1» ва «Вега-2» планеталараро космик аппаратларининг Венера ва Галлей кометасини текшириш мақсадида учурилиши (СССР).
- 1985 й.**
июнь Венера атмосферасини аэростат ёрдамида текшириш («Вега 1» ва «Вега-2», СССР).
- 1986 й.**
январь Урanni биринчи марта унинг яқинидан учиб ўтган планеталараро космик аппарат ёрдамида текшириш («Пионер-11», АҚШ).
март Галлей кометасини, унинг яқинидан учиб ўтган планеталараро космик аппаратлар ёрдамида текшириш («Вега-1» ва «Вега-2», СССР).

Х. Тавсия этиладиган адабиёт рўйхати

1. Астрономия курсига тегишли турли саволлар бўйича китоблар

- Бялко А. В. Наша планета — Земля.— М.: Наука, 1983.
Воронцов-Вельяминов Б. А.: Лаплас.— М.: Наука, 1985.
Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной.— М.: Наука, 1980.
Дагаев М. М. Книга для чтения по астрономии.— М.: Просвещение, 1980.
Еремеева А. И. Астрономическая картина мира и её творцы.— М., Наука, 1984.
Ефремов Ю. Н. В глубины Вселенной.— М.: Наука, 1984.
Засов А. В. Карликовые галактики.— М.: Знание, 1984.
Климишин И. А. Астрономия наших дней.— М.: Наука, 1980.
Кононович Э. В. Солнце — дневная звезда.— М.: Просвещение, 1982.
Кузьмин А. Д. Планета — Венера.— М.: Наука, 1987.
Силкин Б. И. В мире множества лун.— М.: Наука, 1982.
Симоненко А. Н. Метеориты — осколки астероидов.— М.: Наука, 1979.
Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум.— М.: Наука, 1984.

II. Кузатишларни олиб бориш ва ясама асбоб-анжомларни тайёрлашга доир қўлланмалар

- Андреанов Н. К., Марленский А. Д. Астрономические наблюдения в школе.— М.: Просвещение, 1987.
- Воронцов-Вельяминов Б. А. Сборник задач по астрономии.— М.: Просвещение, 1980.
- Дагаев М. М. Наблюдения звездного неба.— М.: Наука, 1983.
- Зигель Ф. Ю. Звездная азбука.— М.: Просвещение, 1980.
- Навашин М. С. Телескоп астронома-любителя.— М.: Наука, 1979.
- Сикорук Л. Л. Телескоп для любителей астрономии.— М.: Наука, 1982.
- Чурюмов К. И. Кометы и их наблюдения.— М.: Наука, 1980.
- Шевченко В. В. Луна и ее наблюдения.— М.: Наука, 1983.
- Школьный астрономический календарь (тузувчи М. М. Дагаев.— М.: Просвещение (ҳар ўқув йили учун нашр этилади).
- Энциклопедический словарь юного астронома — М.: Педагогика, 1980.

МАШҚЛАРГА ЖАВОБЛАР

- 1- машқ. 3. $138^\circ 47'45''$.
- 3- машқ. 1. 4° . $2.\delta = \varphi$; $\delta + = (90^\circ - \varphi)$; 4. $\delta > (90^\circ - \varphi)$; $\delta < (90^\circ - \varphi)$.
- 4- машқ. 1. $23^\circ 27'$. 2. 21 марта ва 23 сентябрда. 3. $66^\circ 33'$.
- 5- машқ. 1. Фарбда. 3. 27,3 сутка ўтгач.
- 7- машқ. 1. 398 сутка ўтгач, 2. $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{2}$ йил, 3. 2 йил.
- 8- машқ. 1. 687 сутка. 2. $\approx 2,4$ соат. 3. Ички планета учун 0,69 а.б., ташкиси учун — 2,4 а.б.
- 9- машқ. 1. ≈ 3 м. 2. 1854 м.
- 10- машқ. 1. $2,2''$. 2. $\approx 1^\circ$; $\approx 54'$.
- 11- машқ. 1. ≈ 389 марта. 2. $45''$. 3. ≈ 16 марта. 5. Ер учун 1,03; Марс учун 1,2
- 12- машқ. 1. $\approx 4,4 \cdot 10^3$ $\text{кг}/\text{м}^3$. 2. $6 \cdot 10^{24}$ кг.
- 13- машқ. 1. $\approx 320 M_\oplus$. 2. Ер ва Ой орасидаги нукта учун $54 R_\oplus$ Ер — Ой чизиғидаги ва Ой орқасидаги нукта учун $67,5 R_\oplus$
- 14- машқ. 2. ≈ 48 км/с.
- 15- машқ. 2. $\approx 1,9$ км.
- 16- машқ. 1. ≈ 145 км. 2. $20'$.
- 17- машқ. 2. ≈ 18 а.б. 4. 2,2 м.
- 18- машқ. 1. $\approx 3,3 \cdot 10^{10}$ Ж. 2. $\approx 2 \cdot 10^{-4}$ Вт/ кг.
- 19- машқ. 2. ≈ 3300 К.
- 20- машқ. 1. тахминан 11,6 марта; тахминан 10^{10} марта. 2. $m_2 - m_1 \approx 3$. 3. $\approx 29,3$ ёй. 4. 145000 йил. 5. 100 марта, $M_1=1$, $M_2=6$.
- 21- машқ. 1. 7,5 Куёш массаси. 2. 257 сутка. 3. ≈ 10 Куёш массаси.
- 22- машқ. 1. 14 000 марта. 2. $\approx 1,5 \cdot 10^{-3}$ $\text{кг}/\text{м}^3$.
- 23- машқ. 1. 100 марта. 2. $\approx 6 \cdot 10^3$ пк.
- 24- машқ. 1. 10^4 пк; 3 пк; 20.
- 25- машқ. 1. ≈ 5 км/с. 2. ≈ 11 км/с.
- 26- машқ. 1. 150 Мпк; 15000 пк. 2. 10^6 пк; 100 км/с.

ПРЕДМЕТ-НОМ КУРСАТКИЧ

- Азимут II
 Алголь III
 Амбарцумян В. А. 130, 140
 Андромеда туманлиги 138
 Апекс 132
 Астероидлар 37, 84
 Астрономик бирлик 42,46
 Астрономия 5
 — атмосфера ташқарисидаги 61
 Афелий 41
 Базис 44
 Баландлик 12
 Баҳорги тенг кунлик нуқта 23
 Болид 85
 Бредихин Ф. А. 89, 90
 Бруно Ж. 36
 Бурчак узоқлик II

 Венера 37, 74, 76

 Галактика 6, 126
 — айланиши 132
 — ўлчамлари 127
 Галактикалар 138—141
 Галактика текислиги 126
 Галилей Г. 35
 Гершель В. 126, 128, 138
 Герцшпрунг-Рассел («ранг-ёрқинлик») диаграммаси 124
 Горизонт текислиги 16
 Гранулалар 101

 Доплер эффекти 59

 Ер 5, 37, 63
 — атмосфераси 63, 64
 — магнит майдони 65
 — массаси 53
 — катталиги 45
 — тузилиши 63
 — шакли 45

 Ериткичларнинг суткалик ҳаракати. 19

 Зенит 16
 Зодиак пояси 25

 Календарь 31, 32, 33
 — Григорян 33
 — Юлиан 33
 Квазарлар 148
 Космик тезликлар 49
 Кеплер И. 41
 Кеплер қонунлари 41, 42
 Коинот 6, 144
 Кометалар 37, 87—89
 Коперник 35, 36
 Космик нурлар 136
 Космогония 93
 Космология 143, 144
 Кулранг ёруғлик 27
 Кульминация 21
 Кўтарилишлар 51, 52

 Ломоносов М. В. 36

 Магнит бўрони 67
 Марс 37, 76, 79
 «Масса — ёрқинлик» боғланиши 123
 Метагалактика 143, 144
 Метеор 91
 Метеорит 85
 Метеор жисмлар 85

- Надир 16
 Нейтрал водород 136
 Нептун 37, 51
 Нурий тезлик 131
- Обсерватория** 55
 Ой 6, 26—31, 69—72
 — ҳаракати 26—29
 — кўринма ҳаракати 31
 — рельефи 69
 — фазалари 31
 — физик шаронтаари 69
- Олам ўқи 17
 Олам кутби 16
 Оламнинг гелиоцентрик (Коперник) системаси 35
 Осмон меридиани 17
 — экватори 17
 Оғиш 18
- Параллакс** 46
 — йиллик 106
 — горизонтал 46
 — Ойники 46
 — Қуёшники 46
- Параллактик силжиш 44
 Парсек 107, 108
 Перигелий 41
 Планеталар 6, 25
 — ички 37
 — гигант 62, 79
 — ҳаракати 25, 35
 — Ер группасидаги 62, 79
 — ҳалқалари 80, 81
 — йўлдошлари 80, 81
- Планеталар айланишининг юлдуз (сидерик) даври 39, 40
 — синодик даври 40
- Планеталар конфигурациялари 37
 Планеталар орбитаси 49
 Плутон 37, 81
 Птолемей К. 34
 Пульсарлар 125
- Радиант** 93
 Радиацион пояс 66
 Радиогалактика 142
 Радионурланиш 57, 61
- Радиотелескоплар 56, 57
 Рўпара туриш 39
- Сатурн** 37, 72, 80
 Сидерик ой 27
 Синодик ой 27
 Синхротон нурланиш 137
 Сомон Йўли 126
 Спектр 57, 58, 59
 — юлдузлар 110, 111
 Спектрал анализ 57
 Струве В. Я. 45, 107, 133, 134
- Телескоп** 8—11
 — мениск 9
 — рефрактор 9
 — рефлектор 9
- Тенгкунлик (баҳорги ва кузги) 24
 Терминатор 70
 Туманликлар 133
 — диффуз 134
 — планетар 135
 — оқ (ёруғ) 134
 — қора 133
- Тутилишлар 29
 Туш вақти чизиги 17
 Тўғри чиқиш 18
- Уран** 37, 84
- Фотосфера** 101
- Хаббл қонуни** 138
 — доимийси 138
- Хромосфера 102
- Шмидт О. Ю.** 95
- Эклиптика** 23, 24
 Экцентриситет 41
- Юлдузлар** 6, 14
 — оқ карликлар 117, 118
 — кўринма-қўшалоқлар 112
 — хусусий ҳаракат
 — тўсилма-қўшалоқлар 114
 — қизил гигантлар 109
 — нейтронлар 125
 — янги 120

- оптик қўшалоқлар 112
- ўзгарувчанлар 119
- зичлик 117
- ўлчамлар 115
- ўта янгилар 122
- ёрқинлик 106
- спектрал қўшалоқлар 114
- температура 107
- ранг 14
- цефеидлар 119
- эволюция
- Юлдуз катталиги 14, 106
- Юлдуз тўдалари 129
- Юлдуз туркумлари 13
- Юлдузлар ассоциациялари 129
- Юлдузлар кетма-кетлиги 124
- Юлдузлараро чанг 133
- Юлдузлараро ютилиш 133

- Қизилга силжиш 139, 140

- Қуёш йили 32
- Қуёш тожи 102
- Қуёш системаси 6, 31, 32
 - ҳаракати 132
- Қуёш чақнаши 104
 - доғлари 103
 - машъаллари 103
- Қуёш шамоли 90, 102
- Қуёш 6, 23—25
 - активлиги 101
 - атмосфера 101, 102
 - тузилиши 99
 - энергияси 98
- Қуёш туриши (ёзги ва қишки) 24
- Қуёш суткалари 31
- Қисқичбақасимон туманлик 122, 125
- Қутб ёғдуси 67

- Ҳақиқий туш вақти 32

МУНДАРИЖА

I. КИРИШ

1. АСТРОНОМИЯ ФАНИ	5
1. Астрономия нимани ўргатади? Астрономиянинг бошқа фанлар билан алоқадорлиги, унинг аҳамияти.....	5
2. Коинот ўлчамлари.....	6
2. АСТРОНОМИК КУЗАТИШЛАР ВА ТЕЛЕСКОПЛАР	8
1. Телескоплар	8
2. Астрономик кузатишларнинг хусусиятлари.....	11
3. Сиз бажарадиган кузатишлар.....	12

II. АСТРОНОМИЯНИНГ АМАЛИЙ АСОСЛАРИ

3. Юлдуз туркумлари. Юлдуз карталари. Осмон координаталари	13
1. Юлдуз туркумлари.....	13
2. Юлдузларнинг кўринма равшанлиги ва ранги.....	14
3. Юлдузларнинг суткалик кўринма ҳаракати. Осмон сфераси.....	15
4. Юлдуз карталари ва осмон координаталари.....	18
4. Астрономик кузатишлар асосида географик кенгликни аниқлаш	19
1. Олам қутбининг горизонтдан баландлиги.....	19
2. Ёриткичларнинг турли географик кенгликлардаги суткалик ҳаракати.....	19
3. Ёриткичларнинг кульминация пайтдаги баландлиги.....	21
5. Эклиптика. Қуёш ва Ойнинг кўринма ҳаракати	23
6. Ойнинг ҳаракати. Қуёш ва Ой тўтилишлари	26
1. Ой фазалари.....	26
2. Ой ва Қуёш тўтилишлари.....	29
7. Вақт ва календарь	31
1. Аниқ вақт ва географик узунликни аниқлаш.....	31
2. Календарь	32

III. ОСМОН ЖИСМЛАРИНИНГ ҲАРАКАТИ

8. Илмий дунёқараш учун кураш	34
--	----

9. Қуёш системасининг ўлчамлари ва аъзолари.....	36
10. Планеталарнинг конфигурациялари ва кўриниш шартлари.....	37
1. Планеталарнинг конфигурациялари.....	37
2. Планеталар айланишининг синодик даврлари ва уларнинг сидерик даврлари билан боғлиқлиги.....	39
11. Кеплер қонунлари.....	41
12. Қуёш системасидаги жисмларгача бўлган масофаларни ва уларнинг ўлчамларини аниқлаш.....	43
1. Масофаларни аниқлаш.....	43
2. Ернинг ўлчамлари ва шакли.....	45
3. Параллакс. Астрономик бирлиكنинг аҳамияти.....	46
4. Ёриткичларнинг ўлчамларини аниқлаш.....	47
13. Осмон жисмларининг тортишиш кўчлари таъсиридаги ҳаракати.....	49
1. Космик тезликлар ва орбиталарнинг шакли.....	49
2. Планеталар ҳаракатидаги чекинишлар.....	50
3. Нептуннинг кашф этилиши.....	51
4. Кўтарилишлар	51
5. Ернинг массаси ва зичлиги.....	53
6. Осмон жисмларининг массасини аниқлаш.....	53

IV. АСТРОФИЗИК ТЕКШИРИШЛАР МЕТОДЛАРИ

14. Осмон жисмларининг электромагнит нурланишларини текшириш. Осмон жисмларининг физик хусусиятлари ва ҳаракат тезликларини уларнинг спектрларига қараб аниқлаш.....	55
1. Обсерваториялар	55
2. Радиотелескоплар	56
3. Спектрал анализнинг татбиқи.....	57
4. Атмосфера ташқарисидаги астрономия.....	61

V. ҚУЁШ СИСТЕМАСИДАГИ ЖИСМЛАРНИНГ ТАБИАТИ

15. Планеталарнинг умумий характеристикалари. Улар табиатидаги физик шароитлар	62
16. Ер планетаси.....	63
1. Тузилиши	63
2. Атмосфера	64
3. Магнит майдони.....	65
4. Космик фазони тинчлик мақсадларда ўзлаштиришда СССР эришган ютуқлар ва халқаро ҳамкорлик.....	67
17. Ой — Ернинг табиий йўлдоши.....	69
1. Ойдаги физик шароитлар.....	69
2. Ойнинг ташқи тузилиши.....	69

18. Ер группасидаги планеталар	73
1. Меркурий	73
2. Венера	74
3. Марс	76
19. Гигант планеталар	79
1. Гигант планеталарнинг хусусиятлари.....	79
2. Планеталарнинг йўлдошлари ва ҳалқалари.....	80
20. Қуёш системасидаги кичик жисмлар	84
1. Астероидлар	84
2. Болидлар ва метеоридлар.....	85
3. Кометалар. Уларнинг кашф этилиши ва ҳаракати.....	87
4. Кометаларнинг физик табиати.....	88
5. Метеорлар ва метеор оқимлари.....	91
21. Қуёш системаси — келиб чиқиши умумий бўлган жисмлар мажмуидир	93
VI. ҚУЁШ ВА ЮЛДУЗЛАР	
22. Қуёш — энг яқин юлдуз	98
1. Қуёш энергияси.....	98
2. Қуёшнинг тузилиши.....	99
3. Қуёш атмосфераси ва Қуёш активлиги.....	101
4. Қуёшнинг Ерга таъсири.....	105
23. Юлдузларгача бўлган масофаларни аниқлаш. Уларнинг асосий характеристикалари	106
1. Ийлик параллакс ва юлдузларгача бўлган масофалар.....	106
2. Кўринма ва абсолют юлдуз катталиги. Юлдузларнинг равшанлиги.....	108
3. Юлдузларнинг ранги, спектрлари ва температураси.....	110
24. Юлдузларнинг массалари ва ўлчамлари	112
1. Қўшалок юлдузлар. Юлдузларнинг массалари.....	112
2. Юлдузларнинг ўлчамлари. Улардаги модданинг зичлиги.....	117
25. Ўзгарувчан ва ностационар юлдузлар	119
1. Цефеидлар	119
2. Янги юлдузлар.....	120
3. Ута янги юлдузлар.....	122
26. Юлдузлар оламидаги энг муҳим қонуниятлар. Юлдузлар эволюцияси	123
VII. КОИНОТНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ЭВОЛЮЦИЯСИ	
27. Бизнинг Галактика	126
1. Сомон Йўли ва Галактика.....	126
2. Юлдуз тўдалари ва ассоциациялар.....	129
3. Юлдузларнинг Галактикадаги ҳаракати.....	130

4. Қуёш системасининг ҳаракати.....	132
5. Галактиканинг айланиши.....	132
28. Диффуз материя.....	133
1. Юлдузлараро чанг ва газ.....	135
3. Нейтрал водород ва молекуляр газ.....	136
4. Магнит майдон, космик нурлар ва радионурланиш.....	136
29. Бошқа юлдузлар системалари — галактикалар.....	138
1. Галактикаларнинг асосий характеристикалари.....	138
2. Радиогалактикалар ва квазарлар.....	142
30. Оламнинг материалистик манзараси.....	143
Метагалактика ва космология.....	143
Иловалар	147
Машқларга жавоблар.....	159
Предмет-ном кўрсаткич.....	160

На узбекском языке

Борис Александрович Воронцов-Вельяминов
АСТРОНОМИЯ

Учебник для 10 класса средней школы

Перевод соответствует семнадцатому, переработанному изданию издательства «Просвещение» М., 1987 г.

Ташкент «Ўқитувчи» 1988

Таржимон А. Латипов
Редактор М. Пўлатов
Расмлар редактори С. Соин
Тех. редактор Е. Картаева
Корректор Х. Аҳмедова

ИБ № 4355

Теришта берилди 06.07.87. Босишга рухсат этилди 04.05.88.
Формати 60×90/16. Офсет қоғози. Литературная гарнитураси.
Кегли 10, 8 шпонсиз. Офсет босма усулида босилди. Шартли б. л.
10,0+0,375 рангли форзац +1,0 рангли вкл. + 0,19 вкл.
Шартли кр.-отт. 26,0. Нашр л. 11,16+ 0,72 рангли форзац +
+0,46 рангли вкл. +0,19 вкл. Тиражи 361000. Заказ № 2026.
Баҳоси 40 т.

«Ўқитувчи» нашриёти. 700129, Тошкент, Навоий кўчаси, 30.
Шартнома 18—166—87.

Ўзбекистон ССР нашриётлар, полиграфия ва китоб савдоси ишлари Давлат комитети Тошкент «Матбуот» полиграфия ишлаб чиқариш бирлашмасининг Бош қорхонаси. Тошкент, Навоий кўчаси, 30, 1988.

Главное предприятие ТППО «Матбуот» Государственного комитета УзССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Тошкент, ул. Навои, 30.

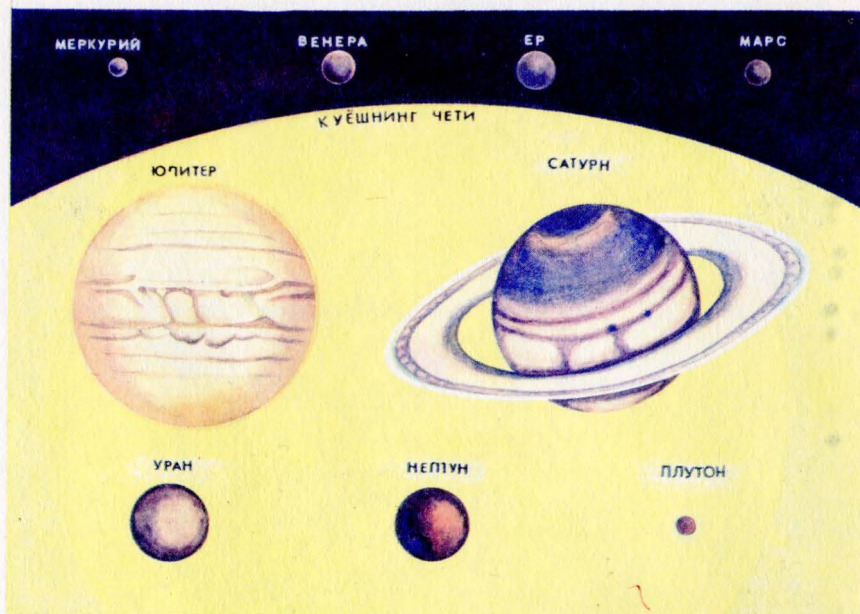
В74

Воронцов-Вельяминов Б. А.

Астрономия: Ўрта мактабнинг 10- синфи учун дарслик.—17- русча нашрига мувофик 10- нашри.— Т.: Ўқитувчи, 1988.—176 б.

Воронцов — Вельяминов Б. А. Астрономия: Учебник для 10-го класса.

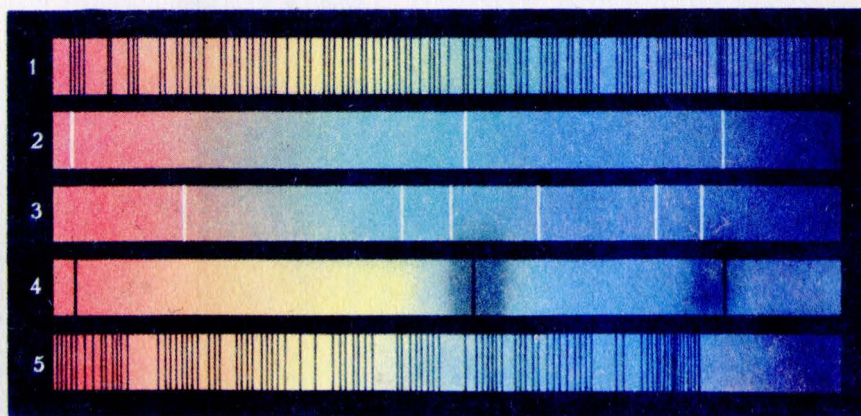
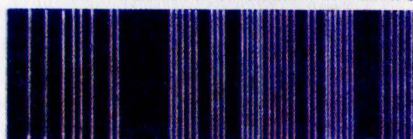
ББК 22.6я721

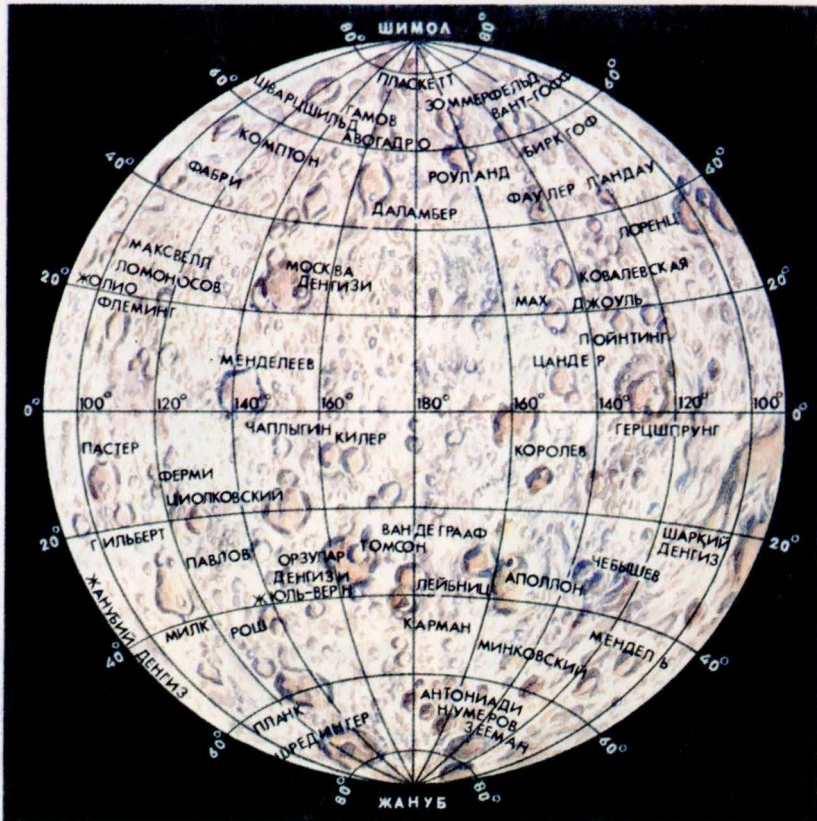


27-расм. Қуёш ва планеталарнинг катталикларини солиштириш.

39-расм. Қуёш спектрини (юқорида) темир бугларининг лабораторияда олинган спектри билан солиштириш.

40-расм. Спектрлар: 1— Қуёш спектри, 2— водород спектри, 3— гелий спектри, 4— Сириус (оқ юлдуз) спектри, 5— Орионнинг α си (қизил юлдуз) спектри.

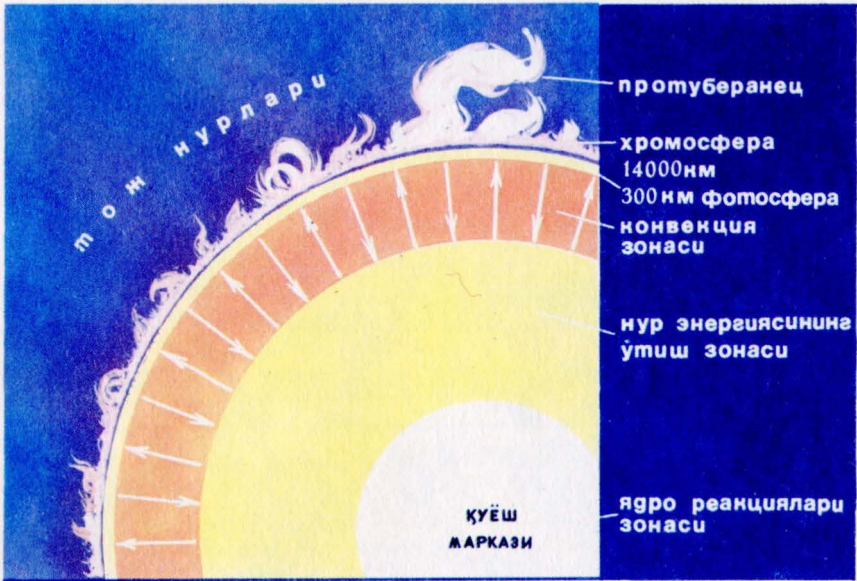




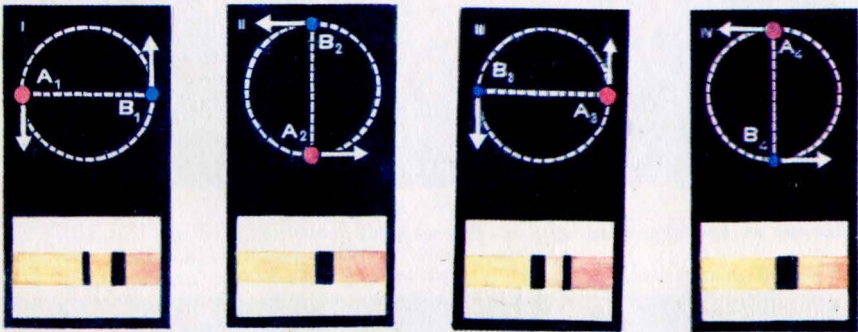
48-расм. Ойнинг Ердан кўринмайдиган орқа томонининг схематик картаси.

Доғлар ва протуберанецларга эга бўлган Күёш.

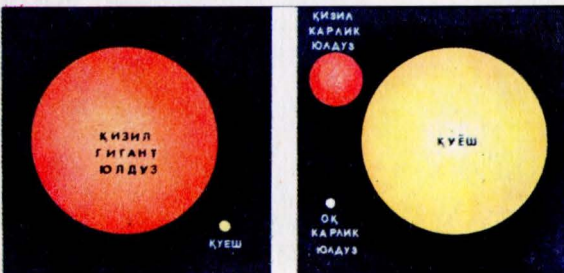




67-расм. Қуёш тuzилишининг схемаси.

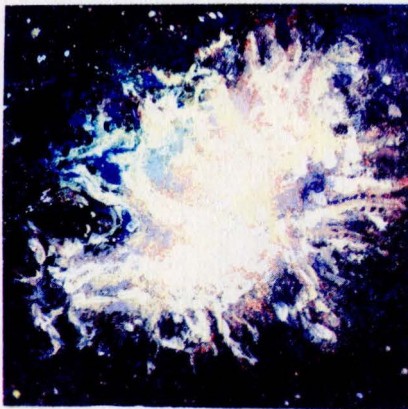


74-расм. Спектрал-қўшақ юлдузлар спектридаги чизиқларнинг иккига ажралиши ёки тебранишини тушунтириш.



76-расм. Қуёш ва турли типдаги юлдузларнинг катталикларини солиштириш (расмнинг икки қисмидаги масштаб икки хил).

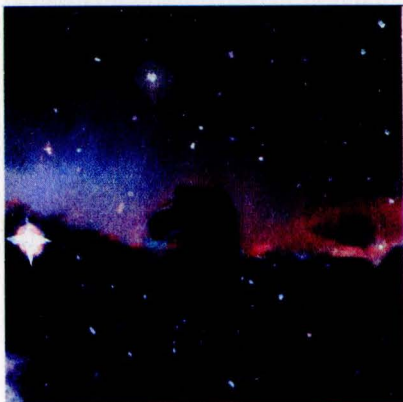
80-расм. Қисқичбақасимон туманлик — Савр юлдуз туркумида 1054 йилда портлаган ўта янги юлдуз қолдиғи.



85-расм. Юлдузларнинг тарқоқ тўдаси — Хулкар (унинг асосий юлдузлари уларни ўраб олган чангларини ёритади).

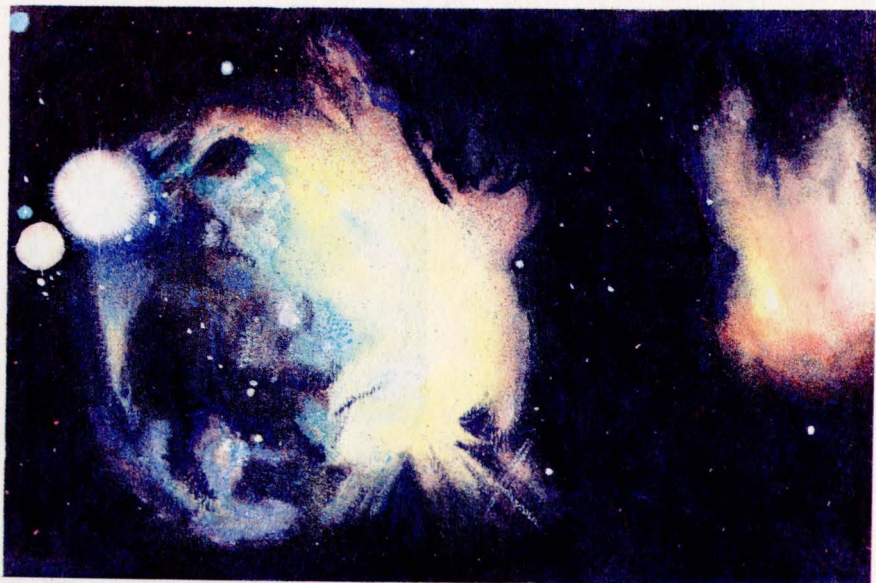


89-расм Еруғ чанг туманлик билан ўралган «От боши» қора чанг туманлик.



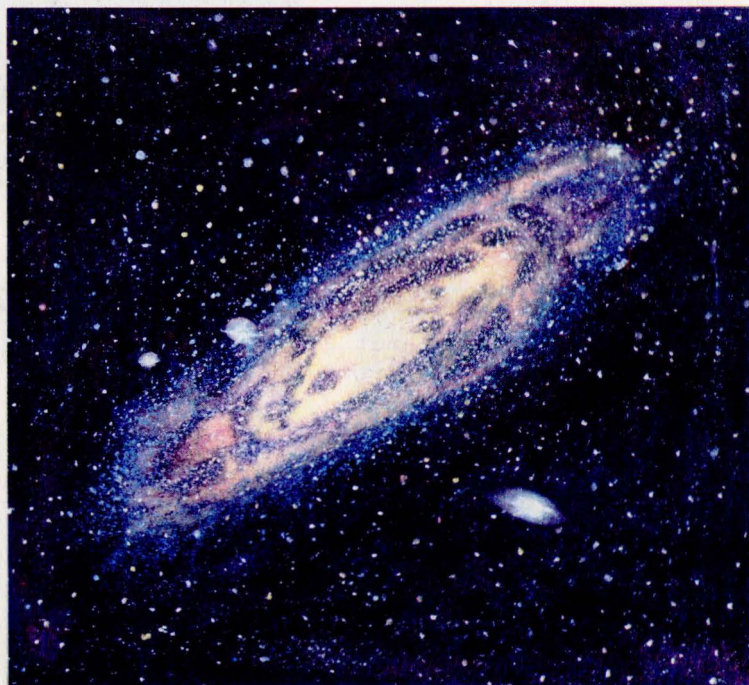
91-расм. Далв юлдуз туркумидаги бизга энг яқин ва энг катта планетар туманлик.

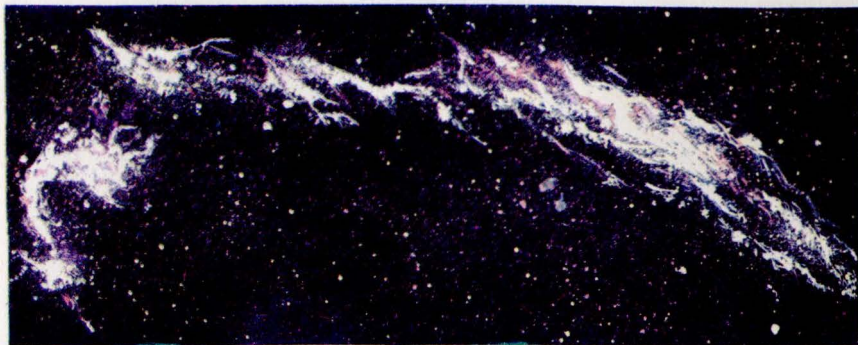




90-расм. Орион юлдуз туркумидаги диффуз газ-чанг туманлиги.

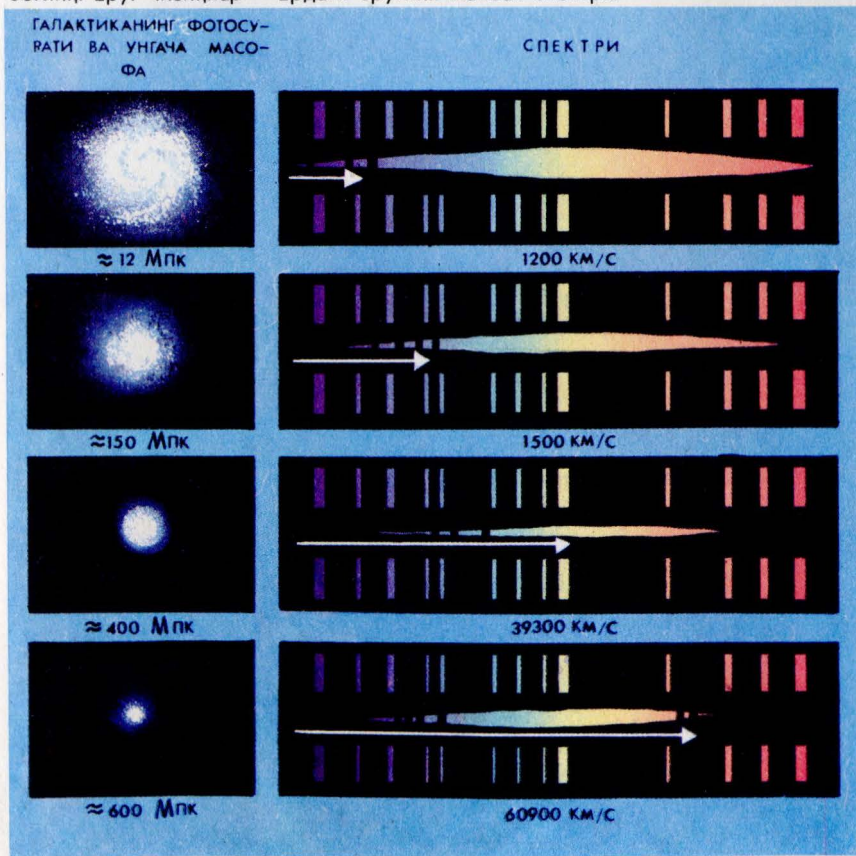
93-расм. Андромеда юлдуз туркумидаги спираль M31 галактика ва унинг йўлдоши — кичик эллиптик галактика (ўнгда).





Оққуш юлдуз туркумидаги «Балиқчи тўр» туманлиги.

95-расм. Галактикаларнинг спектридаги қизилга силжиш галактикаларгача бўлган масофанинг ортишига қараб ортиб боради (спектрнинг фотосуратида ионлашган кальций ютилишидаги иккита асосий чизиқлар яхши кўришиб турибди). Спектрнинг кенглиги галактиканинг кўринма катталиги ва ёруғлигига боғлиқ. Ёруғ чизиқлар — Ердаги ёруғлик манбаи спектри.





97-расм. Катта Магелан Булuti — бизга энг якин галактика. Нотўғри галактикалар турига киради.

99-расм. Сунбула юлдуз туркумидаги галактикалар тўдасининг бир қисми.

