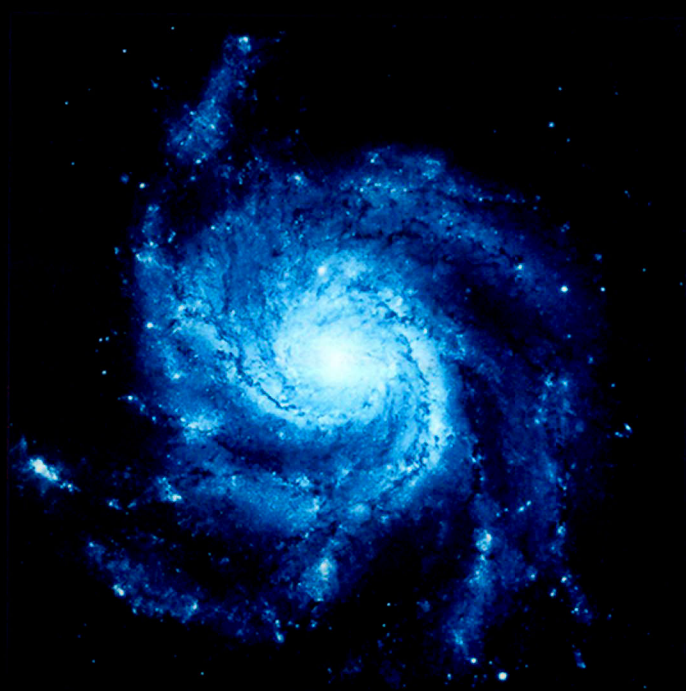




11

АСТРОНОМИЯ

О. ШАРШЕКЕЕВ

О. ШАРШЕКЕЕВ

АСТРОНОМИЯ

11



Кыргыз Республикасынын Мамлекеттик туусу



Кыргыз Республикасынын Мамлекеттик герби



Кыргыз Республикасынын Мамлекеттик гимни

Сөзү: Ж. Садыковдуку жана Ш. Кулуевдики

Музыкасы: Н. Давлесовдуку жана К. Молдобасановдуку

Ак мөңгүлүү аска, зоолор, талаалар,
Элибиздин жаны менен барабар.
Сансыз кылым Ала-Тоосун мекендеп,
Сактап келди биздин ата-бабалар.

Кайырма:

Алгалай бер, кыргыз эл,
Азаттыктын жолунда.
Өркүндөй бер, өсө бер,
Өз тагдырың колунда.

Аткарылып элдин үмүт тилеги,
Желбиреди эркиндиктин желеги.
Бизге жеткен ата салтын, мурасын,
Бийик сактап урпактарга берели.

Кайырма:

Алгалай бер, кыргыз эл,
Азаттыктын жолунда.
Өркүндөй бер, өсө бер,
Өз тагдырың колунда.

О. ШАРШЕКЕЕВ

АСТРОНОМИЯ

11



Умумтаълим мактабларининг
11-синфи учун дарслик

*Қирғиз Республикасининг
Таълим ва фан вазирлиги тавсия қилган*

Бишкек – 2016

К. Ш. Шаршекеев
Астрономия
11-синф учун дарслик
Бишкек: "Фан" нashиловчиси
2016 й. 12. 16.
16.12.16.
20 ж.г.

УДК 373.167.1
ББК 22.6я721
Ш 26

Шаршекеев О.

Ш 26 Астрономия: Умумтаълим мактабларининг 11-синфи учун-
дарслик. – Б.: «V.R.S. Company», 2016. – 208 б.

ISBN 978-9967-31-528-0

Бу дарсликда астрономик кузатишлар, назарий астрономияда қўлланувчи асосий тушунчалар ва қонунлар назарда тутилган. Шунингдек, астрономияда ўқитилиши зарур бўлган масалалар кенг ўрин олган. Амалий тарзда ўрганилган барча осмон объектлари: Қуёш, Ой, сайёралар, юлдуз ва галактикалар ҳақидаги маълумотлар кенг берилди. Яқиндагина астрономия фанига кирган нейтрон юлдузлар, қора туйнуклар, қайноқ Олам ҳақидаги илмий тахминлар, Оламнинг космологик моделлари каби масалалар ҳам етарли тарзда қўриб чиқилган.

Қўлингиздаги ушбу дарслик Қирғизистондаги ўзбек мактаблари учун «Дарсликлар яратиб маркази» томонидан таржима қилинди. Дарслик ҳақидаги фикр-мулоҳазаларингизни «Марказ» маъмуриятига ёзма равишда билдиришингизни илтимос қиламиз.

Бизнинг манзил: Ўш шаҳри,
Г. Айтиев кўчаси, 25

Таржимон: М. Тошматов

БОШ СЎЗ

Умумий таълим берувчи ўрта мактабларнинг 11-синфлари учун нашр этилган Астрономия дарслиги Республикамизнинг Таълим ва фан вазирлиги томонидан тасдиқланган дастур асосида ёзилди. Дастурда астрономик материаллар: Оламнинг тузилиши ва эволюцияси, Қуёш ва юлдузлар, Қуёш системаси, Қуёш системасидаги жисмларнинг физик табиати, Астрономиянинг амалий асоси ва астрономик кузатишлар олти бўлимга бўлиб берилди. Ҳар бир бўлимдаги материаллар тегишли мазмунларга мослаштирилиб, параграфларга ажратилиб ёзилди. Дастурга киритилган қонунлар, ойлар ва йилларнинг қирғизча аталиши ҳам қисқача турда ёзилиб, биринчи бобнинг охирида берилди. Ҳар бир параграфнинг охирида шу параграфда қўрилган материалнинг асосий мазмунини очишга тегишли бўлган саволлар берилди.

Назарий материалларнинг охирида дарсликда берилган астрономик ҳодисаларни амалий қўллашга доир масалалар ечими билан берилди. Шунингдек, бир қанча машқлар ҳам тавсия қилинди.

Иловада Ер, Ой, Қуёш ҳақида маълумотлар, ўта ёруғ юлдузлар ва уларнинг аталишлари берилган. Астрономиянинг таракқиёти ҳақида қисқача хронология, космик фазони ўрганишдаги муҳим саналар тартиби билан берилди.

Ш 4306021300-16

ISBN 978-9967-31-528-0

УДК 373.167.1
ББК 22.6я721

© Шаршекеев О., 2016.
© Қирғиз Республикасининг Таълим ва фан
вазирлиги, 2016.

АСТРОНОМИЯДА ҚЎЛЛАНИЛГАН АСОСИЙ ҚИСҚАРТМАЛАР

<i>a. б.</i>	– астрономик бирлик
<i>э.а.</i>	– эрамиздан аввалги
<i>га</i>	– гектар
<i>Е.С.Й.</i>	– Ернинг сунъий йўлдоши
<i>в. б.</i>	– ва бошқалар
<i>в.ш.к.</i>	– ва шу кабилар
<i>ё. й.</i>	– ёруғлик йили
<i>км</i>	– километр
<i>МэВ</i>	– мега электрон вольт
<i>млн</i>	– миллион
<i>млрд</i>	– миллиард
<i>мм</i>	– миллиметр
<i>Мпк</i>	– мегапарсек
<i>Па</i>	– Паскаль
<i>пк</i>	– парсек
<i>с</i>	– секунд
<i>см</i>	– сантиметр
<i>т</i>	– тонна
<i>ЭҲМ</i>	– электрон ҳисоблаш машинаси
<i>эВ</i>	– электрон Вольт

КИРИШ СЎЗ

Астрономия предмети. Астрономия – осмон жисмларини, уларнинг тузилишини, ҳаракат қонунларини ва эволюциясини ўргатувчи фан (номланиши «астрон» – юлдуз ва «номос» – қонун деган юнон сўзларидан олинган). Астрономия – қадимий фан, у инсон ҳаёт фаолиятининг (амалий) эҳтиёжи (вақтни ҳисоблаш, турган ўрнини аниқлаш, юлдузларга қараб йил фасллариға боғлиқ ҳодисаларни олдиндан айта олиш) башорат асосида минглаган йиллар аввал пайдо бўлган. Астрономия ҳақидаги дастлабки содда маълумотлар Вавилон, Миср ва Хитойда пайдо бўлиб, бу юртларда яшаган халқлар вақтни ҳисоблаш ва горизонтнинг жануб томонидаги манзилни топишда фойдаланишган. Астрономия фанини қандайдир даражада ривожланганлигини ўрта асрда араблар, Ўрта Осиё ва Кавказ халқларида кузатиш мумкин.

Қуёш ва унинг атрофида ҳаракатланувчи осмон жисмлари Қуёш системасини ташкил қилади. Ер – Қуёш системасидаги сайёралардан биридир. Сайёра ўзидан ёруғлик чиқармайди. Қуёшдан келган нурни қайтаради. Ўлчами сайёрадан бир неча марта катта бўлган юлдуз кучли телескоп ёрдамида қаралганда ҳам нукта шаклида кўринади. Чунки юлдузлар биздан жуда олисда жойлашган. Юлдуз сайёралардан фарқланиб, ўзи ёруғлик ва иссиқлик чиқаради. Қуёш системасидаги ягона юлдуз – Қуёшдир. Тунда қуролланмаган кўз билан 3000 га яқин юлдузларни кўриш мумкин. Бу эса ҳисобсиз юлдузлар системасини тузувчи миллиардлаган кўп сондаги юлдузларнинг энг кичик қисми бўлиб ҳисобланади.

Осмон жисмлари ва уларнинг системалари узлуксиз ҳаракатда ва ўзгаришда бўлади. Улар миллиардлаган йиллар тарихига эга.

Астрономияни ўқиб ўрганишда қандай маълумот ҳақиқатга яқин, қайси бири – вақтнинг ўтиши билан ўзгариб турувчи илмий тахмин эканлигини эътиборга олиш зарур. Астрономияни ўқиб ўрганиш дунёнинг физикавий манзарасини, материя ҳақидаги тушунчаларимизни кенгайтиради.

Астрономиянинг фанлараро боғланиши. Астрономия табиат ҳақидаги асосий (фундаментал) фанлардан бири. У ўзигагина тегишли текширув предметиға, унга характерли бўлган қуролларға (телескоп в.б.) ва текширув усулларига эга.

Қадимдан инсонлар узок сафарларға чикканда тунда юлдузларға, кундузлари эса Қуёшға караб манзилларига етишган. Ўшандан буён қанча асрлар ўтса ҳам астрономия инсониятға хизмат қилиб келмоқда. Ҳозирги кунда ҳам астрономик кузатишлар вақтни ўлчашда, аниқ географик хариталар тузишда, хар қандай геодезия ишларини олиб боришда, фойдали амалий масалаларни ечишда қўлланилмоқда. Амалий астрономия – денгизда сузиш ва авиация қисмларида денгиз ва хаво кемалари штурманлари учун ўта муҳимдир.

Астрономия фани физика – математика, космонавтика – геофизика, химия – биология ва фалсафа фанлари билан ҳамбарчас боғлиқ. Астрономиянинг ривожланишиға телескопнинг ихтиро қилиниши, спектрал анализнинг кашф этилиши, текширувда радиофизик усулларнинг пайдо бўлиши, ЭҲМнинг ихтиро қилиниши, ЕСҲ ва сайёралараро учувчи автоматик станцияларнинг учурилиши ниҳоят даражада таъсир этди. Айниқса, атом физикасининг ривожланиши билан Астрономияда беқиёс ютуқларға эришилди. 1920 йилдан бошлаб юлдузлар ҳақидаги илмий тушунчалар тубдан ўзгарди. Кейинчалик юлдузларни текширишда ЭҲМлари (ҳозирда замонавий компьютерлар) қўлланила бошланди. Физикадаги янги кашфиётлар юлдузлар ҳақидаги билимларни тобора кенгайтириб, унинг тузилиши ва асосий характеристикалари ҳақида кенг назарияни яратиш имкониятини берди.

Астрономиянинг асосий бўлимларидан бири астрофизика ҳисобланади. У XX асрда пайдо бўлган. Бироқ у ҳозирги техника таракқиёти даврида жадал суръатда ўсмоқда. Осмон жисмларининг физикавий табиати, химиявий таркиби ва уларда юз берувчи турли жараёнлар астрофизикада ўрганилади. Баъзи ҳолатларда астрономик текширувларнинг натижаси физик муаммони ҳал қилишға олиб келади. Чексиз Оламдаги астрофизик текширишлар бир қанча физикавий назарияларнинг тўғри эканлигини исботлади. Бунга мисол сифатида умумий нисбийлик назариясининг экспериментал исботланишини олиш мумкин (масалан, қизилға силжиш, Қуёшнинг гравитацион майдонидаги ёруғлик

нури йўналишининг ўзгариши, сайёраларнинг ҳаракат орбитаси перигейининг силжиши).

Оламнинг тузилиши ҳақидаги умумий маълумот. Олам – бу вақт ва фазо бўйича чексиз коинотдаги барча моддий жисмларни ўз ичига олган бепоён дунёдир. Бу ҳақда дастлабки тушунчалар қандай бўлган? Шу саволға қисқача тўхталиб ўтамиз.

Эраимиздан аввалги (э.а.) 340-йили қадимги юнон файласуфи Аристотель (э.а. 384–422 й.) ўзининг «Осмон ҳақида» номли китобида Ер ҳаракатсиз ҳолатда, шунингдек Қуёш, Ой, сайёралар ва юлдузлар унинг атрофида орбита бўйлаб айланади деган хулосаға келган. У Ерни Оламнинг маркази деб ҳисоблаган.

Қадимги юнон олими Клавдий Птолемей (э.а. II асрда яшаган) Аристотель ғоясини давом эттириб, математик асосларға эга бўлган биринчи **космологик** моделни тузди. Бу модел Птолемейнинг **геоцентрик** системаси деб аталади.

Птолемейнинг системасида ҳам Оламнинг марказига Ер қўйилган. Унинг атрофида Ой, Қуёш ва ўша даврда маълум бўлган бешта сайёра (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер ва Сатурн) айланади деган. Шунингдек энг охири сферада бир-бириға нисбатан қўзғалмас ҳолда жойлашган юлдузлар осмон бўйлаб бир бутун сифатда ҳаракатда бўлиши айтилган. Шу охири сфера ортида нималар жойлашгани ҳақида ҳеч нарса ёзилмаган. Птолемей томонидан 1028 юлдузнинг каталоги тузилган. Ой ва Қуёшнинг тутилишларини ҳисоблаш усули тавсия қилинган.

Олам ҳақидаги Птолемей системаси сайёраларнинг кўринма ҳаракатини тушунтириб, уларнинг ўринларини ҳисоблашға имкон берсада, айрим камчиликлардан ҳоли бўлмаган. Шунга қарамасдан Птолемей системаси фанда 1500 йил яшади.

1514-йили польшалик машҳур астроном Николай Коперник (1473–1543) унғача қўлланилиб келган Птолемейнинг Олам ҳақидаги геоцентрик системасини йўққа чиқариб, ўзининг ундан оддий бўлган **гелиоцентрик** системасини таклиф қилди. Бу система бўйича Қуёш Оламнинг қўзғалмас маркази ҳисобланиб, Ер эса бошқа сайёралар каби Қуёш атрофида айланма орбита бўйлаб ҳаракатланади. Оламнинг тузилиши ҳақидаги бу янги система осмон жисмларининг Қуёш атрофидаги ҳаракатларини ва кузатувчи турган Ернинг айланишини ҳисобға олиш орқали сайёраларнинг ҳаракатларини тўлиқ илмий таҳлил (анализ) қилиш имкониятини берди.

Немис олими Иоган Кеплер (1571–1630) Н. Коперникнинг Олам ҳақидаги илмий ғояларини тасдиқловчилардан бўлган. У ўзининг изланишлари билан Коперникнинг назариясини ривожлантириб, сайёралар айланма орбита бўйлаб эмас, балки **эллипс** кўринишида ҳаракатда бўлади деган тўғри хулосага келган. Бундай назарий тарзда олинган маълумот 1609-йили италиялик физик Г. Галилей (1564–1642) томонидан ихтиро қилинган биринчи телескоп орқали кузатишда тасдиқланди.

Олам ҳақидаги тушунчанинг кейинги илмий ривожланиши инглиз олими И. Ньютонга тааллуқлидир. Ньютон Бутун Олам тортишиш қонунини кашф этиб, унинг асосида осмон жисмларининг: сайёралар, уларнинг йўлдошлари ҳаракатини тушунтирган. Бу қонуннинг кашф этилиши Қуёш системасининг кинематик қарашдан, ходисаларни динамик тушунтиришга имкон бериб, Коперникнинг Олам ҳақидаги таълимотининг ғалаба қозонишига олиб келди. Бутун Олам тортишиш қонуни бўйича Оламдаги барча жисмлар бир-бирига тортилади. Тортилувчи жисмларнинг массалари канчалик катта бўлса, шунингдек улар орасидаги масофа канчалик кичик бўлса, шунчалик катта куч билан тортилади.

Ньютон ўзининг тортишиш қонуни $\left(F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}\right)$ бўйича осмондаги юлдузларнинг ҳаракатда бўлишини яхши тушунган. Агар юлдузлар бир-бирига тортилишса, унда бир-бирига яқин масофага келиб, бир нуктага тўпланиб қолмайдими? деган савол пайдо бўлади. Ньютон бу саволни қуйидагича тушунтирган. Агар фазонинг бирор қисмида маълум юлдузларгина бўлганида, улар бир нуктага йиғилган бўлар эди. Оламдаги юлдузлар чексиз сонда бўлганлиги учун чексиз фазода текис тақсимланиб, йиғилиб қоладиган марказий нукта йўқ. Олам чексиз бўлганлиги сабабли унинг ихтиёрий нуктасини шартли равишда **марказ** деб қабул қилиш мумкин. Шунингдек, шу нуктадан ҳамма йўналиш бўйлаб сон-саноксиз юлдузлар жойлашади.

XX асрнинг бошланишига қадар ҳам Олам кенгаймоқдами? Ёки сиқилмоқдами? Бу ҳақда ҳеч ким тушунчага эга бўлган эмас эди. Олимлар Олам вақтнинг ўтиши билан ўзгармайди, қачонлардир шу ҳолатда пайдо бўлган деб ўйлашган. Оламнинг тузилиши ва эволюциясини англашда асосий илмий манба бўлган нисбийлик назариясини кашф этган немис назарий физиги Альберт Эйнштейн

(1879–1955) ҳам Олам стационар (турғун) яъни вақт бўйича ўзгармас ҳолатда бўлади деган тушунчада бўлган, фақат америкалик астроном Эдвин Хаббл (1889–1953) 1929-йили Оламни телескоп орқали кузатиш билан катта кашфиёт очди. Хабблнинг кашфиёти бўйича осмоннинг қайси йўналиши бўйлаб кузатиш ўтказилмасин, галактикалар биздан узоқлашаётганлигини, яъни бошқача айтганда Оламнинг кенгайишини исботлади. Бу эса аввалдан барча осмон жисмлари бир-бирига яқин масофада бўлган деган маънони билдиради. Демак, бундан бир неча миллиард йиллар аввал (1998-йилги маълумот бўйича 13 миллиард йил аввал) осмон жисмлари бирлашган ҳолда бўлиши билан, Оламнинг зичлиги ўта юқори бўлган деган тахминлар бор.

Хабблнинг астрономик кузатишлари бўйича қайси бир даврда Олам ўлчами бўйича чексиз кичик, зичлиги чексиз катта бўлиб, **буюк портлаш** натижасида кенгайиш орқали ҳозирги ҳолатга келган деган хулосага олиб келган. Бундай энг юқори зичликда физиканинг барча қонунлари ўз аҳамиятини йўқотади. Бу буюк портлаш вақти, санок боши катори қабул қилинади. Чунки ундан олдинги вақт аниқсизликка эга.

- ?
1. Астрономия фани нимани ўргатади?
 2. Астрономиянинг бошқа фанлар билан боғланиши қандай?
 3. Оламнинг тузилиши ҳақидаги дастлабки тушунча қандай бўлган?
 4. Олам ҳақидаги Коперникнинг тушунчаси қандай?
 5. Оламнинг кенгайиши ҳақида тушунча беринг?
 6. Э. Хаббл қандай илмий кашфиёт қилган?

АСТРОНОМИЯНИНГ АМАЛИЙ АСОСИ

1-§. Юлдузли осмон. Юлдузлар туркуми.
Асосий юлдузлар туркуми

Юлдузли осмонни кузатишни булутсиз, Ойнинг ёруғи кучсиз бўлиб, юлдузларни кузатишга халал бермаган тунда ўтказиш керак. Бундай тунларда осмон милтиллаган юлдузларга тўла бўлади. Уларнинг сони бизга бехисобдай туюлади. Аслида қуролланмаган кўз орқали кўринувчи юлдузлар сони унча кўп эмас, бутун осмон бўйлаб бор йўғи 6000 га яқин юлдузлар кўринади. Ер сиртининг қандайдир бир нуқтасидан олиб борилган кузатиш осмоннинг ярим шарида 3000 га яқин юлдузлар бор эканлигини аниқлаган.

Осмондаги юлдузлар ҳақида тўла маълумот олиш мақсадида, минглаб йиллар илгари, ўзаро жойлашиши ўзгармаган ёруғ юлдузлар гуруҳларга бирлаштирилиб, *юлдузлар туркуми* деб аталиб келган. Юлдузлар туркуми деб осмоннинг чекли соҳаси ичида жойлашган юлдузларга айтилади. Ҳозирги вақтда 88 та юлдузлар туркумига бўлиниб, аниқ чегаралари белгилаб чиқилган. Уларни юлдузларнинг ўзига хос жойлашишига қараб топиш мумкин.

Кўплаб юлдузлар туркуми бундан минглаб йиллар илгари, ўз номларига эга бўлган. Ҳозирги кунда ҳам номлари сақланиб келмоқда. Уларнинг кўплари юнон афсоналарига боғлиқ номлар билан, масалан: Андромеда, Персей, Пегас деб номланса, айримлар баъзи буюмларнинг номлари билан Ўқчи, Учбурчак, Тарози в.ш.к. номланган. Шунингдек, ҳайвонларнинг номлари билан аталувчи юлдузлар ҳам бор. Улардан масалан, Арслон (Арстан), Қискичбака (Суучаяни), Чаён (Чаян) сингари номларни келтириш мумкин.

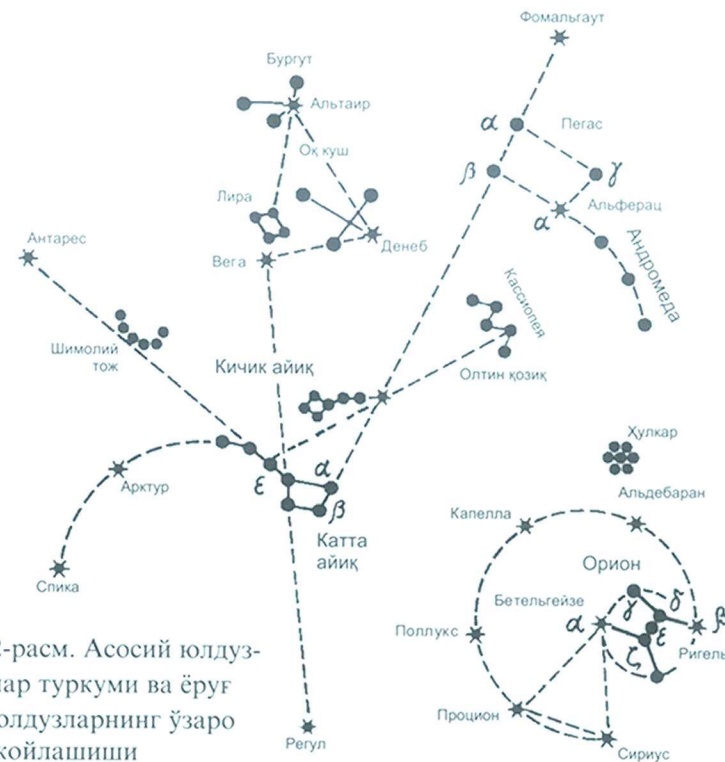
Осмон гумбазидан юлдузлар туркумини топиш учун ёруғ юлдузларни бир-бири билан тўғри чизик орқали фараз қилиб туташтириб, қандайдир бир шаклга ўхшатиш старли. Масалан: Катта Айиқ юлдузлар туркумини олиш мумкин (1-расмга қarang).

Ҳар бир юлдузлар туркумининг айрим ёруғ юлдузлари XVII асрдан бери юнон ҳарфлари билан белгиланиб келади. Юлдузлар туркумининг энг ёруғи α (альфа), ундан хирароғи β (бета), ундан хирароғи γ (гамма), δ (дельта), ϵ (эпсилон) в.б. ҳарфлар орқали ал-



1-расм

фавит тартибида белгиланган. 130 га яқин ёруғ юлдузларнинг ўз номлари бўлган. Масалан: Кичик Айиқ юлдузлар туркумининг энг ёруғи α юлдузи Кутб юлдузи бўлса, Катта итнинг α юлдузи – Сириус.



2-расм. Асосий юлдузлар туркуми ва ёруғ юлдузларнинг ўзаро жойлашиши

Аравакашнинг α -си – Капелла, Лиранинг α -си – Вега, Орионнинг α -си – Бетельгейзе, Орионнинг β -си – Ригель, Персейнинг β -си – Алголь деб номланган (иловага қаранг).

Юлдузларнинг номланиши ва белгиланиши ҳозирги даврда ҳам қўлланилмоқда. Кейинчалик юлдузларни сон рақами билан белгилаш киритилган. Ҳозирги кунда бундай сонлар билан белгилаш хира юлдузларда қўлланилмоқда.

Юлдузлар туркумидаги ёруғ юлдузлар орқали осмондаги унчалик ёруғ бўлмаган юлдузларни, шунингдек бошқа осмон объектиларини тўғри ва аниқ билиш мумкин. Шунинг учун осмондаги у ёки бу юлдузлар туркумининг шаклига қараб, тез топишни ўрганиш керак. Бунинг учун олдиндан юлдузли осмон харитасини яхши ўзлаштириб олиш ва ёруғ юлдузлар орқали юлдузлар туркумини характерловчи контурни эсда сақлаш зарур.

Ҳозирги даврда астрономлар томонидан бир неча миллион юлдузларнинг осмонда эгаллаган ўринлари аниқланган, улардан келувчи энергия оқими ўлчанган ва юлдузларнинг тизмалари-каталоглари тузилган. 2-расмда баъзи юлдузлар туркумларининг жойлашиши берилган.

1. Юлдузлар туркумлари деб нимага айтилади?
2. Юлдузлар қандай номланган?
3. Юлдузлар туркумидаги энг ёруғ юлдузлар юнон ҳарфлари билан қандай белгиланади?

2-§. Юлдузлар харитаси

Текисликда юлдузлар туркумларини тасвирловчи юлдузлар харитасини тузиш учун юлдузларнинг координаталарини билиш зарур. Юлдузли осмон билан бирга айланувчи координаталар системасидан фойдаланилади. Бундай координаталар системасидан бири *экваториал координаталар* системасидир. Бу системадаги координаталардан бири қилиб осмон экваторидан ёритгичгача бўлган бурчак узоклиги (δ оғиши) олинган. У $\pm 90^\circ$ ораликда ўзгаради, экватордан шимолга томон мусбат, жанубга томон манфий ҳисобланади. δ Оғиш географик кенглик (φ) га ўхшайди.

Иккинчи координата географик узунлигига ўхшаш бўлиб у *тўғри чиқиш* баҳорги тенгкунлик нуктасидан бошлаб, ёритгичнинг меридианигача бўлган ёйнинг (экватор бўйича узунлиги) деб

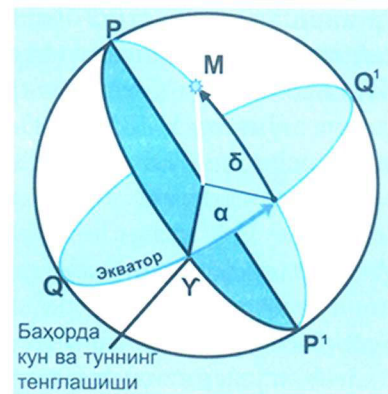
аталади (3-расмга қаранг). Тўғри чиқиш координатаси 0° дан 360° гача ўзгаради.

Бевосита кузатишлардан олинган ва рефракцияга¹ нисбатан тўғрилланган ёритгичнинг экваториал координаталар *кўринма координаталар* деб аталади. Агар кўринма координатадан ёруғлик абerrацияси ҳосил қилган таъсири олиб ташланса, ҳақиқий координатани оламиз. Ернинг айланиш ўқи ўзининг ўртача ҳолати атрофида кичик тебранишлар ҳосил қилади.

Бу ҳодиса Ер ўқининг *нутацияси* дейилади. Энг сўнггида, агар ҳақиқий координаталар нутацияси таъсири олиб ташланса, унда ёритгичнинг кузатилаётган пайтдаги *ўртача экваториал координаталари* олинади.

Юлдузларнинг йилнинг бошига тўғри келган ўртача экваториал координаталари тизмага киритилиб *юлдузлар каталоги* деб аталади. Юлдузлар каталоглари *абсолют* (абсолют кузатишлардан олинган) ва *нисбий* (дифференциал усул орқали олинган) бўлиб бўлинади. Абсолют ва нисбий каталогларда, экваториал координаталардан ташқари, албатта ҳар бир юлдузнинг ўртача кузатиш куни (санаси) кўрсатилади.

Ҳар қандай ўртача даврларда олинган *абсолют* ва *нисбий* каталоглар асосида юлдузларнинг ҳолатларини фундаментал каталоглари тузилади. Бу каталогларда юлдузларнинг экваториал координаталаридан ташқари, яна осмон сферасидаги йил давомида силжиш катталиги, жараённинг (Ернинг айланиш ўқининг айланма конус бўйлаб ёзги ҳаракати) ҳисобига координаталарнинг ўзгариши, юлдузларнинг бошқа характеристикалари ҳам кўрсатилади. Бундай каталоглар бир неча юзлаб, минглаб юлдузларни ўз ичига олади. Бу каби каталогларнинг асосий мақсади: кузатишлар олиб борилаётган даврда, уларга киритилган юлдузларнинг ўхшашларини келтириш, шунингдек юлдузли осмоннинг фотосуратини



3-расм

¹ Ёруғлик нурунинг Ер атмосферасидан ўтганда синиши астрономик рефракция деб аталади.

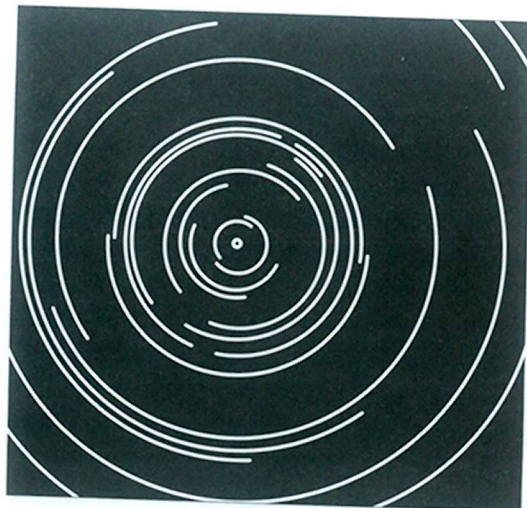
ўрганишни енгиллатиш бўлиб ҳисобланади. Айрим пайтларда бундай каталоглар юлдузлар харитаси сифатида босилиб чиқарилади. Бунга мисол қилиб қатори «Боннское обозрение» каталогини келтириш мумкин. У 1859–1887-йиллари тузилиб, ичига 10–11 юлдуз катталигигача бўлган 324 188 юлдузларнинг тахминий координаталари киритилган.

1. Юлдузлар харитасини тузиш учун қандай координаталар системаси қўлланилади?
2. Экваториал координаталар системаси ҳақида тушунча беринг.
3. Юлдузлар каталоги қандай тузилади ва уларнинг турларини айтиб беринг.

3-§. Ёритгичларнинг кўринма ҳаракати.

Бир сутка давомида юлдузли осмон кўринишининг ўзгариши

Юлдузли осмонни булутсиз, ҳаво очик тунлари бир неча соат давомида кузатсак, Қутб юлдузи горизонтга нисбатан ўз ўрнини ўзгартирмайди. Бошқа барча юлдузлар эса Қутб юлдузига яқин бўлган марказ атрофида бир сутка давомида тўла айланади. Ёритгичларнинг сутка давомида Қутб юлдузи атрофида айланишлари суткалик ҳаракат дейилади. Чунки бир тўлик айланиш сутка ичида бўлиб ўтади. Суткалик айланиш билан боғлиқ бўлган юлдузлар, шунингдек бошқа осмон жисмлари горизонтга нисбатан ўз ҳолатларини узлуксиз ўзгартириб туради.



4-расм

Айрим ёруғ юлдузларнинг суткалик ҳаракатини фотоплёнкага тушириш мумкин. Кўзгалмас ҳолда ўрнатилган фотоаппарат ёрдамида осмоннинг Қутб юлдузи атрофида юлдузлар

ҳаракатини сураатга олиш қулай (4-расм). Фотоаппарат қанчалик узок муддат ушлаб турилса, юлдузлар шунчалик катта ёйни чиқади. 4-расмдаги марказлашган ёйларнинг қок ўртасига яқинроқ масофада Қутб юлдузининг чизган изи ўзгача ажралиб туради. Агар уни осмондан изласак, унда горизонтда бизнинг олдимизда турган нукта шимолий нукта – N , орқа томонимизда нукта S – жанубий нукта, ўнг тарафимиздаги шарқий нукта – E , чап тарафимизда эса Ғарбий нукта – W бўлади. Ўрта географик кенгликларда айрим юлдузлар ўзининг суткалик ҳаракатида ҳеч қачон горизонтдан ботмайди. Бундай юлдузлар *ботмайдиган юлдузлар* дейилади. Шунингдек, баъзи жойларда ҳеч қачон горизонтдан юқорига чиқмайдиган юлдузлар ҳам бўлади. Бундай юлдузлар *чиқмас юлдузлар* деб аталади. Юлдузлар горизонтнинг шарқ томонидан чиқиб, жанубий томонига бироз кўтарилади, ғарб томонга ботади. Бу вақтда ҳар бир юлдуз доимо горизонтнинг шарқ томонидаги бир нуктадан чиқиб, доимо ғарб томондаги бир нуктага ботади. Ҳар бир юлдузнинг горизонт устидаги максимал баландлиги ҳам ўша кузатиш олиб борилган жойда доимо ўзгармас бўлади.

Юлдузлар сингари Қуёш ва Ой ҳам горизонтнинг шарқ томонидан чиқиб, жанубий томонига баланд кўтарилиб, ғарб томонга ботади. Бироқ, Қуёш билан Ой юлдузлардан фарқлиб, йил давомида горизонтнинг шарқ томонидан турли нукталардан чиқиб, ғарб томонидаги турли нукталарга ботади.

Қишнинг бошланишида Қуёш Жанубий-Шарқдан чиқиб, Жанубий-Ғарбга ботади. Бироқ кун ўтган сайин унинг чиқиш ва ботиш нукталари горизонтнинг Шимолий томонига жила бошлайди. Шундай қилиб, кун ўтган сари Қуёш туш пайтида горизонтдан борган сари кўтарилишда бўлади, кун узайиб, тун қисқаради.

Ёзнинг бошланишида Қуёшнинг чиқиш ва ботиш нукталари Шимолий-Шарқ ва Шимолий-Ғарб томонларга қандайдир бир лимитга етиб горизонтнинг шимолий томонидан қайта жанубий томон қараб тесқари йўналишда силжий бошлайди. Бу ҳолда Қуёшнинг жанубий баландлиги ва куннинг узунлиги қисқара бошлайди, тун эса узая боради.

Қуёш билан Ойнинг ҳаракат йўлига мос келувчи юлдузлар туркуми бурж (зодиак) юлдузлар туркуми деб аталади (юнонча

зоон – хайвонлар деганни билдиради). Бундай юлдузлар туркуми Балик, Арслон, Чаён ва ш. ў. ўн иккита аталишда учрайди.

1. Суткалик ҳаракат деб нимага айтилади?
2. Ботмайдиган ва чикмайдиган юлдузларнинг фарқи нимада?
3. Куёш ва Ойнинг чиқиш ва ботиш нукталари йил давомида қандай ўзгаради?
4. Куёш билан Ойнинг ҳаракат йўлига тўғри келган бурж юлдузлар туркуми қандай номланади?

4-§. Осмон сфераси ва унинг айланиши

Юлдузларнинг суткалик ҳаракатини ўрганишда осмон сферасидан фойдаланиш қулай.

• *Осмон сфераси* деб сиртига барча ёриткичларнинг вазиятлари туширилган, ихтиёрий радиусдаги, маркази кузатиш олиб борилаётган нуқтада бўлган сферага айтилади.



5-расм

Осмон сферасининг асосий нукталари ва чизиклари 5-расмда берилган. Бу ерда кузатувчи орқали ўтувчи вертикал чизик ZZ' юқоридаги Z' *зенит* нуктасида осмон сферасини кесиб ўтади. Диаметрал бўлган (C нуктасига симметрик) қарама-қарши томондаги нуқта Z' *надир* деб аталади. ZZ' вертикал чизикка перпендикуляр текислик ($NESW$) *горизонт текислиги* деб аталади. Бу текислик осмон сферасини иккита ярим сферага, яъни барча нукталари горизонт устида жойлашган кўринувчи ва барча нукталари горизонт остида

ётувчи кўринмас ярим сфераларга бўлиб туради. Кузатувчи (C) орқали ўтиб, Оламнинг икки кутблари P ва P' ни туташтирувчи осмон сферасининг кўринма айланувчи ўқи *Олам ўқи* деб аталади.

Оламнинг шимолий кутбининг остида, горизонтда N шимолий нуктаси, унинг диаметрал қарама-қарши нуктасида эса S шарқий нуктаси ётади. NCS чизиги *тушлик вақти чизиги* деб аталади. Чунки вертикал қилиб ўрнатилган таёқдан тушлик вақтида горизонтал текисликка тушаётган соя шу чизик бўйлаб йўналиб тушади. E шарқ ва W ғарб нукталари горизонт чизигида ётади. Бу нукталар N шимолий ва S жанубий нукталардан 90° да бўлади. N нуқта, зенит Z ва S нуқта орқали *осмон меридиани* текислиги ўтади. Сферанинг маркази (C нуқта) орқали олам ўқи га перпендикуляр бўлган текислик ($QWQ'E$) *осмон экватори* деб аталади. Осмон экватори осмон сферасининг сиртини: юқориси оламнинг шимолий кутбидан бўлган шимолий ва пастки чўққиси оламнинг жанубий кутбидан бўлган жанубий икки ярим шарларига ажратади.

Ернинг шимолий ярим шарининг ўрта кенглигидан юлдузларнинг суткалик ҳаракатини кузатсак, у ҳолда юлдузлар горизонтнинг шарқ томонидан чиқиб, жануб томонига юқори кўтарилиб, ғарб томон ботганлигини кўраемиз. Кутб юлдузининг вазиятини горизонтга нисбатан деярли ўзгармаганини кузатаемиз. Қолган барча юлдузлар бир сутка давомида маркази Кутб юлдузида бўлган тўлик айланалар чизади. Юлдузларнинг маълум вақт ичидаги ҳаракатини фотоаппарат ёрдамида суратга олингандаги кўриниши 4-расмда берилган. Фотоаппарат объективини қанчалик узок вақт очиб қўйсак, юлдузлар шунчалик узун ёйларни чизади. Юлдузлар чизган айланаларнинг умумий маркази шимолий кутбда ётади.

Ернинг шимолий ярим шаридан турган кузатувчига Оламнинг жанубий кутби кўринмайди. Чунки бу кутб горизонт текислиги остида қолади.

Юлдузли осмоннинг айланиши Ернинг ўз ўқи атрофида айланишидан келиб чиқади. Ер ғарбдан шарққа томон айланиши учун бизга Куёш ва юлдузлар шарқдан чиқиб, ғарбга ботгандай туюлади. Биз Ернинг ўз ўқи атрофида айланишнинг сезмаймиз, шунинг учун бизга юлдузли осмон айлангандай кўринади. Ҳақиқатда Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши кўплаб астрономик кузатишлар асосида исботланган. Оламнинг гелиоцентрик системасини кашф этган Н. Коперник ҳам (1473–1543) ўша даврда Ернинг ўз ўқи атрофида айланишига махсус исботлар бўлсада, юлдузли осмон сферасининг айланишини Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши билан

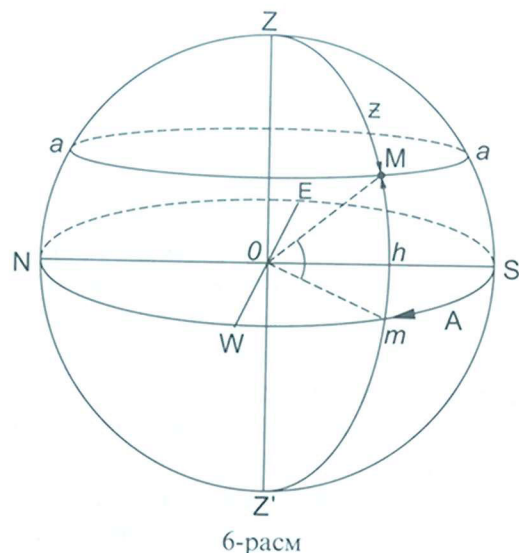
боғлаб тушунган. Ўша даврда Г. Галилей (1564–1642) ва И. Ньютон (1643–1727) ларнинг механиканинг асосий қонунлари номаълум эди.

1. Осмон сфераси деб нимага айтилади?
2. Горизонт текислиги осмон сферасини қандай ярим сфераларга бўлиб туради?
3. Олам ўқи деб нимага айтилади?
4. Осмон экватори нима?
5. Юлдузли осмоннинг айланишини тушунтириб беринг.

5-§. Осмон координаталари. Ёритгичларнинг кульминацияси

Осмондаги ёритгичларнинг ҳолати осмон сферасидаги асосий текисликлар, уларга тегишли чизик ва нукталарга кўра *осмон координатлари* деб номланган катталиклар орқали аниқланади. Астрономиянинг турли масалаларини ечишда, осмон координатларидан фойдаланилади. Бу системалар бир-биридан асосий текисликнинг танлаб олиниши ва санок боши қилиб олинган нуктага кўра фарқ қилади.

Горизонтал система. Бу системада асосий текислик бўлиб, горизонт текислиги ($NWSE$), бу текислик санок боши S зенит нуқтаси ва горизонт нуқталаридан бири орқали ўтказилади (6-расм).



Координаталардан бири қилиб, Z *зенит оралиғи* ёки унинг ўрнига ёритгичнинг горизонт устидаги оралик h олинади. M ёритгичнинг h *баландлиғи* деб вертикал айлананинг горизонт текислигидан ёритгичгача бўлган mM ёйи, ёки горизонт текислиғи билан M ёритгичгача бўлган йўналиш ўртасидаги mOM марказий бурчак (вертикал айлана текислигидаги)ка айтилади.

h баландлик зенитга нисбатан 0° дан $+90^\circ$ гача (агар ёритгич сферанинг кўрунувчи қисмида бўлса) ва N надирга томон йўналишда 0° дан -90° гача (агар ёритгич осмон сферасининг кўринмас қисмида бўлса) ўлчанади.

M ёритгичнинг зенит оралиғи Z деб вертикал айлананинг зенитдан ёритгичгача бўлган ZM ёйига ёки тик чизик билан M ёритгич орасидаги марказий ZOM бурчакга ҳам айтилади. Зенит оралиғи надирга томон йўналишда 0° дан 180° гача ўлчанади. Осмон сферасининг кўринувчи қисмида ёритгичлар учун $Z \leq 90^\circ$ бўлса, кўринмас қисмида $Z > 90^\circ$ бўлади. Зенит оралиғининг ёритгич бандлиги билан йиғиндиси.

$$Z + h = 90^\circ$$

тенгликни каноатлантиради. Ёритгичнинг вертикал айланадаги ўрни h баландлик ва Z зенит оралиғи орқали аниқланади.

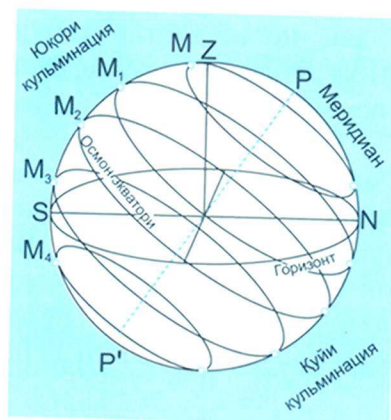
Вертикал айлананинг осмон сферасидаги ҳолати бошқа азимут координатаси A – орқали аниқланади. M ёритгичнинг азимути деб S жанубий нуктадан ёритгич орқали ўтувчи вертикал айланача бўлган горизонт текислигидаги Sm ёйи ёки тушлик чизиги билан ёритгич орқали ўтувчи вертикал айлана текислигини горизонт текислиги билан кесишиш чизиги ўртасидаги SOM марказий бурчакка айтилади. Азимутлар осмон сферасининг суткалик айланиш йўналиши бўйича, яъни S жанубий нуктадан ғарб томонга 0° дан 360° гача ўлчанади. Баъзан азимутлар ғарб томонга 0° дан $+180^\circ$ гача ғарбий азимутлар, шарқ томонга эса 0° дан -180° гача шарқий азимутлар ўлчанади. Бир вертикал айланадаги барча ёритгичлар бир хил азимутга эга бўлади.

Ёритгичларнинг осмон сферасидаги ўрни *экваториал координаталар* системаси орқали ҳам аниқланади. Бу координаталар системаси ҳақида 2-§ да берилган.

Ёритгичларнинг кульминацияси. Юлдузлар бир суткада горизонт текислиги устида Олам ўқи атрофида осмон экваторига

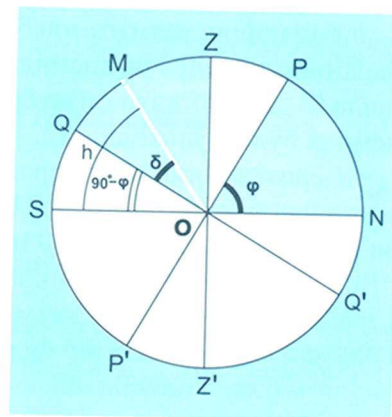
параллел айланалар чизади. Бу айланалар суткалик параллеллар деб аталади. Бундай айланишда ҳар бир ёритгич бир суткада осмон меридианини икки марта кесиб ўтади.

Ёритгичларнинг осмон меридианини кесиб ўтиш ходисаси *кульминация* деб аталади (7-расм, а).



а)

7-расм



б)

Агар ёритгич осмон меридианининг Z зенит нуқтасини ўз ичига олган қисмини кесиб ўтса, *юқори кульминация* деб, Z' надир пастки қисмини кесиб ўтса, *қуйи кульминация* деб аталади. Юқори кульминацияда ёритгичнинг баландлиги максимал, қуйи кульминацияда минимал бўлади. Кульминациялар орасидаги вақт оралиғи сутканинг ярмига тенг бўлади.

Кузатилаётган кенгликда ботмайдиган ёритгичларнинг иккала кульминацияси юқори кульминация ҳам, қуйи ҳам кузатувчига кўриниб туради. Чиқувчи ва ботувчи ёритгичларнинг факат юқори кульминацияси кузатилади, қуйи кульминацияси горизонт остида бўлади. Чиқмайдиган ёритгичларнинг эса иккала кульминацияси ҳам кузатувчига кўринмайди, чунки кульминациялар горизонт остида қолади.

Юқори кульминациядаги M ёритгичнинг h баландлиги билан оғиши δ ва ўша жойнинг кенглиги φ орасидаги боғланишни топиш мумкин. Бунинг учун 7-расмнинг, б) сидан фойдаланамиз. Расмдаги ZZ' вертикал чизик, PP' олам ўқи, осмон экваторининг проекцияси QQ' ва осмон меридиани текисликдаги NS горизонт чизиги кўрсатилган.

Горизонтнинг юқори олам қутбининг h_p баландлиги шу жойнинг географик кенглиги φ га тенг, яъни $h_p = φ$. Демак, ярим кун чизиги NS билан олам ўқи PP' орасидаги бурчак шу жойнинг кенглигига тенг, яъни $∠PON = h_p = φ$. У ҳолда, $∠QOS$ бурчак билан ўлчанувчи осмон экватори текислигининг горизонтга нисбатан оғиши $90° - φ$ га тенг. Чунки ёйлари ўзаро перпендикуляр бурчаклар сингари (7-расм, б)ни қаранг $∠QOZ = ∠PON$. Шундай қилиб, оғиши δ бўлган, зенитдан жануб томонда кульминацияда бўлувчи M юлдузи юқори кульминацияда қуйидаги баландликка эга бўлади:

$$h = 90° - φ + δ \quad (5.1)$$

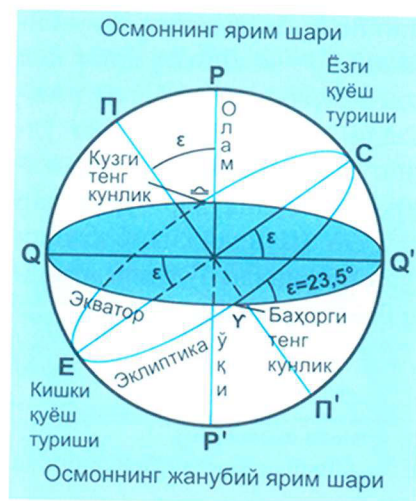
- ? 1. Ёритгичнинг зенит оралиғи (Z) деб нимага айтилади?
2. Зенит оралиғи билан ёритгичнинг баландлиги қандай боғланишда бўлади?
3. Ёритгичнинг кульминацияси деб нимага айтилади?
4. Кульминациянинг қандай турлари бор?

6-§. Қуёшнинг бир йиллик кўринма ҳаракати (эклиптика) ва юлдузли осмон кўринишининг ўзгариши

Бир йил давомида юлдузли осмон кўринишининг ўзгариши Қуёш атрофида айланаётган Ернинг ҳаракатига боғлиқ. Тушлик пайтида Қуёшнинг горизонт устидаги баландлиги, яъни унинг юқори кульминациясидаги баландлиги йил давомида ўзгариб туриши бизга маълум. Ёзги тушлик пайтида Қуёш ўта юқорига кўтарилади. Қуёшнинг ўта баланд ҳолати 22-июнга тўғри келади. Бу энг узун кун *ёзги Қуёш туриши кун*и деб аталади. Шундан бошлаб кун сайин Қуёш кульминацияси пасая бориб, энг қуйи ҳолати 22-декабрга тўғри келади. Бу кунни *қишки Қуёш туриши*и деб аталади. Қуёш кеч чиқади, эрта ботади. 22-декабрь кунини энг қисқа кун бўлади.

21-март билан 23-сентябрь кунлари кун ва тун узунлиги тенг бўлади. Қуёшнинг юқори кульминацияси баландлиги ёзги ва қишки туриш кунларида кульминацияларнинг баландликлари оралиғида бўлади. Шунинг учун 21-мартни *баҳорги тенг кунлик*, 23-сентябрни эса *кузги тенг кунлик* деб аталади.

Қуёш кульминациясининг баландлиги ўзгарса, унинг Олам ўқи ва осмон экваторига нисбатан осмон сферасидаги ҳолати ҳам



8-расм

ўзгаради. Юлдузлар Олам ўкига ва осмон экваторига нисбатан ўзгармас ҳолатни эгаллашади, ҳар бири горизонт устида ҳар доим маълум биргина баландликда кульминацияда бўлади. Ҳар бир юлдуз, ҳар доим горизонтнинг маълум бир нуктасида чиқади ва ботади. Куёш эса турли нукталарга: ёзда шимолий-ғарбга, кишда жанубий ғарбга, тенг кунлик кунлари эса ғарб нуктасига ботади.

Куёш йил давомида осмон сферасида катта айлана бўйлаб айланиб чиқади, бу айлананинг текислиги эса экватор текислигига $23,5^\circ$ ли оғма ҳолатида бўлади. (8-расм).

• Йил давомида Куёшнинг силжиб турувчи осмон сферасидаги кўринма айланиши эклиптика деб аталади (8-расм).

Куёш бир йил ичида соат миллари йўналишига қарама-қарши йўналишда эклиптика бўйлаб тўлиқ бир марта айланиб чиқади. Куёш бир сутка ичида эклиптика бўйлаб $360^\circ : 365 \approx 1^\circ$ тахминан 1° га силжийди. Куёш эклиптика билан осмон экваторининг кесишиш нукталарида баҳорги ва кузги тенг кунликларда бўлади. Баҳорги тенг кунлик эса Υ оркали, кузги тенг кунлик нуктаси эса $\cap$ белги оркали белгиланади.

Куёшнинг айланиш йўли 12 юлдуз туркуми оркали ўтади. Улар бурж юлдузлар туркуми деб аталади. (зодиак – юнонча «хай-



9-расм

вонлар» деган маънони билдиради). Бу юлдузлар туркуми бурж халқасини ташкил қилади. Уларга қуйидаги юлдузлар туркуми киради: Балиқлар (Балыктар), Қўй (Кой), Хўкиз (Букачар), Эгизаклар (Эгиздер), Қискичбақа (Суу чайаны), Арслон (Арстан), Паризод (Бийкеч), Тарози (Тараза), Чаён (Чаян), Ўкчи (Жаачы), Эчки (Текечер), Сувчи (Суу куйгуч). Бурж юлдузлар туркумининг ҳар бирини Куёш бир ой вақт ичида босиб ўтади. (9-расм) Баҳорги тенг кунлик нуктаси Балиқлар юлдузлар туркумига тўғри келса, кузги тенг кунлик нуктаси Паризод юлдузлар туркумига тўғри келади.

Сайёралар юлдузли осмон фонида (Куёш, Ой, сайёралар ва ёруғ юлдузларни ҳисобга олмагандаги осмон гумбазининг кўриниши) бир қанча мураккаб ҳаракатда бўлишади. Баъзан бир томонга ҳаракат қилса, баъзан қарама-қарши томонга ҳаракат қилади. Баъзида аста-секин сиртмоксимон шаклни чизади. Бу эса уларнинг ҳақиқий ҳаракатларининг Ер ҳаракати билан қўшилишига боғлиқ бўлади. Юлдузлар осмонида сайёралар Куёш каби турғун ўринда бўла олмайди. Шунинг учун юлдузли осмон харитасидан Куёшнинг ва сайёраларни эгаллаган ўринларини маълум бир вақтдаги-на кўрсатиш мумкин.

1. Ёзги ва кишки туриш кунларининг фарқи нимада?
2. Баҳорги ва кузги тенгкунликлар ҳақида тушунча беринг.
3. Эклиптика нима?
4. Куёш бир йиллик кўринма ҳаракатида қандай юлдуз туркумлари оркали ўтади?

7-§. Вақтни ҳисоблаш.

Вақтнинг географик узунлик билан боғлиқлиги

Астрономияда вақтнинг қисқа оралиғини ҳисоблашда асосий бирлик бўлиб, Куёш суткасининг ўртача узунлиги, ёки Куёш марказининг икки юқори (ёки қуйи) кульминациялари ўртасидан ўтган ўртача вақт оралиғи ҳисобланади. Бунда ўртача сўзини фойдаланишнинг ҳам сабаби бор. Чунки йил бўйи суткаларнинг узунлиги оз бўлсада ўзгариб туради. Бу эса Ернинг Куёш атрофида айланиб бўйлаб эмас, эллипс бўйлаб айланишига ва унинг ҳаракат тезлигининг бироз ўзгаришига боғлиқ. Шу сабабдан Куёшнинг йил бўйи эклиптика бўйлаб кўринма ҳаракатида, унча катта бўлмаган ўзгаришлар пайдо бўлади.

Куёш марказининг юкори кульминациясидаги пайти *ҳақиқий туш вақти* дейилади. Бироқ соатни текшириш ёки аниқ тўғри вақтни аниқлаш учун Куёшнинг кульминацияси пайтинигина билишнинг зарурияти йўқ. Бунинг учун юлдуз кульминациясини белгилаш кулай ва аниқ бўлади. Чунки ихтиёрий юлдуз билан Куёш кульминацияси пайтларининг айирмаси ихтиёрий вақт учун аниқ белгиланган. Шунинг учун аниқ вақтни топиш учун махсус оптик асбоблар ёрдамида юлдузларнинг кульминация пайтилари белгиланади ва у бўйича «сақланувчи» вақт соатининг тўғри юриши текширилади. Агар осмон гумбазининг кузатилаётган айланиши энг аниқ бурчак тезлик билан ҳаракат қилган бўлса, бундай усул билан аниқланган вақт абсолют тўғри бўлган бўлар эди. Бироқ, Ернинг ўз ўқи атрофида айланиш тезлиги, шунингдек осмон сферасининг кўринма айланиши вақтнинг ўтиши билан бироз ўзгаришларга дучор бўлади. Шунинг учун аниқ вақтни «сақлаш» учун, ҳозирги вақтда махсус атом соатлари қўлланилади. Бундай соатларнинг юриши, атомдаги ўзгармас зичликда бўлувчи тебранма жараёнлар билан текширилади.

1964-йили ўлчов ва оғирлик бўйича Халқаро Комитети вақт эталони сифатида атомли цезий соатини қабул қилган. Шу сабабли секунднинг янги таърифи киритилган. Бугунги кунда секунд-цезий атоми нурланаётган электромагнит тўлқиннинг 9 192 631 770 тебраниш ҳосил қилувчи вақт оралиғига тенг. 1972-йилнинг 1-январдан бошлаб дунёнинг барча ўлкаларда атом соатлари орқали вақтни ҳисоблашга ўтилган.

Шунинг учун, бугунги кундаги секунд ва соатлар Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши, шунингдек Куёшнинг атрофида айланиб чиқишига боғлиқ эмас. Атом соатининг юришидаги хатолик 10 000–100 000 йилда, бор йўғи 1 *секундни* ташкил қилади. Атом соати ва юлдузларнинг кўринма ҳаракати бўйича аниқланган вақтларни солиштириш, Ернинг нотекис айланишини ўрганишга имкон бери.

Аниқ вақтни аниқлаш, уни «сақлаш» радио орқали халққа етказиш *аниқ вақт хизматининг* вазифаси бўлиб ҳисобланади. Аниқ вақт белгиси (сигнали) эфирга радиоузатиш тармоғи орқали олти секундлик импульс турида берилади. Охирги сигналнинг бошланиши соатнинг тугаганлигини билдиради. Аниқ вақт сигналларини денгиз ва ҳаво флотининг штурманлари ва аниқ вақтни билиш

зарур бўлган жуда кўп илмий ҳамда саноат корхоналари радио орқали қабул қилади. Аниқ вақтни билиш, хусусан турли жойларнинг географик узунликларини аниқлашда ҳам зарур бўлади.

Қаралаётган географик меридианда ҳисобланаётган вақт шу меридианнинг *маҳаллий вақти* дейилади. Ҳар қандай меридиандаги пунктлар ўзларига тегишли бўлган маҳаллий вақтларига эга. Бу маҳаллий вақтларнинг фарқи шу пунктларнинг соат ўлчови билан ифодаланувчи географик узунликлар фарқига тенг.

XVIII асрнинг охиридан бошлаб, дунёнинг кўп ўлкалари аста-секинлик билан катта ҳудудлар учун умумий бир хил вақтни қўлланишни кирита бошлади. 1884-йилдан бошлаб эса, ўртача вақтни ҳисоблашда пояс вақти қўлланилмоқда. Бунинг учун Ер шари Ернинг шимолий кутбидан жануб томон кетувчи чизиклар билан 24 *соатлик поясга* бўлинган. Санок боши сифатида Англиядаги Гринвич обсерваториясидаги бир асбобнинг ўртасидан ўтувчи меридиан қабул қилинган. Гринвичдан бошлаб шаркка ва ғарбга томон 7,5° жойланган меридианлар билан чекланган Ер сиртининг қисми *нолинчи соат пояси* ($N = 0$) дейилади. Биринчи соат поясининг ($N = 1$) асосий меридиани Гринвич меридианидан шаркка томон 15° га ўтади. Иккинчисиники 30° га в.ш.к. Ер 24 соатда ўз ўқи атрофида тўлиқ бир марта айланиб чиқади. Бу эса Ер 24 соатда 360° га айланишини билдиради. Демак, 15° – 1 соатда, 1° – 4 минутга, 15' – 1 минутга, 15" – 1 секундига тўғри келади.

Гринвич меридиани ($N = 0$) га тўғри келувчи маҳаллий ўртача вақт *бутун дунё вақти* деб қабул қилинган. Бу вақт T_0 орқали белгиланади. Агар кузатувчи турган пунктнинг географик узунлиги λ га тенг бўлса, унда унинг ўртача маҳаллий вақти T_m қуйидагига тенг.

$$T_m = T_0 + \lambda \quad (7.1)$$

Россияда (аввалги СССРда) 1930-йилнинг баҳоридан бошлаб ҳукумат декрети орқали барча соатларнинг миллиари пояс вақтига нисбатан 1 соат олдинга силжитилган. Шу сабабдан бизнинг соатларимиз кўрсатган вақт *декрет вақти* деб атала бошлади. Агар N – кузатувчи яшаётган соат поясининг номери бўлса, унда T_d нинг декрет вақти

$$T_d = T_0 + N^h + I^h, \quad (7.2)$$

га тенг бўлади, бу ерда N^h – тўлик соат сони, бу катталиқ поясининг номерига тенг (7.1) ва (7.2) формулалардан декрет вақтидан маҳаллий вақтга ўтиш формуласини топамиз.

$$T_m = T_d - (N^h + 1^h) + \lambda \quad (7.3)$$

Март ойининг охириги якшанбасида соат миллари 1 соат олдинга силжитилади. Шу билан *ёзги* вақтга ўтиш амалга оширилади. Қирғизистонда 2005-йилдан бошлаб *ёзги* вақтга ўтиш тўхта-тилган.

1. «Сақланувчи» вақт соатининг тўғри юриши қандай текширилади?
2. Аниқ вақтни «сақлаш» учун ҳозирги вақтда қандай соат қўлланилади?
3. Секунд қайси вақт оралиғига тенг?
4. Аниқ вақт қандай усул билан берилиб туради?
5. Маҳаллий вақт деб нимага аталади?
6. Ер шари қанча соат поясларига ва қандай бўлинган?
7. Дунё вақти сифатида қайси вақт олинган?
8. Декрет вақти нима?
9. Декрет вақтидан маҳаллий вақтга ўтиш формуласи қандай ёзилади?
10. Ёзги вақт деб нимага айтилади?

8-§. Календарлар. Йилларни ҳисоблашга оид тушунчалар

Вақтни узоқ муддат ҳисоблаш системаси **йилнома** (календарь) деб аталади. Ҳозирги вақтда барча мамлакатларда деярли Қуёш календаридан ёки Қуёшнинг эклиптика бўйлаб йиллик айланиб чиқишига асосланган, йиллик фасллар алмашинувиға боғлиқ бўлган календардан фойдаланилади. Қуёш календарларида вақтнинг ўлчов бирлиги килиб, *тропик йил* ҳисобланган. *Тропик йил* деб, *Қуёш марказининг баҳорги тенг кунлик нуқтаси орқали кетма-кет икки марта ўтиши орасидаги вақтга* айтилади. *Тропик йилнинг узунлиги* ўртача Қуёш суткалари бўйича 365,2422 суткага аниқроғи $365^d 5^h 48^m 46^s$ га тенг (d – сутка, h – соат, m – минут, s – секунд).

Қуёш календарини тузишда қуйидаги икки шарт бажарилиши зарур:

- 1) Календарь йилининг бир неча йил ичидаги ўртача узунлиги, имкон бўлишича, тропик йилнинг узунлигига яқин бўлиши керак.

2) Календарь йили бутун сондаги суткалардан ташкил топиши зарур, чунки бир йилнинг тун ичида бошланиши, кейингиси эрта-лаб, ундан кейингиси кечаси бошланиши ёки йилнинг, сутканинг турли вақтларда бошланиши ноқулай бўлади. Эрамиздан аввалги 46-йили Римда Юлий Цезарь томонидан киритилган юлиан календариди (эски стиль) бу шартлар қуйидаги оддий қоидаларнинг сақланиши билан бажарилади.

• *Уч йил қаторига календарь йилнинг узунлиги 365 ўртача Қуёш суткасига, ҳар бир тўртинчи йили эса 366 суткага тенг деб ҳисобланади.*

Узунлиги 365 сутка бўлган йиллар *оддий* йил деб, 366 суткалик йил эса *тўлиқ кабиса йили* деб аталади. Юлиан календаридидаги тўлиқ йиллар бўлиб, 4 га қолдиксиз бўлинувчи йиллар ҳисобланади. Тўлиқ йилда февраль ойи 29 кун бўлса, оддий йилда 28 кун бўлади.

Шундай килиб, юлиан календари бўйича йилнинг узунлиги 4 йил ичида 365,25 ўртача Қуёш суткаларига тенг ёки календарь йил тропик йилга қараганда бор йўғи 0,0078 суткага узоклик қилади. Юлиан йиллари бўйича 128 йил ичидаги вақтни ҳисоблаш, тропик йил бўйича ҳисоблашга қараганда 1 суткага фарк қилади. 400 йил мобайнида бу фарк (хатолик) 3 суткага яқин бўлган вақтни ташкил қилади. Бундай фарк амалий аҳамиятга эга эмас. Юлиан календарини барча ривожланган мамлакатлар 16 аср давомида қўлланиб келган.

Юлий календарини реформа қилиш (хатоликни тўғрилаш) йўли билан Рим папаси Григорий III томонидан 1582-йили *григорий календари* (янги стиль) тузилди. Григорий календари қўпчилик мамлакатларда XVI–XVII асрлардан бошлаб қўлланилиб келган. Россия янги календарга 1918-йили ўтган. Ўша йили Совет ҳукуматининг декрети бўйича 1-феврални 14-февраль деб ҳисоблашга ўтишган. Чунки юлиан календарининг тропик йилларни ҳисоблаш бўйича хатолиги 1918-йилга келиб, 13 суткага етган эди. Бу 13 суткалик хато эски стил бўйича 2100 йилнинг 15-февралигача ёки янги стил бўйича 2100-йилнинг 28-февралигача сақланади. Бу саналардан сўнг хатолик 14 сутка бўлиб қолади.

Календарь йилининг бошланиши (янги йил) шартли равишда олинади. Янги йил 25-мартда, баъзи ўлкаларда 25-декабрдан бошланса, бошқа кунларда бошланадиган ўлкалар ҳам бор. Масалан, Россияда XV асргача йилнинг биринчи куни 1-мартдан ҳисоб-

ланса, энди XV асрдан 1700-йилгача 1-сентябрдан бошланган. Аста-секинлик билан барча ўлкаларда календарь йилининг бошланиши 1-январдан ҳисобланиб қолган.

Бир йилда 12 ойнинг бўлиши, бир ҳафтада 7 куннинг бўлиши ҳам, астрономик аҳамиятга эга бўлишига карамай, шартли бўлиб ҳисобланади. Шундай бўлсада, анъана бўйича ҳозиргача сақланиб келмоқда. Григорий календарига кўра аниқроқ календарь системаларини ўйлаб топиш мумкин эди. Лекин Григорий календарининг аниқлиги етарли бўлганлиги учун йилнинг ўртача узунлигидаги ўзгартиришнинг ҳеч ҳам зарурияти йўқ. Шундай қилиб, янги стил анча аниқликка эга эмас, бироқ шундай бўлсада бу календарь бўйича 1 суткалик хатолик 3300 йилда пайдо бўлади.

Кун, ой ва йилларнинг қирғизча аталиши. Қирғиз халқларида азалдан кун, ой ва йилларнинг ўз аталишлари бўлган. Ҳар бир ой тўрт ҳафтага бўлиниб унинг ҳар бир куни қуйидагича аталади.

1. Душанба (биринчи кун)
2. Сешанба (иккинчи кун)
3. Чоршанба (учинчи кун)
4. Пайшанба (тўртинчи кун)
5. Жума (бешинчи кун)
6. Шанба (олтинчи кун)
7. Якшанба (еттинчи кун)

Бу номланишлар форс тилидан олинган.

Бир йил 12 ойга бўлиниб, янги йил кун ва тун тенг бўлган вақт (21-март)дан бошланган. Бунинг ҳам ўз сабаби бўлса керак. Мана шу кундан бошлаб куннинг узунлиги туннинг узунлигидан ориб боради. Шу кундан бошлаб табиат уйғонади, март ойидан баҳорнинг бошланиши, кишки қорларнинг эриши, ердан гиёҳларнинг ўсиб чиқа бошлаши, деҳқончиликнинг бошланишига тўғри келади.

Ойларнинг қирғизча аталишлари:

- | | |
|------------------------|------------------------------|
| I. Жалган куран (март) | VII. Аяк оона (сентябрь) |
| II. Чын куран (апрель) | VIII. Тоғуздун айы (октябрь) |
| III. Бугу (май) | IX. Жетинин айы (ноябрь) |
| IV. Кулжа (июнь) | X. Бештин айы (декабрь) |
| V. Теке (июль) | XI. Үчтүн айы (январь) |
| VI. Баш оона (август) | XII. Бирдин айы (февраль) |

Ойларнинг бундай номланишининг сабаблари бор. Масалан, урғочи бугу *марал* май ойида, *кулжа* (тоғ эчкисининг урғочиси) архар июнь ойида, теке ойида тоғ эчкиларининг эркаги тулайди (жунлари янгиланади). Шу сабабли, бугу, кулжа, теке ойлари деб аталиб келган. Қолган ойларнинг ҳам шунга ўхшаш сабаблари бор.

Қирғиз халқларида қадимдан ҳайвонлар номи билан аталувчи 12 йиллик календарь (мучал ҳисоби) маълум бўлган. Ҳар бир йил ҳайвонлар номлари билан аталган.

- | | |
|------------|------------|
| 1. Сичкон | 7. От |
| 2. Сигир | 8. Қўй |
| 3. Йўлбарс | 9. Маймун |
| 4. Қуён | 10. Товук |
| 5. Балиқ | 11. Ит |
| 6. Илон | 12. Тўнғиз |

Агар кимнингдир туғилган йили янги стил (Григорян) календари бўйича маълум бўлса, ҳайвонлар номлари билан аталувчи 12 йиллик календарь бўйича қайси йилга тўғри келишини топиш мумкин. Бунинг учун туғилган йилига 9 сонини қўшиб, ҳосил бўлган сонни 12 га бўлганда қолган қолдиқ эскича йилнинг тартиб номери бўлади. Масалан: $(1934 + 9) : 12 = 161 (11)$ (ит йили), $(1919 + 9) : 12 = 160 (8)$ қўй йили. Агар шу амални қўллаганда қолдиқ сон қолмаса, унда энг охириги 12 (тўнғиз) йилига тўғри келади. Масалан: $(1935 + 9) : 12 = 162 (0)$ (тўнғиз йили).

1917-йилдан олдин туғилганларнинг туғилганлик ҳақидаги гувоҳномаси бўлган эмас. Уларнинг қанча ёшга кирганлиги ва қайси йилги эканлиги йил суриш бўйича аниқлашга мумкин бўлган ўша неча мучал йилига кирганлигига қараб аниқланган. 12 йил бир мучал деб ҳисобланган.

- ?
1. Тропик йил деб нимага айтилади?
 2. Юлиан календари ҳақида тушунча беринг.
 3. Оддий йил билан тўлиқ йилнинг фарқи нимада?
 4. Григорян календари ҳақида тушунча беринг.
 5. Календарь бўйича янги йилни қандай тушунасиз?
 6. Кун, Ой ва йилларнинг қирғизча аталиши қандай?

АСТРОНОМИК КУЗАТИШЛАР

9-§. Астрономик кузатишлар

Астрономия фани кузатишларга асосланган. Кузатишлар астрономиядаги у ёки бу ходисаларни тушунтиришга имкон берувчи фактларни ҳосил қилади. Кўплаб астрономик ходисаларни тушунтиришда эҳтиёткорлик билан ўлчаш, ҳисоблаш ва таҳлил (анализ) қилишлик талаб қилинади. Бундай ҳаракатлар бўлиб ўтган ходисаларга олиб келган ҳақиқий, тўғри шартларини аниқлашга имкон яратади. Масалан, бизга барча осмон жисмлари бир хил узоқликда жойлашгандай, Ер ҳаракатсиз ҳолатда бўлиб, Оламнинг ўртасида тургандай, барча ёритгичлар Ер атрофида айланаётгандай, Қуёш ва Ойнинг ўлчамлари бир хилдай в.ш.к бўлиб кўринади. Эҳтиёткорлик билан олиб борилган ўлчашлар ва уларда ўтказилган мукамал таҳлил (анализ)ларгина бундай нотўғри тушунчалардан халос қилади.

Осмон жисми ҳақидаги маълумотларнинг асосий манбаи бўлиб, бу жисмдан нурланаётган ёки бу жисм таркатаётган электромагнит тўлқинлар ҳисобланади. Ерга келувчи электромагнит тўлқинларнинг йўналишини аниқлаш, осмон жисмининг кўринма ҳолатини ва ҳаракатини текширишга имкон беради. Шу тўлқинларни спектрал анализи орқали эса, жисмларнинг физикавий таркиби ҳақида маълумотлар олиш мумкин.

Яқин даврларгача астрономларда тажриба, ва экспериментларни ўтказиш имконияти бўлмаган (ерга тушган метеоритни текшириш ва радиолокацион кузатишларни ҳисобга олмаганда). Барча астрономик кузатишлар фақат Ер сиртидагина олиб борилган.

1957-йилнинг 4-октябрида СССРда биринчи *Ернинг сунъий йўлдошининг учирлиши*, астрономик кузатишларни тубдан ўзгартириб, *космик эра* бошланди. Ҳозирги даврда сунъий йўлдошлар, космик станция ва космик кемалар ёрдамида астрономик ҳарактердаги тажрибаларни ўтказиш имконияти пайдо бўлди. Уларга сунъий комета ва метеорларни тузиш, Ой сиртидаги тупроқнинг физикавий ва химиявий тафсилотларини лаборатория шароитида таҳлил қилиш каби яна бир қанча ишлар қиради.

1959-йили 7-октябрда Ердан 384 000 км олисликдаги Ойнинг орқа томонини суратга олиш имконияти пайдо бўлган бўлса, 1965 йилнинг 16-июлида Ердан 78 млн км олисдаги Марс сайёрасининг кўриниши яқин масофадан фото суратга олинди. 1970-йили 17-ноябрда эса, Ойга биринчи марта ўзи юрадиган «Луноход-1» лабораторияси қўндирилди. Шундай қилиб, вақт ўтиши билан астрономик кузатишларнинг имконияти кенгайиб бормокда.

АҚШда 1990 йилнинг 25-апрелида дунёда биринчи марта Ер атмосферасидан ташқарида автоматик режимда ишлай оладиган *Хаббл* номли астрономик обсерватория ишга туширилди. Ундан олинган маълумотлар Олам ҳақидаги шу кунгача бўлган тушунчаларнинг бир қанча кенгайишга ёрдам берди. Масалан, Оламдан 11 млрд ёруғлик йили олисликдаги фазода 125 млрд галактикалар мавжуд эканлиги аниқланди. Оламнинг пайдо бўлган даври 13 млрд йил эканлиги в.ш.к аниқланди. Демак, астрономик кузатишлар яқин орада Ой сиртида олиб борилиши табиий. Янги усулларнинг такомиллашиб ўсиб бориши билан астрономия кузатиш фанидан экспериментал – кузатувчи фанга ўтмокда.

- ❓ 1. Осмон жисми нурланувчи ёки нур таркатган электромагнит тўлқинларининг роли қандай?
2. СССРда биринчи марта учирилган Ернинг сунъий йўлдоши қачон учирилган ва унинг аҳамияти қандай?
3. Ойнинг орқа сирти ва Марс сайёраси қачон фотосуратга олинган?
4. Ўзи юрар «Луноход-1» лабораторияси Ой сиртига қачон қўндирилган?
5. АҚШнинг «Хаббл» номли астрономик обсерваторияси ҳақида гапириб беринг.

10-§. Астрономик кузатишларнинг амалий аҳамияти

Астрономик тушунчаларнинг аниқланишида, олинган назарий маълумотларнинг тўғрилигини исботлашда кузатишларнинг амалий аҳамияти жуда катта. *Навигация* (манзилни топиш)нинг астрономик усуллари океанда сузишда, авиацияда, кейинги пайтларда космонавтикада кенг қўлланилмокда. Ҳаётда кенг қўлланилиб келинаётган календарларни ҳисоблаш ҳам, астрономик билимга асосланган.

Географик ва топографик хариталарни тузиш, денгиз ва океанлардаги вақти-вақти билан кузатишувчи *кутарилишлар* ва *пасайишларни* олдиндан ҳисоблаб топиш, фойдали казилма бойликларини топиш мақсадида Ер сиртининг турли нукталарида тортиш кучини аниқлаш каби амалий ишлар ҳам, астрономия фанига боғлиқ.

Осмон жисмларида содир бўлаётган физикавий ва химиявий жараёнларни ўрганиш бўйича ҳам астрономларда имконият туғилди. Масалан: 1970-йили 12–24 сентябрь кунлари «Луна-16» автоматик аппарат ёрдамида Ойдаги тупроқдан Ерга олиб келинди. Шундай қилиб, астрономиянинг таъкидлаб айтсак, физика, химия, математика билан боғлиқ бўлган бўлими астрофизика ривожлана бошлади. Куёш ва юлдузларнинг ички тузилишларини ўрганиш орқали астрофизикларнинг атомларнинг ички энергияси ҳақидаги биринчи назарий изланишларни бошлади.

Коинотда катта амалий аҳамиятга эга бўлган астрономик кузатишларнинг олиб борилиши XX асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб бекиёс даражага етди.

Космик ракеталар бизга яқин масофада жойлашган Ойгагина эмас, жуда олис масофалардаги *Меркурий, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун* каби сайёраларга ҳам етиб борди. «Союз – Аполлон» дастури бўйича биринчи халқаро космик эксперимент ҳам амалга оширилди (СССР, АҚШ, 1975-йил). Шундай қилиб, амалий аҳамиятга эга бўлган астрономик изланишлар (астрономик кузатишлар асосида) муваффақиятли амалга оширилмоқда.

1. Ойнинг тупроғи қачон ва нима орқали Ерга олиб келинди?
2. Космик ракеталар қайси сайёраларга учирилди?
3. «Союз – Аполлон» дастури қайси мамлакатлар томонидан тузилган ва биринчи тадқиқот қандай амалга оширилган?

11-§. Астрономик кузатишларнинг хусусиятлари

Ердан туриб кузатишлар астрономия фанининг асосини ташкил қилади. XX асрнинг иккинчи ярмидан бошлаб, автоматик ва космонавтлар бошқарган станциялар орқали кузатишлар амалга оширила бошлади. Астрономик кузатишларнинг олиб борилиши физика ва химиядаги тажрибалар сингари аҳамиятга эга бўлиши билан бирга бир қатор ўзгачаликларга ҳам эга.

Биринчи хусусияти. Кўплаб ҳолларда астрономик кузатишлар олиб борилаётган объектда бевосита амалга оширилмайди. Бошқа табиий фанларда тажриба ўтказилгани каби осмон жисмларига фаол таъсир эта олмаймиз. Космик аппаратлар ёрдамидагина Ой ва яқин сайёраларда бевосита текширишлар олиб бориш мумкин. Бундан ташқари кўплаб осмон ходисаларини кузатиш учун узок вақт талаб қилинади. Масалан, Ер ўқини унинг ҳаракат орбитаси текислигига бўлган оғмалигининг ўзгаришини юзлаган йиллардан кейингина яхши кузатиш мумкин. Шу сабаб аниқ бўлмасида, минглаб йиллар аввал ўтказилган кузатишлардан фойдаланишга тўғри келади.

Иккинчи хусусияти. Осмон жисмининг ҳолати ва унинг ҳаракатини биз Ерда туриб кузатамиз. Шундай бўлсада, осмон жисмининг ҳаракатини ердаги кузатувчига нисбатан Ерни тинч ҳолатда деб ҳисоблаймиз. Шунга ўхшаш осмон ёритгичларини «чикди» ва «ботди» деймиз. Бироқ, бу ҳодиса Ернинг айланиши билан боғлиқ эканлигини яхши биламиз. Бундан ташқари ўзи мураккаб ҳаракатда бўлган Ердаги кузатувчига осмоннинг кўриниши йил бўйи ўзгариб туради. Бу ўзгариш кузатувчи Ернинг қайси нуктасида турганига эмас, шунингдек у сутка ва йилнинг қайси вақтида кузатиш олиб бораётганлигига боғлиқ. Масалан, бизнинг Республикада киш бўлса, Африка мамлакатларида ёз фаслига тўғри келади. Ёзда ёки фақат қишдагина кўринувчи юлдузлар ҳам бор.

Учинчи хусусияти. Астрономик кузатишлар биздан ўта олис масофаларда жойлашган ёритгичлар учун олиб борилади. Бундай кузатишлар қуролланмаган кўз орқали ёки телескоп орқали олиб борилмасин, уларнинг қайси бири бизга яқин, қайси бири олисда эканлигини ажрата олмаймиз. Уларнинг барчаси биздан бир хил олислиқда жойлашгандай кўринади. Шу сабабдан осмондаги ёритгичларнинг, масалан, юлдузларнинг бир-бирлари орасидаги масофалари, кузатиш олиб борилаётган нуктадан ўша юлдузларга кетувчи нурлар орасидаги бурчак орқали ўлчанади. Бундай масофалар *бурчак масофалар* деб аталади, бу катталиклар градуслар ва унинг улушлари орқали ифодаланади. Бундай ҳолларда, осмондаги икки юлдузни биз кўраётган йўналишлар бир-бирига яқин бўлса, бу иккита юлдуз осмонда бир-бирига яқин тургандай сезилади. 10-расмдаги *A* ва *B* юлдузлар).

• Ёритгичнинг горизонтга нисбатан бурчак оралиғи h (10-расм) ёритгичнинг горизонтдан баландлиғи деб аталади.



10-расм

Ёритгичнинг баландлиги 0° дан (ёритгич горизонтда бўлганда) 90° гача (ёритгич юқорида бўлганда) ўлчанади. Ёритгичнинг горизонтга нисбатан ҳолати *азимут* деб аталувчи иккинчи бурчак билан ҳам аниқланади. Азимут 0° дан 360° гача жанубий (*S*) нуқтадан бошлаб соат милларига қарама-қарши йўналишда ҳисобланади (6-расм).

Ёритгичнинг баландлиги (*h*) ва унинг азимути (*A*)ни ўлчашда махсус бурчакларни аниқловчи қуроллар *теодолитлар* фойдаланилади.

- ? 1. Астрономик кузатишларнинг биринчи хусусияти қандай?
2. Астрономик кузатишларнинг иккинчи хусусияти қандай?
3. Астрономик кузатишларнинг учинчи хусусияти қандай?
4. Азимут ҳақида тушунча беринг.

12-§. Кузатишга доир кўрсатмалар

Астрономия фанини яхши ўзлаштириш учун ҳар бир ўқувчининг осмон ҳодисаларини кузатиб бориши катта аҳамиятга эга. Бундай кузатишларни ҳаво очик тунлари, шу жойнинг иқлим шароитларини ҳисобга олган ҳолда ўтказиш қулай. Ўрта Осиё билан Қозоғистон ҳудудларида кўпроқ кузатишларни сентябрь, октябрь ойларида олиб бориш зарур. Бу ойларда тунлари кўпроқ очик ва унча совуқ бўлмайди. Ноябрь ойидан бошлаб ва қиш кунлари булутсиз тунларнинг оз бўлиши, кунларнинг совуқ бўлиши кузатишлар олиб боришда қийинчиликлар пайдо қилади. Март ойидан бошлаб, ҳавоси очик тунлар кўпайиб боради, бироқ туннинг кириши биров чўзилади. Бундан ташқари, баъзи астрономик кузатишларни ҳам бизга қулай бўлган вақтларда кузатиш мумкин эмас. Баъзи бир ҳодисалар ярим тунда бўлса, баъзилари эрта тонгда кузатилади. Қуёш ва Ойнинг тутилишлари эса камдан-кам кузатиладиган ҳодисалардир. Шунга ўхшаш ҳодисаларни кузатишни ўз вақтида олиб бориш зарур.

У ёки бу ҳодисаларни кузатиш вақтлари ва уларнинг кўриниш шароитларини «Мактаб астрономик календари» ва сурилма юлдуз харитасидан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

Имкон борица кузатишларни атроф-муҳит яхши кўринадиган, ёруғлик нурлари ҳалакит бермайдиган пайтларда олиб бориш зарур. Кузатишларда сурилма харитадан фойдаланиб, олинган маълумотларни махсус кузатиш дафтарига ёзиб бориш учун тунлари чўнтак фонаридан фойдаланиш қулай.

- ? 1. Кузатишларни қайси пайтда ўтказиш қулай?
2. Қандай ҳодисаларни ўз пайтларида кузатиш зарур бўлади?

13-§. Осмон жисмлари ва ҳодисаларини қуролланмаган кўз орқали кузатиш

Қуролланмаган кўз орқали ҳам баъзи осмон жисмлари ва ҳодисаларини кузатиш мумкин. Улар қуйидагилар:

– **Қуёшнинг чиқиш ва ботиш нуқталари ҳолатларининг ўзгаришини кузатиш.** Бунинг учун ҳар ойда икки марта (тахминан икки ҳафтадан сўнг) Қуёшнинг ботиш (ёки чиқиш) вақтини белгилаш зарур. Шунингдек, горизонт текислигига ботиш (ёки чиқиш) нуқталарининг ўринлари фотосуратга олинади. Бир жойда олиб борилган бундай кузатишлар, вақт ўтиши билан бу нуқталарнинг ўзгариб туришини кўрсатади.

– **Ойнинг кўринма ҳаракати ва фазалари.** Бундай кузатишларни Ой горизонтга унчалик юқorigа кўтарилмаган ингичка ўроқча бўлиб кўриниб турган пайтда Қуёш ботиши билан бошлаш қулай бўлади. Ойнинг кўринишларини кетма-кет фотосуратга олиш, Қуёшнинг ботиш нуқталарининг бурчак оралиқларини аниқлаш зарур. Кузатишлар кейинги кунларда кечаси (Қуёш ботиши билан) яна ўша вақтда такрорланади. Ой фазаларининг аста-секинлик билан ўзгаришини ва унинг осмонда суткалик айланишига қарама-қарши йўналишда ҳаракатда бўлишини кузатиш мумкин. Қолган кузатишларни тун кириб, хира юлдузлар кўрина бошлаганда ўтказиш зарур.

– **Юлдузлар туркумини ва ёруғ юлдузларни кузатиш.** Юлдузлар осмоннинг сурилма харитасидан фойдаланиб, осмондан Катта Айиқ ва Кичик Айиқ юлдузлар туркумини топиб, уларни умумий

кўринишини эса сақлаб қолиш зарур. Шунингдек, Оқ Қуш, Лира ва Бургут юлдузлар туркуми ичидан 1-юлдуз катталигидаги Вега, Денеб ва Альтаир юлдузларини топиш зарур. Кузатиш дафтарингизга жанубий осмонда, тунда қайси юлдузлар туркуми кўринишини ёзиб қўйинг. Юлдузлар туркуми кўринишларини унутиб қўймаслик учун уларни тез-тез юлдузли осмондан топиб туриш керак.

– **Осмоннинг суткалик айланишини кузатиш.** Юлдузлар туркумини кузата туриб, қандайдир бир ёруғ юлдузларни горизонтга нисбатан ўрнини эслаб қолинг, ёки фотосуратга олинг. 1–2 соатдан кейин бу кузатишни такрорлаб, осмоннинг суткалик айланиши асосида юлдузлар ўрни силжиганининг гувоҳи бўласиз. Имкон бўлса, осмоннинг кутбга яқин ҳудудларини фотосуратга бир соатдан кам бўлмаган вақт ичида тортиб олсангиз, осмоннинг айланиш ходисасини ҳужжатли тарзда исботлаган бўласиз.

– **Юлдузли осмон кўринишининг бир йил давомида ўзгариши.** Юлдузли осмонни кузатганингиздан (фотосуратга олинг) 2–3 ойдан кейин қишда, сўнгра баҳорда осмоннинг кутб атрофида аввалдан маълум бўлган юлдузларини қайтадан топинг. Шунингдек, ёруғ юлдузлар: Альдаберан, Бетельгейзе ва Орион (Катта Ит) юлдузлар туркумини ҳам топиш зарур. Кузатишлар олиб бориш пайтида бу ёруғ юлдузларнинг ҳароратини ифодаловчи уларнинг рангларига эътибор беринг. Шимолий осмоннинг кузда кўринувчи юлдуз туркумларини эса сақласангиз, юлдузли осмон кўриниши йил бўйи ўзгариб туришига гувоҳ бўласиз.

– **Метеорларни кузатиш.** Метеорлар оқими Ер томон йўналиб, яқинлашиб қолган вақтларда кузатиш қулай. Кузатиш олиб борилган кун (санаси) ва метеорнинг радианти (метеор оқимидаги кирувчи метеорларнинг юлдуз ҳаритасига туширилиб, қолдирилган изларини ортга томон йўналган чизикларнинг кесиш нуқтаси) кирувчи юлдузлар туркумларини «Мактаб астрономия календарини» бўйича аниқлаш зарур.

– **Сайёраларнинг ҳаракати.** Астрономик календарь ва юлдуз ҳаритасидан фойдаланиб, мустақил ёки ўқитувчилар ёрдамида осмондан ўша ойда кўринувчи сайёраларни топинг. Бу кузатишни сентябрь ойида ўтказиш зарур. Кўзга кўринган юлдузларнинг (юлдузлар туркумига кирган) орасидаги сайёралар ҳолатининг фотосуратини олинг. 1–2 ой давомида суратга олишни давом эттириб, сайёрани қандай ҳаракатда бўлганини тушунтиринг. Шунга

ўхшаш Кутб юлдузидан фойдаланиб, кузатувчи ўзи турган жойнинг географик кенглигини аниқлаши, юлдузларнинг кўринма равшанлиги ва рангига кўра уларнинг фарқини кузатиши мумкин.

Астрономик кузатишларни телескоп орқали кузатиш имкони бўлган мактабларда ўқитувчи бошчилигида раҳбарлигида қуйидаги кузатишларни олиб бориш мумкин:

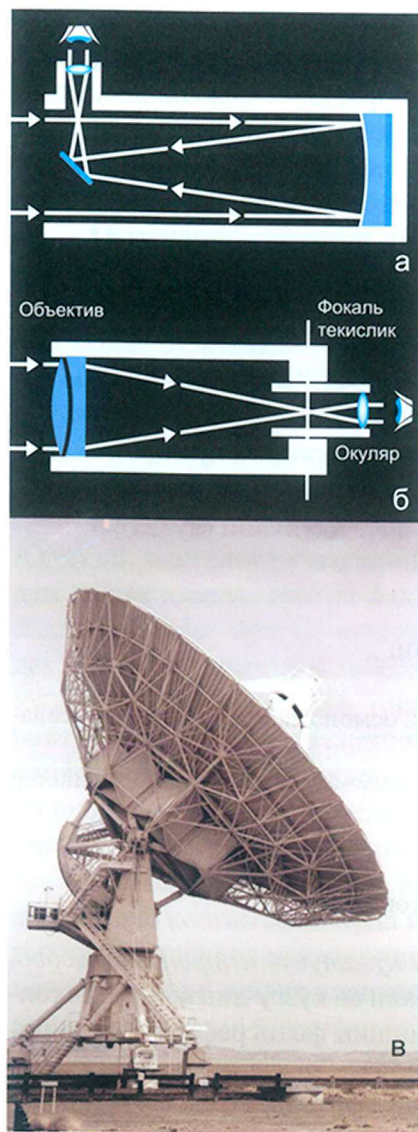
- 1) Қуёш доғларини (факат очик бўлмаган филтёр орқали);
- 2) Юпитернинг йўлдошларини ва Сатурн халқасини;
- 3) Ойдаги йирик кратерларни;
- 4) Сомон йўлида жойлашган юлдузларнинг жойлашиши;
- 5) Сомон йўлидаги юлдуз тўдаларини;
- 6) Катта Айиқ ва Лира юлдуз туркумларидаги қўшалок юлдузларни;
- 7) Андромеда юлдуз туркумидаги галактикани (кузда);
- 8) Ориондаги газ туманлигини;
- 9) Ой сиртининг кўринишини;
- 10) Венера ва Марс сайёраларини.

- ❓ 1. Қуролланмаган кўз орқали қандай осмон жисмларини ва ходисаларини кузатиш мумкин?
2. Телескоп орқали яна қандай қўшимча астрономик кузатишлар олиб борилиши мумкин?

14-§. Телескоплар

• *Телескоп осмон ёриткичларини кузатувчи астрономик асбоб.* Оптик схемаси бўйича кўзгули, линзали ва кўзгу-линзали телескопларга бўлинади. Телескопда нурланишни фотографик, электр-оптик, визуал (кўз орқали кўриш) ва бошқа қабул қилувчи усуллардан фойдаланиш ёрдамида спектрал, фотоэлектрик кузатишлар олиб боришда фойдаланилади.

Телескопнинг оптик асосий қисми бўлиб унинг *объективи* ҳисобланади. У ёриткичдан келаётган нурни тўплаб, ёруғлик манбаининг тасвирини ҳосил қилади. Агар телескопнинг объективи бир линзадан ёки бир неча линзалардан ясалган бўлса, ундай телескоп *рефрактор*, ботик кўзгудан ясалган бўлса, *рефлектор* деб аталади.



11-расм

Телескоп оркали йиғилувчи ёруғлик энергияси объективнинг ўлчамига боғлиқ. Объективнинг сирт юзи қанчалик катта бўлса, телескоп оркали шунчалик хира ёритгичларни кузатиш мумкин. Рефлекторда ёруғлик нурлари объективдан ўтиб синади ва фокал текисликда жисмнинг тасвири пайдо бўлади. (11-расм, а). Рефлекторда эса, ёруғлик нурлари ботик кўзгуда қайтиб, фонал текисликда йиғилади. (11-расм, б). Объектив оркали олинган осмон жисмларининг тасвирини *окуляр* деб аталувчи линза оркали кўриш ёки фотосуратини олиш мумкин.

Кўплаб ҳолларда осмон жисмларини текшириш учун улар махсус телескоплар оркали фотосуратга олинади. Олинган негативдаги юлдузнинг ҳолати лабораторияда тегишли асбоблар ёрдамида ўлчанади. Бундай астрономик фотосуратни текшириш оркали яқин юлдузларнинг бир қанча олис юлдузларга нисбатан тезлик билан боровчи ҳаракатини ўлчашга, негативдан энг хира объектларнинг тасвирини кўришга, юлдуздан, сайёрадан ва бошқа космик объектлардан келаётган

нурланишлар оқими катталигини ўлчашга имкон беради.

1998-йили АҚШда Оламдаги галактикаларнинг умумий сонини аниқлашда улкан кашфиётлар бўлди. Бундай илмий кашфиётларни олиш учун 1990-йили 25-апрелда Ер атмосферасидан ташқарисига чиқарилган астрономик ноёб асбоб – «Хаббл» номли

космик телескопнинг қўллана бошлаш сабаб бўлди. Бу телескоп Оламнинг тахминан 11 *млрд* ёруғлик йили атрофидаги узокликдаги объектлар хақида маълумотларни олиш имконини берди. Хаббл телескопи 10 сутка давомида осмоннинг жанубий ярим шаригаги, ҳеч нарсаси билан фарқ қилмаган кичик бир қисми томон йўналтирилган ҳолатда ишлатилади. Дастлабки мақсад Хаббл телескопи йўналтирилган Оламнинг қисмидаги галактикалар сонини аниқлаш, сўнгра бутун Олам хақида ҳулоса чиқариш бўлган.

Оламини Хаббл телескопи оркали текшириш бир қанча янги илмий кашфиётларнинг очилишига олиб келди. Айниқса, ўта олисдаги масофаларда галактикалар хақида кенгрок маълумотлар олиш имконияти пайдо бўлди. Ҳозирги вақтда Оламда тахминан 125 *млрд* галактикалар бор эканлиги исботланди. Бу ҳақда Американинг астрономия бўйича жамиятининг Техас штатидаги Остине шаҳрида ўтказган 1998-йилги конференцияларда айтилди.

Охирги давргача қадар, Оламнинг пайдо бўлганидан буён 10 *млрд* дан 20 *млрд* гача йил оралиғи деб ҳисобланиб, аниқ маълумот йўқ эди. Хаббл телескопи ишга тушгандан бошлаб, олинган маълумотларга кўра Оламнинг пайдо бўлганидан бери 13 *млрд* га яқин йил ўтганлиги маълум бўлди. Нисбийлик назарияси оркали ҳисоблашлар ҳам шу натижани бермоқда.

Телескопнинг оптик кучи объективнинг сифатига, осмоннинг ёритилишига, атмосферанинг тозаллигига ва унинг тинч бўлишига боғлиқ.

Коинотдаги радионурланиш аниқлангандан кейин уни қабул қилувчи турли системадаги *радиотелескоплар* ясала бошлади. Радиотелескоп Қуёш системаси, Галактика ва метagalактикадаги осмон объектлари чиқарган радио тўлқинларни қабул қилувчи ва уларнинг характерларини ўрганувчи астрономик асбоб. Радиотелескоп антенна системасидан ва радио тўлқинларни қабул қилувчидан ташкил топган. Антенналари ҳаракатланувчи ва қўзғалмас кўринишларда ўрнатилади. Қисқа тўлқинларда ишлайдиган радиотелескопларда ҳаракатли параболик антенналардан фойдаланилади. Улар радиотўлқинларни ботик темир кўзгунинг фокусига йиғади. Бу кўзгуни панжарали, катта ўлчамда, диаметрини ўнлаб метрдан иборат қилиб яшаш мумкин (11-расм, в). Катта, ҳаракатли рамага эга бўлган, унга бир-бирига параллел металл стерженлари маҳкамланган радиотелескоплар ҳам ясалади.

Келиб тушган радиотўлкинлар унда электромагнит тўлкинларни ҳосил қилади. Бу тўлкинлар кучайтирилгандан кейин осмон объекти радионурланишини кайд қилиш учун сезгир қабул қилувчи радиоаппаратга берилади.

Осмон жисмлари ва уларнинг системалари ҳақида бизнинг тушунчаларимиз, уларнинг радионурланишларини текширишлар бошлагандан тортиб, ниҳоятда орта бошлади.

- ?
1. Телескоплар оптик схемаси бўйича қандай турларга бўлинади?
 2. Телескопнинг умумий тузилиши қандай? Ундан фойдаланиш ҳақида тушунча беринг.
 3. Хаббл телескопи ҳақида тушунча беринг, унинг ёрдамида қандай маълумотлар олинди?
 4. Радиотелескоп, унинг тузилиши ва қўлланилиши ҳақида айтиб беринг.

III БОБ

ҚУЁШ СИСТЕМАСИ

15-§. Қуёш системаси ҳақида умумий маълумот

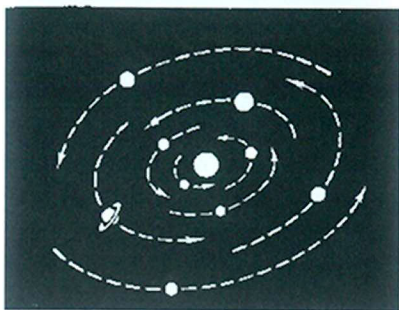
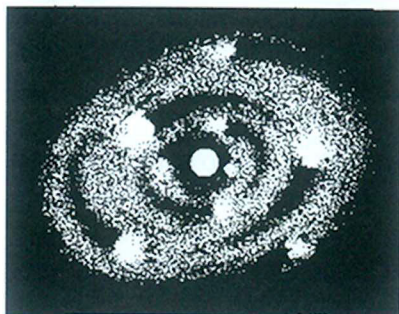
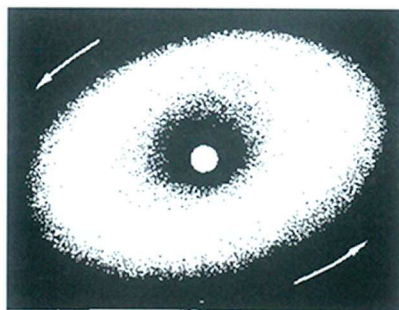
Қуёш ва унинг атрофида айланувчи осмон жисмлари тўплами *Қуёш системасини* ташкил этади.

Қуёш системаси, бутун системанинг динамик маркази ҳисобланган *Қуёш*, 9 та йирик *сайёралар*, сайёраларнинг 32 та *табиий йўлдошлари*, 1800 та *астероидлар* (кичик сайёралар), 500 та дан ортик *кометалар* (думли юлдузлар) ва бир канча микдордаги *метеоридлардан* иборат.

Изчиллик билан олиб борилган илмий тадқиқотлар бу осмон жисмларининг фазодаги ҳаракатлари ҳақида кўплаб маълумотларни берди. Бу маълумотлар асосида *Қуёш системаси* ҳақида етарли даражада аниқ маълумотлар олиш имконияти пайдо бўлди. Йирик сайёралар ва уларнинг табиий йўлдошларини тўлиқ характерловчи сонли кийматлар олинди.

XVIII асрнинг ўрталарида немис файласуфи И. Кант *Қуёш системаси* тартибсиз ҳаракатда бўлган совуқ чанг булутларидан пайдо бўлган деган тахминни таклиф қилди. 1796 йилда француз олими П. Лаплас *Қуёш* ва сайёралар айланма ҳаракат қилувчи газ туманликларидан пайдо бўлган деган гипотезани айтди. Бироқ, ҳозирги даврда рус академиги О. Ю. Шмидт (1891–1956) илмий тадқиқотлари асосида ишлаб чиқилган гипотеза қабул қилинган. Шмидтнинг гипотезаси бўйича *Қуёш системаси* *Қуёш* атрофида айланаётган совуқ катта газ-чанг кўринишдаги туманликлардан пайдо бўлган. Вактнинг ўтиши билан бу туманликнинг шакли ўзгарган. Зарраларнинг тўқнашуви, ўзаро энергия алмашинуви туманликни ясси кўринишга олиб келиб, зарраларнинг айланиш орбиталари айлана кўринишига келган. Катта зарралар кичик зарраларни ўзига бириктириб, бир йўналишли ҳаракат вужудга келган. Моддаларнинг массалари йиғилиб охирида йирик сайёралар пайдо бўлган (12-расм).

Агар эклиптиканинг шимолий кутбидан қаралганда, барча сайёралар *Қуёш* атрофида соат стрелкасига қарама-қарши йўналишда ҳаракат қилади. (Венера ва Урандан ташқари). Деярли барча



12-расм

сайёраларнинг, шунингдек Куёш ва Ойнинг ўқлари атрофидаги айланма йўналишлар Куёшнинг айланма ҳаракат йўналишига мос келади. Сайёраларнинг Куёшдан узокликлари маълум конунга бўйсунди, орбиталари орасидаги масофа Куёшдан узоклашган сари ортиб боради. Энг олисдаги сайёра *Плутоннинг* Куёшдан ўртача узоклиги 39,75 *а. б.* (астрономик бирлик) га тенг. Эслатма:

1 *а. б.* = 150 млн км га яъни *Куёшдан Ергача бўлган масофага* тенг. Агар бу масофани Куёш системасининг радиуси деб қабул қилинса, унда бу масофа Центавр юлдузлар туркумидаги *Проксима* (энг яқин юлдуз)гача бўлган масофадан тахминан 700 марта кичик бўлади.

Йўлдошлар сайёраларнинг атрофида худди сайёранинг Куёш атрофида айланиши сингари айланишда бўлади. Кичик сайёралар яъни *астероидлар* сайёраларга ўхшаб Куёш атрофида ҳаракатда бўлади. Астероидларнинг орбиталари, сайёралар орбиталарига қараганда катта эксцентриситет (ор-

битанинг сиқиклиги) га эга. Астероидларнинг орбиталари асосан Марс ва Юпитер орбиталари оралиғида жойлашган. Бироқ уларнинг айримларининг орбиталари Меркурий орбитаси ичига кириши ҳам мумкин.

Кометаларнинг ҳаракатлари эса турлича бўлиши билан фарк қилади. Баъзи метеоридларнинг ҳаракати ўта мураккаб бўлади: Бироқ уларнинг кўпчилиги метеор оқимини ташкил қилади. Бундай оқимлар кометаларнинг орбиталарига ўхшаш орбиталар бўйлаб ҳаракатда бўлади.

Куёш системасидаги осмон жисмларини текшириш муваффақиятли олиб борилмоқда. Масалан, 1966-йили декабрь ойида Сатурн сайёрасининг ўнинчи йўлдоши *Янус* кашф этилди.

Энди сайёралар ҳақида қисқача тўхталиб ўтамиз. *Меркурий, Венера, Марс, Юпитер* ва *Сатурн* сайёралари қадимдан маълум бўлган. *Уран* сайёраси 1781-йили В. Гершель томонидан кашф этилди. 1846-йил 8-сайёра *Нептун* кашф этилди. 1930-йили америкалик астроном К. Томбо *Плутонни* кашф этди.

Меркурий, Венера, Ер ва Марс сайёралари физик характеристикалар бўйича Юпитер, Сатурн, Уран ва Нептун сайёраларидан фарк қилади. Меркурий, Венера, Марс ва Ер сайёралари *типидаги* сайёралар гуруҳига қиради. Юпитер, Сатурн, Уран ва Нептунлар эса *гигант* (улкан) *сайёралар* гуруҳига қиради. Плутоннинг физикавий характеристикалари кам ўрганилган бўлиб, Ер типидagi сайёралар гуруҳига қўшиш ҳам мумкин.

Сайёраларни текширишдаги ҳозирги пайтдаги бош масалалардан бири уларнинг физикавий характеристикаларини ўрганиш бўлиб ҳисобланади. Уларга сайёраларнинг ҳарорати, химиявий таркиби, атмосфера босими ва таркиби, магнит майдони ва бошқаларни ўрганиш қиради. Илмий текширишлар *спектроскопия, фотометрия* ва радиоастрономия усуллари орқали амалга оширилади. Шунингдек, *инфрақизил* нурлари орқали ҳам текширилмоқда. Ўзга сайёраларнинг физикавий шароитларини ўрганиш космонавтиканинг гурқираб ривожланишига боғлиқ бўлмоқда. Ўзга сайёраларга космик ракеталарнинг учирилиши, сайёралар атмосфералари ва сиртки хоссалари ҳақида аниқроқ маълумотлар олиш талаб қилинмоқда. Куёш системасини текширишда космик парвозларнинг аҳамияти катта. Шундай бўлишига қарамай сайёраларни Ер сиртидан кузатиш зарурияти ҳозиргача бор. Эҳтимол, Ердан кузатишлар яна узок йиллар давом этади.

?

1. Куёш системаси ҳақида гапириб беринг.
2. Шмидтнинг гипотезаси бўйича сайёралар қандай пайдо бўлган?
3. Қайси сайёралар қадимдан маълум бўлган?
4. Ер типидagi сайёраларга қайси сайёралар қиради?
5. Гигант сайёраларга қайси сайёралар қиради?

16-§. Қадимги астрономия. Оламнинг геоцентрик системаси

Астрономия – қадимий фанлардан бири ҳисобланади. Астрономик кузатишларнинг дастлабки ёзувлари э.а. VIII асрга тегишли. Мисрдаги кузатишлар асосида тропик йилнинг узунлиги етарли даражада аниқланган.

Қадимги Хитойда эрамиздан 2000 йил аввал, Қуёш ва Ойнинг кўринма ҳаракатлари яхши ўрганилиб, Хитой астрономлари Қуёш ва Ойнинг тутилишларини олдиндан айта олишган. Астрономия бошқа фанлар каби инсоннинг амалий эҳтиёжларидан пайдо бўлган. Қадимда деҳқонлар дала ишларини об-хавога қараб юргиза бошлаган. Шунга боғлиқ ҳолда йил фасллари осмон жисмларининг ўринларига қараб аниқлашган.

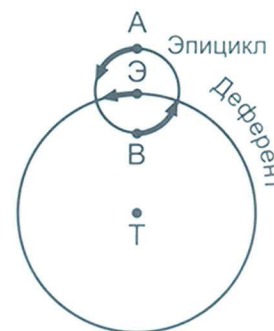
Инсоннинг жамиятдаги ўрнининг ўсиши билан астрономия олдиға янги масалаларни кўя бошлади. Бу масалаларни ечиш учун энг сўнгги усуллардан фойдаланиш ва ҳисоблашларни ўта аниқ олиб бориш зарур бўлди. Аста-секин астрономик қуроллар такомиллашди. Қадим Юнонистон (Греция)да астрономия ривожланган фанлар қаторига кўшилди.

Э.а. 340-йили қадимги юнон файласуфи ва олими Аристотель ўзининг «Осмон ҳақида» номли китобида Ер ҳаракатда эмас, Қуёш, Ой, сайёралар ва юлдузлар унинг атрофида айланма орбиталар бўйлаб ҳаракатда бўлади деган. У Ерни Оламнинг маркази деб ҳисоблаб, Олам тузилишининг биринчи моделини – Оламнинг геоцентрик системасининг пайдо бўлишига асос солганларнинг бири бўлган. *Эвдокс Книдский* ва *Гиппархнинг* ғоялари астрономиянинг кейинги ривожланиши эрамизнинг II асрида яшаб ўтган қадимги юнон олими *Клавдий Птолемей*га тегишли. Уни астрономиянинг математик тузилишига бағишлаб ёзган «Альмагест» китоби минг йилдан ортиқ давр бўйи астрономик билимларнинг мажмуаси сифатида қўлланиб келинган. Птолемей «Альмагест» да йилнинг узайиш вақтини аниқлаган, Ой ва Қуёш тутилишини ҳисоблаш усуллари кўрсатилган. 1028 юлдузнинг каталогини киритди, процессия ҳодисасини тушунтирди ва бошқалар. Унга қадар *Эвдокс Книдский*, *Гиппарх* ва *Аристотель* томонидан тузилган геоцентрик назарияни математик асослар орқали яқунлади. Шундай қилиб Птолемей томонидан Оламнинг геоцентрик системаси тузилди.

Птолемей системаси асосида 4 тахмин ётади.

- 1) Ер Оламнинг марказида жойлашган;
- 2) Ер ҳаракатсиз ҳолатда;
- 3) Барча осмон жисмлари Ернинг атрофида айланма ҳаракатда бўлади;
- 4) Осмон жисмлари айланма ҳаракатида ўзгармас тезликда яъни, текис ҳаракатда бўлади.

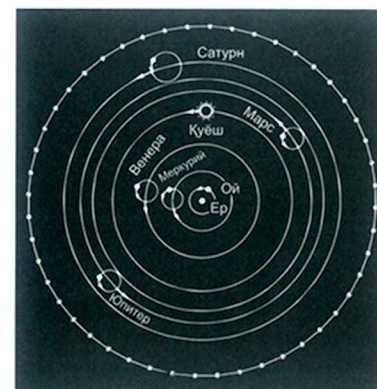
Птолемейнинг оламнинг геоцентрик системасини геометрик нуктаи-назардан, қуйидагича оддий кўринишида тасаввур қилиш мумкин. Сайёралар айлана – эпицикл бўлиб текис ҳаракатда бўлади. Ўз навбатида уларнинг маркази иккинчи айлана – деферент бўйича ҳаракат қилади. Ер деферент марказида бўлиб, у кўзғалмас ҳолда туради. Қуёш ва Ой, Ерни деферент бўйича (эпициклсиз) ҳаракатда бўлади. Қуёш ва Ойнинг деферентлари, сайёралар деферентлари ва эпицикллари сферанинг ичида жойлашган. Сфера ташқарисида «кўзғалмас» юлдузлар жойлашган.



13-расм

Сайёра ўзининг эпициклидаги *A* нуктада бўлган пайтда (13-расм) кўзғалмас *T* нуктадаги Ердан кузатиш олиб борсак, ҳолда унинг ҳаракатининг бурчак тезлиги эпициклнинг *E* марказ деференти бўйича ҳаракати билан сайёранинг эпицикл бўйича ҳаракатининг йиғиндисига тенг.

Птолемей системасида Ер Оламнинг маркази бўлиб, унинг атрофида Ой, Қуёш ва ўша вақтда маълум бўлган беш сайёра: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн айланма ҳаракатда бўлган. Осмон сферасининг энг охирида кўзғалмас ҳолатда бўлган юлдузлар жойлашган. Улар бири-бирига нисбатан текис ҳаракатда бўлиб, осмон бир бутун бўлиб бири-бирига ҳаракат қилади. Птолемей бўйича Оламнинг геоцентрик системаси 14-расмда тасвирланган.



14-расм

XVI асрнинг бошларида Птолемей системаси астрономиянинг амалий талабларига (денгизда сузиш в.б.) жавоб бера олмай қолди. Сайёраларнинг ҳолатларини ҳисоблашда бир неча оддий усулларнинг киритилиши зарур бўлди. Ўша даврдаги талабга жавоб берувчи коидалар польшалик буюк олим Николай Коперник томонидан ишлаб чиқилган. Н. Коперникнинг меҳнатлари янги астрономиянинг асосини ташкил қилган. Унинг назариясисиз ҳозирги астрономиянинг пайдо бўлиши ҳам, ривожланиши ҳам мумкин эмас эди.

- ?
1. Энг қадимги астрономия қайси мамлакатларда ривожлана бошлаган?
 2. Олам геоцентрик системасининг асосчилари кимлар бўлган?
 3. Птолемей системасининг асосида қандай тахминлар бор?
 4. Астрономиянинг ривожланишида Коперникнинг ўрни қандай?

17-§. Оламнинг гелиоцентрик системаси ва унинг шаклланиши

Ер ўз ўқи атрофида айланади ва Қуёш атрофида айланма ҳаракатда бўлади деган фикр асосида яратилган принципиал янги назария буюк поляк олими Николай Коперник (1473–1543) томонидан яратилди. Коперник тақлиф қилган Олам системаси «Осмон сферасининг айланиши ҳақида» номли китобида батафсил ёзилган. Бу китобда Ернинг ҳаракатда бўлиш ғояси математик йўл билан тўлиқ ишлаб чиқилиб, янги астрономиянинг бошланишига асос солинди. Н. Коперник яратган Олам системаси *гелиоцентрик* деб аталади. Унинг асосида қуйидаги фикрлар ётади.

- 1) Оламнинг марказида Ер эмас, Қуёш (грекча – гелиос) жойлашган;
- 2) Шар шаклидаги Ер ва унга ўхшаш барча сайёралар Қуёш атрофида бир хил йўналишда бўлади;
- 3) Сайёраларнинг Қуёш атрофидаги *йўллари* (орбиталари) айланма кўринишда бўлади;
- 4) Сайёраларнинг ҳаракат тезликлари ўзгармас, яъни уларнинг ҳаракати текис, бироқ орбита Қуёшга қанча яқин бўлса, сайёранинг орбита бўйлаб ҳаракатининг қизиқли тезлиги шунча катта бўлади ва аксинча.

Николай Коперник (1473–1543) – польшалик буюк астроном. Оламнинг гелиоцентрик системасининг асосчиси. Коперникнинг кашфиёти табиат фанининг янги йўналишда силжишига туртки бўлди. Фаннинг гуркираб ривожланиши учун Коперник кашфиётининг аҳамияти жуда катта: у факатгина астрономиядагина эмас, бутун инсониятнинг дунё қараши ўзгаришида инкилоб ясаган.



Бундан ташқари Коперник Ой, Ернинг йўлдоши сифатида айланади, Қуёш Ер билан бирга айланади деб ҳисоблаган.

Кузатишлардан олинган маълумотларга кўра Коперник биринчилардан бўлиб сайёралар, шунингдек Ер ҳам Қуёш атрофида тахминан бир хил тезликда ҳаракатда бўлади деган хулосага келди. Меркурий билан Венера сайёралари кўринма ҳаракатлари бўйича Қуёшдан узоклашмаганлигига боғлиқ ҳолда, уларнинг фазодаги йўллари ёки орбиталари Ернинг орбитасига қараганда Қуёшга яқин жойлашган. Ерга Марс сайёраси яқин жойлашган, чунки юлдузлар орасидан унинг кўринма ҳаракати жуда тез.

Коперникга қадар, деярли 15 аср бўйи Ер Оламдаги ягона кўзғалмас жисм, табиатнинг марказий ва асосий қисми деб ҳисоблаган барча динлар осмон ёриткичлари ва Ер инсон учун яратилган деб ҳисоблашган. Коперник назарияси бўйича Ер – оддий сайёра бўлиб, ўзи каби сайёралардай чексиз фазода ҳаракат қилади.

Коперникдан кейин табиатни ўрганиш, ҳақиқатда диндан ташқари, фаннинг ривожланиши улкан қадамлар билан олдинга силжиди. Шундай қилиб дастлаб диний арбоблар Коперникнинг таълимотига эҳтиёткорлик билан муомала қилишган. У кашф қилган Оламнинг гелиоцентрик системаси Птолемейнинг геоцентрик системасига қараганда осмондаги ёриткичларнинг ўрнини аниқлашда бир қанча қулай геометрик схема қатори ҳисобланган. Бироқ, шундай бўлсада, XVII асрнинг бошларида дин хизматчилари Коперник назариясига қарши чиқиб қураша бошлади. 1600-йили Римда Коперник назариясини биринчи давомчиси Джордано Бруно гулханда қуйдирилди. 1633-йили Галилео Галилей ўз ишларидан бош тортишга мажбур бўлган, чунки у ўз китобида Коперник

системасининг тўғрилигини ёклаган. Бирок бундай диний қарашлар гуркираб ривожланаётган фанни тўхтата олмади. И. Кеплер (1672–1630) сайёраларнинг ҳаракат қонунларини кашф этиши билан Коперник назариясини давом эттирди.

1. Оламнинг гелиоцентрик системасининг афзалликларини тушунтириб беринг.
2. Астрономиянинг ривожланишида Коперникнинг роли қандай бўлган?
3. Коперник назариясига XVII аср бошларида диний кўз қарашлар қандай бўлган?

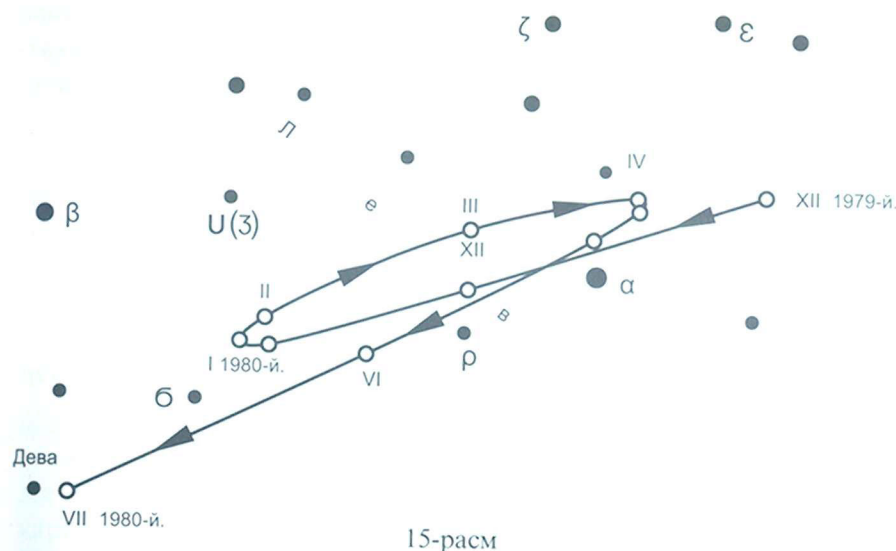
18-§. Сайёраларнинг ҳаракати ва конфигурацияси

• Сайёралар, Ер ва Қуёшнинг бир-бирига нисбатан ўзига ҳос жойлашишлари сайёраларнинг конфигурациялари деб аталади.

Кўринма ҳаракатлари бўйича сайёралар: қуйилари (ички); Меркурий, Венера ва юқорилари (ташқи, ердан ташқари) бўлиб икки гуруҳга бўлинади. Қуйи ва юқори сайёраларнинг юлдуз туркумлари орқали кўринма ҳаракатлари турлича бўлади. Меркурий билан Венера осмонда доимо Қуёш бўлган туркумда ёки унинг ёнидагида бўлади. Бу ҳолда улар шарқий томонда ҳам осмоннинг ғарбий томонида ҳам бўлиши мумкин., бироқ 18° – 28° (Меркурий) ва 45° – 48° дан (Венера) узокликда бўлмайди. Сайёранинг Қуёшдан шарққа томон энг катта бурчакка узоклашиши энг юқори *шарқий элонгация*, ғарбга томон эса *ғарбий элонгация* деб аталади. Шарқий элонгация пайтида сайёра Қуёшнинг ботишида кечки шафак нурлари орқали ғарбда кўринсада, Қуёшдан сўнг бироз вақт ўтгач ботади.

Ундан сўнг сайёра шарқдан ғарбга томон дастлаб секинроқ, сўнгра тезроқ ҳаракатланиб, Қуёшга яқинлашиб унинг нурлари остида кўринмай қолади. Бу вақтда сайёранинг Қуёш билан *қуйи қўшилиши* бошланади: сайёра Ер билан Қуёш орасидан ўтади. Қуёш билан сайёранинг эклиптик узунликлари тенг бўлади. Қуйи қўшилишдан бироз вақт ўтгач, сайёра яна қайта кўрина бошлайди. Бирок, сайёра энди шарқ томондан тонг отар пайтида кўринади. Сайёра Қуёшдан аста-секинлик билан узоклаша бориб, шарқдан ғарбга томон ҳаракатда бўлади. Унинг тезлиги энг юқори ғарбий элонгацияга етиб ҳаракат тўхтайди, сайёра ҳаракат йўналишини

ўзгартириб, ғарбдан-шарққа томон қайтадан ҳаракатини давом эттиради. Дастлаб кичик тезликда сўнгра тезлиги ортиб боради. Қуёшдан узоклашиши камая бориб, охирида Қуёш нурлари таъсирида кўринмай қолади. Бу вақтда сайёра Қуёшнинг орқа томонидан ўтади, иккаласининг эклиптик узунликлари тенг бўлиб, сайёра билан Қуёшнинг *юқори қўшилиши* бошланади. Сўнгра маълум вақтдан бошлаб кечки пайт қайта кўрина бошлайди. Сайёра қайта ғарбдан шарққа томон ҳаракат бошлаб, секин-аста тезлиги камаяди. Шарқ томон узоклашиш четига етгач, сайёра тўхтаб, йўналишини (15-расм) ўзгартириб ғарбга томон ҳаракатланади. Шу каби ҳаракат такрорланаверади. Шундай қилиб, маятник ўзининг мувозанат ҳолати атрофида тебранишида бўлган сингари ҳаракатда бўлади.



Юқори сайёраларнинг юлдуз туркумлари бўйлаб кўринма ҳаракатлари ўзгача бўлади. Қуёш ботгандан кейин ташқи сайёра осмоннинг ғарб томонидан кўрина бошлаганда, у юлдузлар орасидан Қуёш сингари ғарбдан шарққа томон силжийди. Сўнгра Қуёш сайёралар ўтиб кетгандан кейин тонг отган пайтда, шарқ томондан кўрина бошлайди. Унинг тўғри ҳаракати (ғарбдан шарққа томон) секин-аста камая бориб, сайёра тўхтаб қолади, сўнгра

юлдузларнинг орасидан шарқдан ғарбга томон сиртмоксимон ҳаракатда бўлади. (15-расмда Марснинг 1964–1965-йиллардаги кўринма ҳаракати берилган) Маълум вақтдан сўнг сайёра қайта ҳаракатини тўхтатиб, ўз ҳаракат йўналишини ўзгартирди, қайтадан уни ғарбдан Қуёш «кувиб» етиб, сайёра кўринмай қолади, шундай қилиб юқоридаги ходиса шундай тартибда такрорланаверади. Сайёра билан Қуёшнинг эклиптик узунликларининг фарқи 180° га тенг. Сайёранинг бундай ҳолати Қуёш билан *рўпара тўқнашиши* дейилади.

Қуёш ва сайёранинг фақат бир юлдуз туркумида бўлган даврда сайёранинг тўғри чизиқли ҳаракати ёйининг ўртасида уларнинг эклиптик узунликлари тенг бўлади. Бу ҳолат сайёранинг Қуёш билан *бирлашиши* деб аталади.

Сайёранинг Қуёшдан шарқ томон йўналишида 90° га узоклашиши – *шарқ квадратураси*, ғарб томонга 90° га узоклашиши – *ғарб квадратураси* деб аталади. Сайёраларнинг сиртмоксимон ҳаракатлари ёйларининг ўртача қийматлари қуйидагича: Меркурийники – тахминан 12° , Венераники – тахминан ($\approx 16^\circ$), Марсники -15° , Юпитерники -10° , Сатурнники -7° , Уранники -4° Нептунники -3° , Плутонники -2° . Юқорида таърифлаганимиздек, сайёраларнинг Қуёшга нисбатан вазиятлари сайёраларнинг конфигурациялари деб аталади.

- ?
1. Кўринма ҳаракатига кўра сайёралар қандай гуруҳларга бўлади?
 2. Сайёранинг «энг юқори шарқий элонгацияси» ва «энг юқори ғарбий элонгацияси»нинг фарқи нимада?
 3. Сайёраларнинг конфигурациясини тушунтириб беринг.

19-§. Сайёраларнинг юлдуз (сидерик) ва синодик даврлари

Сайёралар Ердан кузатилади. Ер Қуёш атрофида айланма ҳаракатда бўлади. Сайёранинг айланмас инерциал ҳисоблаш системасидаги, ёки юлдузларга нисбатан айланиш даврини аниқлашда Ернинг бу ҳаракатини ҳисобга олиш зарур.

• *Юлдузларга нисбатан сайёранинг Қуёш атрофида айланиш даври юлдуз ёки сидерик давр (T) деб аталади.*

Сайёра Қуёшга қанчалик яқин бўлса, унинг чизиқли ва бурчак тезлиги шунчалик катта ва Қуёшни айланиш йиллик даври шунчалик кичик бўлади.

Сайёранинг синодик айланиш даври (S) деб унинг иккита кетма-кет бир хил конфигурацияларининг орасидаги вақтга айтилади.

Ернинг сидерик айланиш даври *юлдуз йили* ($T_\oplus$) деб аталади. Юқорида келтирилган учала даврлар орасидаги оддий математик боғланишни топамиз. Сайёранинг сутка ичида орбита бўйлаб бурчак кўчиши $\frac{360^\circ}{T}$, Ерни эса, $\frac{360^\circ}{T_\oplus}$ га тенг. Сайёра билан Ернинг суткалик бурчак кўчишларининг фарқи сайёранинг сутка ичидаги кўринма силжиши $\frac{360^\circ}{S}$ га тенг. Бундан қуйи сайёралар (ички) учун ($T_\oplus > T$ сайёра Ердан ўтиб кетади)

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus} \quad (19.1)$$

(Юқори ташки) сайёралар учун

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_\oplus} - \frac{1}{T} \quad (19.2)$$

оламир.

Бу юқоридаги тенгликлар *синодик ҳаракат тенгламалари* деб аталади.

Бевосита кузатишлардан сайёраларнинг синодик айланиш давлари S ва Ернинг сидерик айланиш даври $T_\oplus$ (юлдуз йили)нигина аниқлаш мумкин. Сайёраларнинг сидерик айланиш даври T эса тегишли синодик ҳаракат тенгламаси ёрдамида ҳисоблаб чиқарилади. Юлдуз йилининг узунлиги кун суткаларининг ўртачаси 365, 25... га тенг. Венера сайёраси учун синодик давр 584 суткага, Марс сайёрасиники эса 780 суткага тенг.

- ?
1. Юлдуз (сидерик) давр деб нимага айтилади?
 2. Сайёранинг синодик айланиш даври деб нимага айтилади?
 3. Ички сайёралар учун синодик ҳаракат тенгламасини ёзинг.
 4. Ташки сайёралар учун синодик ҳаракат тенгламасини ёзинг.

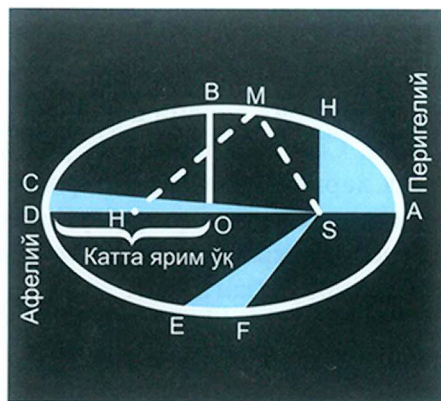
20-§. Кеплер қонунлари

Қадим замонлардан бери инсонлар, осмон жисмларини айланма орбита бўйлаб ҳаракатда бўлади деб ҳисоблашган. Коперникнинг назариясида ҳам ҳаракатнинг айланма кўринишида бўлишига шубҳа қилинмаган – XVII асрда немис олими Иоган Кеплер (1571–1630) гина ҳақиқатда осмон жисмларининг орбиталари айлана шаклида эмаслигини исботлай олган. Кеплер, Коперник назариясининг асосий шартларининг тўғрилигига шубҳаланган эмас, бироқ у сайёраларнинг ўринларини олдиндан ҳисоблашлар билан кузатишлар орасида фарк борлигини билган. Шу сабабдан Кеплер ўз олдига Коперник системасини такомиллаштириш мақсадини қўйди. Бу мақсадни Марс сайёраси ҳаракатини кузатиш орқали амалга оширди.

Кўп йиллик кузатишлардан ва бир қанча мураккаб ҳисоблашлардан кейин Кеплер, ҳаракатнинг айлана бўйлаб кўринишига чек қўйиб, сайёра ҳаракатининг уч қонунини кашф этди.

Кеплернинг биринчи қонуни. *Ҳар бир сайёра Қуёш атрофида эллипс бўйлаб айланади ва эллипснинг фокусларидан бирида Қуёш жойлашади.*

Эллипс деб, фокуслари деб аталувчи икки нуктадан ҳар бир нуктасигача оралиқларининг йиғиндиси доимий ўзгармас бўлган ясси ёпиқ эгри чизикка айтилади. Бу оралиқларнинг йиғиндиси эллипснинг катта ўқининг DA узунлигига тенг.



16-расм

K ва S эллипснинг фокуслари, O нукта эллипс маркази. Расмда Қуёш S фокусда бўлади. $DO = OA = a$ – эллипснинг катта ярим

Иоган Кеплер (1571–1630). Буюк немис астрономи, математиги. Сайёраларнинг Қуёш атрофидаги айланма ҳаракатининг қонунларини кашф этган. Коперникнинг системасини фаол тасдиқловчиларидан бўлган. Ўз меҳнатлари билан уни ривожлантирган.



ўқи. Орбитанинг Қуёшга энг яқин бўлган нуктаси A *перигелий*, энг узоқ нуктаси D *афелий* деб аталади. Эллипснинг сиқиклиги унинг эксцентритети e катталиқ орқали характерланади. Эксцентритет фокусдан марказгача бўлган масофанинг ($OK = OS = C$) катта ярим ўқ узунлиги a га бўлган нисбатига тенг, яъни $e = \frac{OS}{OA} = \frac{c}{a}$. Агар $C = 0$

бўлса, (фокуслар марказ билан устма-уст тушиб қолса) $e = 0$ бўлиб, эллипс радиуси a га тенг бўлган айлана шаклига ўтади. Эксцентритети қанчалик катта бўлса, эллипснинг айланадан фарқи шунчалик катта бўлади. Венера ва Ернинг орбиталари айлана шаклига яқин $e_v = 0,007$, $e_{ep} = 0,017$. Кўпгина сайёраларнинг орбиталари чўзилган бўлади. (Меркурийники $e_m = 0,206$, Плутонники $e_n = 0,247$ в.ш.к). Сайёрага эмас, уларнинг йўлдошлари ҳам эллипс бўйлаб ҳаракат қилади.

Кеплернинг иккинчи қонуни

• *Сайёранинг радиус вектори тенг вақтлар ичида тенг юзалар чизади.* Бу қонун юзалар қонуни деб ҳам аталади. Сайёрани Қуёш билан туташтирган кесма *сайёранинг радиус вектори* деб аталади. Агар орбитадаги AH , CD ва EF ёйлари сайёра томонидан бир хил вақт оралиғида чизилса, у ҳолда SAH , SCD ва SEF юзалари тенг бўлади (16-расмга қаранг). Лекин тенг юзаларни чегараловчи AH , CD ва EF ёйларининг узунликлари турлича бўлади. $AH > EF > CD$. Демак, сайёра ҳаракатининг чизикли тезлиги унинг орбитасининг турли нукталарда турлича бўлади.

Сайёра орбита бўйлаб ҳаракатида Қуёшга қанчалик яқин бўлса, унинг тезлиги шунчалик катта бўлади. Перигелийда сайёранинг тезлиги энг катта қийматга етса, Афелийда эса энг кичик қийматга

тушади. Шундай қилиб, Кеплернинг иккинчи қонуни ҳаракатланаётган сайёра тезлигининг ўзгаришини миқдор жиҳатдан аниқлайди.

Кеплернинг учинчи қонуни. Сайёраларнинг Қуёш атрофида айланиш давлари квадратларининг нисбати бу сайёралар орбиталарининг катта ярим ўқлари кублари нисбатиغا тенг.

Қуёш атрофида айланаётган икки сайёрани кўриб чиқамиз. a_1 ва a_2 – уларнинг орбиталарининг катта ярим ўқлари, T_1 ва T_2 – айланиш давлари бўлсин. Унда Кеплернинг учинчи қонунининг формуласи қуйидагича бўлади.

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3} \quad (20.1)$$

Кеплернинг бу қонуни сайёраларнинг Қуёшгача бўлган ўртача масофаларини уларнинг Қуёш атрофида юлдузларга нисбатан бўлган давлари (сидерик) билан боғлайди ва барча сайёралар орбиталарининг катта ярим ўқларини Ер орбитасининг катта ярим ўқи билан ифодалашга имкон беради.

• Сайёранинг Қуёшини айланиш даври сидерик (ёки юлдуз) даври деб аталади.

Масалан, Ернинг сидерик даври 1 йилга тенг. Сайёра орбитасининг катта ярим ўқи унинг Қуёшгача бўлган ўртача масофасига тенг. Ернинг Қуёшгача бўлган ўртача масофаси (Қуёш орбитасининг катта ярим ўқи $a_\oplus$) астрономик бирлик (а.б.) деб аталади:

$$a_\oplus = 1 \text{ а.б.} \approx 149,6 \cdot 10^6 \text{ км}$$

ёки тахминан бир юз эллиқ миллион километрга яқин.

Одатда, Кеплернинг учинчи қонунининг формуласи бўйича ҳисоблашларда сидерик даврлар йиллар орқали, сайёраларнинг Қуёшгача ўртача масофалари эса астрономик бирлик орқали ифодаланади.

Кеплер қонунлари сайёраларнинг ҳаракатигагина эмас, шунингдек уларнинг йўлдошлари (сунъий йўлдошларини ҳам) ҳаракатлари учун ҳам қўлланилади. Кеплер қонунларининг кашф этилиши, Қуёш системасидаги барча осмон жисмлари орбита бўйлаб ҳаракатларидаги бир қанча қонуниятларини ҳам тушунтира

олди. Буюк инглиз олими Исаак Ньютонга сайёралар ҳаракатлари бўйсунувчи, Бутун Олам тортишиш қонуни кашф этиш учун имконият яратилди.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2} \quad (20.2)$$

Бу ерда m_1, m_2 жисмларнинг массалари. R – жисмлар орасидаги масофа, G – гравитацион доимий.

- ?
1. Кеплернинг биринчи қонунини тушунтириб беринг?
 2. Кеплернинг иккинчи қонуни нима ҳақида?
 3. Кеплернинг учинчи қонунини тушунтиринг?
 4. Астрономик бирлик (а.б.) қилиб қайси масофа қабул қилинган?

21-§. Қуёш системасидаги осмон жисмларигача бўлган масофаларни ва уларнинг ўлчамларини аниқлаш

Масофаларни аниқлаш. Кеплернинг учинчи қонуни ёрдамида барча сайёраларнинг Қуёшдан ўртача узоклигини астрономик бирликда ҳисоблаш мумкин. Ердан Қуёшгача бўлган ўртача масофани (а.б.) километрлар билан аниқлаб, Қуёш системасидаги барча сайёраларгача бўлган оралиқларни шу бирликларда топишимиз мумкин.

XX асрнинг 40-йилларидан бошлаб радиолокация орқали осмон жисмларигача бўлган масофаларни аниқлаш имкони пайдо бўлди. Осмон жисмига қувватли радиосигнал юборилади, сўнгра қайтган сигнал қабул қилинади. Радиотўлқиннинг тарқалиш тезлиги вакуумда ёруғлик тезлигига тенг. Агар радиосигнал осмон жисмига етиб, ундан қайтган вақт аниқ бўлса, унгача бўлган масофани қулайгина топиш мумкин. Шундай усул билан Ойгача бўлган масофа ўтган асрнинг қирқинчи йилларида аниқланган. Радиолокацион кузатишлар Меркурий, Венера, Марс, Юпитердан, Қуёшгача бўлган масофаларни, шунингдек астрономик бирлик (а.б.)ни аниқ ўлчаш имконини берди. Осмон жисмларигача бўлган масофани бугунги кундаги аниқликда ўлчашлик қадимги астрономларнинг ҳаёлига ҳам келган эмас.

Ой сиртига ўрнатилган лазер нурларини қайтарувчидан фойдаланиш орқали Ой ва Ернинг сиртидаги икки нукта орасидаги масофани жуда катта аниқликда ўлчаш мумкин. Бундай усул

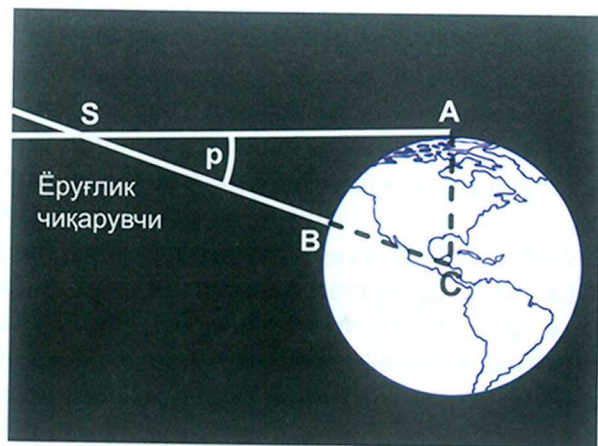
билан ўлчашлик радиолокацияга ўхшайди. Лазер нурларини қайтарувчилар 1970-йили Ой сиртига қўндирилган ўзи юрар лаборатория «Луноход-1» ва АҚШ нинг Ойга қўндирилган аппаратларига ўрнатилган.

Геометрик бурчак ўлчаш усул билан осмон жисмлари орасидаги масофаларни ўлчаш классик усулга киради. Бу усул билан радиолокацияни қўллаш мумкин бўлмаган олис юлдузларгача бўлган масофалар аникланади.

• Ёритгичдан қаралганда кўриш нурига перпендикуляр бўлган Ер радиусининг кўриши бурчаги (17-расм) ASC бурчаги) горизонтал параллакс дейилади.

Агар ёритгичгача бўлган масофа қанчалик узок бўлса, p (параллактик бурчак) шунчалик кичик бўлади. Агар ёритгичнинг параллакси ўлчанса, у ҳолда бу ёритгичгача $D = SC$ масофа қулайгина ҳисобланади. Бу ерда S – ёритгич.

17-расмдан $\frac{AC}{SC} = \sin p = \frac{R_{\oplus}}{D}$ ёки $D = \frac{R_{\oplus}}{\sin p}$ бунда, $R_{\oplus}$ – Ернинг радиуси, p – горизонтал параллакс. Ернинг радиусини $R_{\oplus} = 1$ деб олиб, ёритгичгача бўлган масофани Ернинг радиуси билан ифодаланган масофа – D ни топамиз.



17-расм

Ойнинг параллакси $57'$ га тенг, демак Ойдан Ергача бўлган ўртача масофа 384400 км га тенг. Қуёшнинг горизонтал парал-

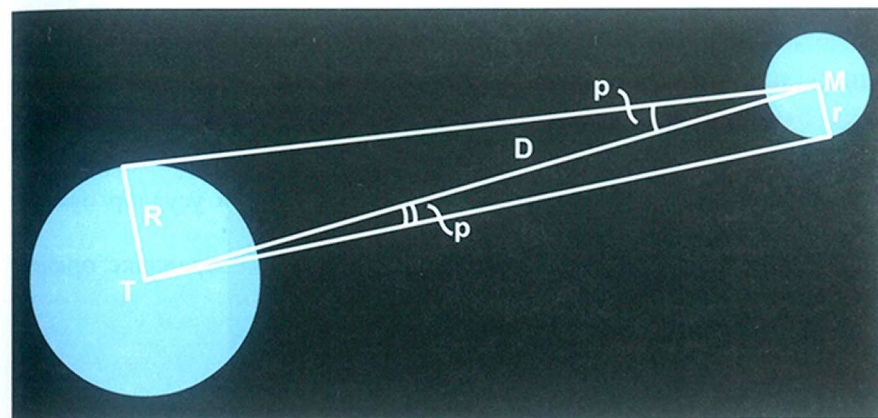
лакси $8.8''$ га тенг. Ердан Қуёшгача бўлган масофа, яъни $1 \text{ а. б.} = 149\,600\,000 \text{ км} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$ га тенг.

Агар p радианлар билан ифодаланган бўлса, кичик бурчаклар учун $\sin p \approx p$. Агар p ёйнинг секундлари билан ифодаланган бўлса, у ҳолда қўшимча кўпайтувчи $\sin 1'' = \frac{1}{206265''}$ киритилади, бу ерда 206265 – бир радиандаги секундлар сони. Бунда

$$\sin p = p \cdot \sin 1'' = \frac{1}{206265''}.$$

Демак, p параллакс маълум бўлса, осмон жисмларигача бўлган масофани қуйидаги формула орқали қулайгина ҳисоблаш мумкин.

$$D = \frac{206265}{p} R_{\oplus} \quad (21.1)$$



18-расм

Осмон жисмларигача бўлган масофани аниқлашда

$$\frac{D}{D_{\odot}} = \frac{p_{\odot}}{p} \quad (21.2)$$

формуладан фойдаланилади.

Бунда $D_{\odot}$ – Қуёшгача бўлган масофа, $p_{\odot}$ – Қуёшнинг параллакси, D – осмон жисмигача бўлган масофа, p – ёритгич параллакси.

Ёритгичнинг ўлчамини аниқлаш. Осмондаги ёритгичнинг чизикли ўлчамини аниқлаш учун, дастлаб унинг радиусини кўриш бурчаги ва унгача бўлган ораликни ўлчаш зарур.

18-расмда Ернинг T марказида турган кузатувчи ёритгичнинг чизикли радиуси r ни ρ бурчак остида кўради, демак $D = \frac{r}{\sin \rho}$. Горизонтал параллакс таърифига кўра, Ернинг радиуси R ёритгичдан ρ бурчак остида кўринади, унда $D = \frac{R}{\sin \rho}$. Бунда $r = \frac{\sin \rho}{\sin \rho} R$ (21.3) ни оламиз.

Агар ρ ва ρ бурчаклар жуда кичик бўлса, у холда синуслар бурчакларга пропорционал бўлади ва тенгликни оламиз.

$$r = \frac{\rho}{\rho} R \quad (21.4)$$

Бу усулни фақат ёритгичнинг гардиши кўрингандагина қўллаш мумкин. Демак, бурчак радиан билан ифодаланса, унда ёритгичгача бўлган D масофани билиш орқали унинг чизикли радиуси r ни қуйидаги тенглик орқали ҳисоблаш мумкин.

$$r = D \sin \rho \quad \text{ёки} \quad r = D \rho$$

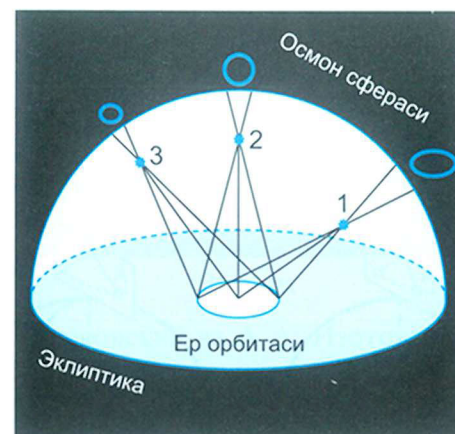
- ? 1. Осмон жисмларигача бўлган масофалар қандай усуллар орқали аниқланади?
2. Ёритгичларгача бўлган масофани горизонтал параллакс орқали қандай аниқланади?
3. Ёритгичнинг ўлчами қандай аниқланади?

IV боб

ҚУЁШ СИСТЕМАСИДАГИ ЖИСМЛАРНИНГ ФИЗИКАВИЙ ТАБИАТИ

22-§. Ернинг ҳаракати ва шакли

Ернинг ҳаракати. Кузатувчи Ер билан бирга фазода Қуёш атрофида деярли айлана бўйлаб ҳаракатда бўлади. Бу холда Ерга яқин юлдузга нисбатан йўналиши ўзгариб турсада, яқин жойлашган юлдуз йил бўйи осмонда қандайдир бир эллипсни чизгандай бўлади. Бундай эллипс параллактик эллипс деб аталиб, юлдуз эклиптикага қанчалик яқин бўлса, шунча кўпроқ сиқилган, юлдуз Ердан қанчалик олис бўлса, ўлчами шунчалик кичик бўлади. Эклиптика кутбидаги юлдузнинг эллипси кичик айланага ўтади. Параллактик эллипсларнинг катта ярим ўқи юлдузларнинг йиллик параллаксларига тенг. Юлдузларнинг йиллик параллакси 19-расмда берилган. Шундай қилиб юлдузларнинг йиллик параллаксга эга бўлиши, Ернинг Қуёш атрофида айланма ҳаракатда бўлишининг исботидир.



19-расм

• Юлдузларнинг йиллик параллакси деб, юлдузлардан Ер орбитасининг катта ярим ўқи (1 а. б. га тенг бўлган) кўриниш бурчагига айтилади.

(Ер орбитаси кўриш нурига перпендикуляр бўлган ҳолатда).

Вега юлдузининг йиллик параллаксини биринчи бўлиб 1837-йил рус академиги В. Я. Струве томонидан ишончли аниқликда ўлчанган.

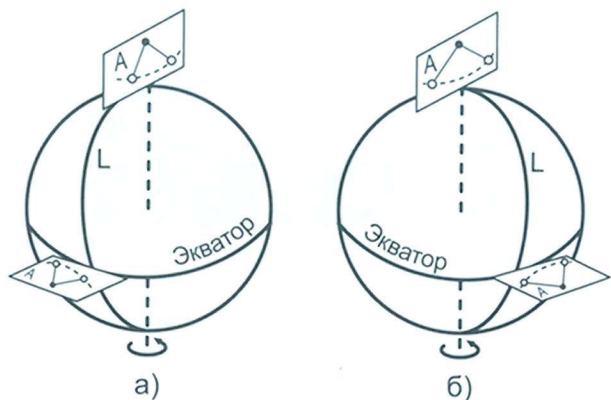
У билан деярли бир вақтда немис астрономи Ф. Бессель (1837–1840 йиллари) ва инглиз астрономи Т. Гендерсон (1839–1840 йиллари) томонидан яна икки юлдузнинг (бири Центаврнинг α юлдузи) параллакслари аниқланган.

Юлдузларнинг йиллик параллаксларининг аниқланиши Ернинг Қуёш атрофида ҳаракатда бўлишини объектив исботи бўлиб қолмай, шунингдек Оламда осмон жисмлари нихоятда узок масофада бўлишини ишончли равишда кўрсата олди.

Ўз даврида И. Коперник ҳам юлдузларнинг параллаксларини аниқлашга ҳаракат қилиб кўрган. Бирок юлдузлар Ердан нихоятда узокда бўлганлиги учун, ўша даврдаги асбоблар ёрдамида юлдузларнинг параллаксларининг силжишини кузатиш имкони бўлмаган.

Шунингдек, Ер ўз ўқи атрофида ҳам айланма ҳаракатда бўлади. Уни Ер сиртидаги ҳар қандай ҳодисалардан кузатиш мумкин. Ернинг ўз ўқи атрофидаги ҳаракатининг ўзгача бевосита ишончли исботи бўлиб, биринчи бўлиб француз физиги Ж. Фуко (1819–1869) томонидан 1851-йили физикавий маятник орқали ўтказилган тажриба ҳисобланади.

Фуко дастлаб тажрибасини узунлиги 2 м маятник билан ўтказган бўлса, кейин ўта катта маятник орқали ўтказди: Пўлат симнинг узунлиги 67 м, унинг диаметри 1,4 мм, олинган учли оптик шишанинг оғирлиги 28 кг бўлган. Маятникнинг тўлиқ бир тебраниш



20-расм

даври 16 с бўлиб, 14 м масофага силжиган. Марказдан 7 м масофада маятник тебранма ҳаракат текислиги бир тебраниш даврида (16 с), 2,5 мм га бурилган. Бу эса, Ернинг ўз ўқи атрофида айланишининг исботи бўлиб ҳисобланади.

20-, а-расмда Фуко маятниги тасвирланган. А маятникнинг тебраниш текислиги. Иккинчи 20-, б-расмда тебраниш бошлагандан бошлаб маълум вақт ўтгандан кейинги тебраниш текислигини силжиши кўриниб турибди.

Шакли. Ернинг шакли шарга ўхшаш десак ҳам анча хатоликка йўл қўйган бўлмаймиз. Ернинг экваториал радиуси $R_{\text{экв}} = 6378,16$ км га тенг, унинг қутбий радиуси $R_{\text{кутб}} = 6356,78$ км ёки экваториал радиусидан $\Delta R = 21,38$ км га кичик. Бу эса Ер шакли *сфероидга* яқинроқ, биров ялпайган шаклда деган маънони билдиради.

Охирги бир ярим аср давомида бир неча марта Ер сфероидининг элементлари аниқланмоқда. Фундаментал аниқлашлар рус



21-расм

олимлари Ф. Н. Красовский ва А. А. Изотовлар томонидан 1940-йили ўтказилган. Уларнинг тадқиқотлари бўйича сфероиднинг Ернинг айланиш ўқи билан мос келган кичик ярим ўқи $b = 6356,86$ км, экватор текислигида ётган катта ярим ўқи эса $a = 6378,24$ км га тенг бўлган, $\varepsilon = \frac{a-b}{a}$ нисбат *сфероиднинг ялтоқланиши* деб аталиб, у $\varepsilon = \frac{1}{298,3}$ га тенг. Ойга яқин масофадан учиб ўтган «Зонд-7» (1969-йили август ойи) орқали суратга олинган Ернинг кўриниши 21-расмда берилган.

Мураккаб геометрик фигура, масалан, учала ўқларининг узунликлари бўйича фаркланувчи уч ўқли *эллипсоид* орқали Ернинг сиртки кўринишининг тасвирлаб чиқиш ҳали унчалик яхши натижа берганича йўқ. Шунга қарамадан эллипсоиднинг элементларини

ҳисоблаб топишда Ернинг экваториал ялпоқланиши $E_{\text{эв}} = \frac{1}{30000}$

га тенг деб қабул қилинган. Бу эса Ернинг энг катта ва энг кичик экваториал радиуслари фарқини ташкил қилади, бор йўғи 213 км га тўғри келади.

Ернинг сунъий йўлдошлари орқали ўтказилган кўплаб илмий масалаларнинг бири, Ернинг шаклини ўрганиш ҳисобланади. Ернинг сунъий йўлдошларининг ҳаракатларини кузатиш, ҳозирги даврда Ер шаклининг баъзи элементларини аниқроқ ўрганишга имкон яратади.

Шундай тадқиқотлар натижасида Ернинг экваториал радиусининг катталиги сифатида $a = 6375,75$ км олинган. Шимолий қутбий радиуси катталиги 6355,39 км бўлиб чиқса, Жанубий қутбий радиуси 6335,36 км бўлган, яъни Ернинг жанубий қутби Ернинг марказига 30 км яқинликда эканлиги аниқланди. Ернинг ялпоқли-

ги $\varepsilon = \frac{1}{298,2}$ га тенг бўлиб, Ф. П. Красовский ва А. А. Изотовнинг эллипсоидидай аҳамиятини сақлаб қолган.

Кўплаб илмий текширишлар асосида Халқаро Астрономия иттифоқи 1964-йили Ер эллипсоидининг қуйидаги қийматларини қабул қилган

- $a = 6378,16$ км
- $b = 6356,78$ км (икки қутбий радиуслари бир хил)
- $\varepsilon = 1:298,25$

бу катталиклар рус олимларининг олган натижаларига жуда ҳам яқин.

Шундай қилиб, Ернинг ҳақиқий шакли сфероиддан ҳам, уч ўқли эллипсоиддан ҳам фарқ қилиб, маълум бўлган ҳеч бир геометрик шакл орқали ҳам тасаввур қилинмайди.

- ?
1. Юлдузларнинг йиллик параллакси деб нимага айтилади?
 2. Ернинг ўз ўқи атрофида айланишининг физикавий маятник орқали исботланишини тушунтириб беринг.

3. Ернинг шакли қандай? Сфероиднинг ялпоқланиши деганда нима-ни тушунасан?
4. Халқаро астрономик иттифок Ер эллипсоидининг элементлари сифатида қандай қийматларни қабул қилган?

23-§. Ой ҳақида тушунча (физикавий шароитлар, Ойнинг сирти)

Ой – Ернинг ягона табиий йўлдоши. У Ерга энг яқин осмон жисми ҳисобланади. Унинг радиуси 1737 км га тенг, масса-си Ер массасидан 81,3 марта кичик, зичлиги ($3,35 \text{ г/см}^3$), Ернинг зичлигидан бир ярим марта кичик. Ойнинг сиртидаги эркин тушиш тезланиши $g = 1,63 \text{ м/с}^2$ яъни, Ер сиртидаги $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ дан деярли 6 марта кичик, демак, ихтиёрий жисмнинг Ойдаги оғирлиги, Ердигидан 6 марта енгил бўлади. Ойда Қуёшнинг зарарли нурларини қамайтириб тўсувчи ва космик нурлардан, шунингдек майда метеоридлар оқимидан химоя қилувчи атмосфера йўқ. Унда булут ҳам, сув ҳам, туманлар ҳам, камалак ҳам йўқ. Ойда сув буғларининг ва атмосферанинг йўқлиги унинг сиртида бевосита ўтказилган текширишлар асосида исботланди. Ойнинг телескопдаги кўриниши 22-расмда берилган.



22-расм

Ой сиртидаги кундузги ва тунги ҳароратлар кескин ўзгариши (терминатор чизиғи) факат атмосферанинг йўқлиги билан тушунтирилмай, кун ва туннинг узунлигини (бизнинг икки ҳафтага тўғри келади) ҳам таъсири бор. Ойнинг Қуёш нури тушиб турган нукта-сидаги ҳарорат $+120^\circ \text{ С}$ га тенг бўлиб, қарама-қарши томондаги тунги ярим шарида -170° С гача пасаяди. Ой кунининг ҳароратлари шундай ўзгариб туради.

Қуролланмаган кўз орқали ҳам Ой сиртидаги ёруғ ҳудудларни «материкларни» кўриш мумкин. Бундай ҳудудлар Ой дискининг 60% ни ташкил этади. Қолган 40% ҳудудини қорамтир доғлар кўринишидаги «денгизлар» эгаллайди. Ой сиртида ўзгача эффектив деталлар бўлиб «кратерлар» ҳисобланади. Ойнинг кўриниб тура-чи ярим шарида диаметрлари 1 км дан 100 км гача бўлган 300000 кратерни санаш мумкин. 5 та кратернинг ўлчами 200 км дан ортиқ.

Альфоне кратерининг кўриниши 23-расмда кўрсатилган. Бу фотосурат автоматик станция оркали Ойга якин масофада суратга олинган. Ойнинг кўринган ярим шарида 500 га якин чуқурликларни кузатиш. Уларнинг баъзиларининг узунлиги 300 км га етса, эни 5 км гача чуқурлиги бир неча юз метрга етади.



23-расм



24-расм

1959-йилдан бошлаб СССР (собиқ иттифоқ) ва АҚШ да Ойни хар томонлама текшириш мақсадида турли 50 дан ортиқ космик ракеталар Ой томон учирилди. Баъзилари Ойнинг ёнидан ўтган бўлса, айримлари Ойнинг сунъий йўлдошларига айланган, учинчилари Ой сиртига қўниб, Ердан бошқарилиб илмий текширувлар олиб борган. Уларнинг ичида Ойга қўниб, ундаги моддалардан намуналар олиб, қайта қайтиб келганлари ҳам бор. Масалан: СССРда 1970-йилнинг 12 сентябрида «Луна-16» космик кема учирилган. У Ойга охиста қўниб, Ой тупроғини Ерга олиб келган. Ўша йили 10-ноябрда Ердан «Луна-17» учирилиб, *ёмғирлар денгизи* худудига қўниб, ўзи юрар «Луноход-1» ни етказди. 1973-йили 16-январда «Луна-21» Ойнинг сиртига автоматлаштирилган лаборатория «Луноход-2» ни олиб чикди. 1976-йил 9-августда учирилган «Луна-24» га ўрнатилган бурғилаш аппарати икки метрга якин чуқурликдаги моддалар намунасини олиш имкониятига эга бўлиб, уни Ерга етказди.

Ойни текширишда АҚШ олимлари катта ютуқларга эришишди. 1972-йилнинг декабрида 1969-йили бошлаган «Аполлон» дастури муваффақиятли амалга оширилди. Бу программа бўйича 12 астро-

навт Ой сиртида 300 соатга якин бўлишди, унинг 80 соатини кабина ташқарисида ўтказишди. Ойга илмий аппаратлар комплекси – сейсмометр, магнитометр, лазер нуруни қайтарувчилар ўрнатилди.

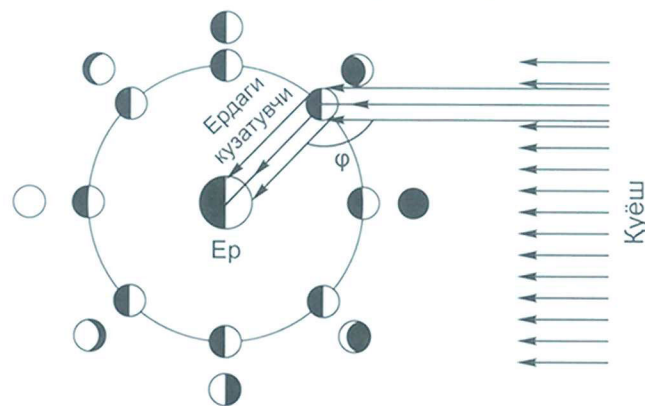
1959-йили СССРнинг космик аппарати Ой яқинига учиб бориб, биринчи марта Ойнинг кўринмас орка томонини суратга олган (24-расм). Ойнинг орка сирти, кўринган томонидан принципиал фарк қилмайди, бироқ унда «денгизлар» оз сонда кузатилади.

- ? 1. Ой хақида қискача сўзлаб беринг?
2. Ой кратерлари хақида қандай тушунчадасиз?
3. Космик ракеталар ёрдами билан Ойда қандай текшириш ишлари олиб борилган?

24-§. Ойнинг фазалари

Ойнинг кўринма ҳаракати унинг ташқи кўринишини доимий ўзгариб туришига олиб келади. Ойнинг кўринишининг ўзгариб туриши унинг *фазалари* деб аталади. Баъзан Ой осмонда кўринмай қолади. Баъзи кунлари у ингичка ўрок, ярим доира ва тўлиқ доира бўлиб кўринади. Ой фазалари, Ер каби Ой ҳам ёруғлик чиқармаслиги, шаффоф бўлмаган шар шаклидаги жисм ва Ер атрофида айланаётганда Қуёшга нисбатан турли вазиятларда бўлиши билан тушунтирилади (25-расм).

Қуёшнинг узоқда жойлашганлиги сабабли Ойга келиб тушувчи қуёш нурлари деярли параллел кўринишда бўлиб, доимо шар шаклидаги Ойнинг бевосита ярмини ёритади. Унинг иккин-



25-расм

чи ярими коронгулигига ча қолади. Бирок Ерга одатда ёруғ ярим шарининг қисми ва коронгу қисмигина кўриниб турганлиги учун Ой бизга ярим доира шаклида кўринади. Ой дискининг коронгу қисми билан ёруғ қисмини ажратиб турувчи чизик *терминатор* деб аталиб, доимо эллипсининг ярмидай бўлиб туради. Ойда атмосфера бўлмаганлиги учун кун ва тун терминатор чизиги орқали ажралади ва кескин хароратлар фарқи кузатилади. Қуёшдан Ойга ва Ойдан Ерга томон йўналишлар орасидаги бурчак ψ (пси) *фаза бурчаги* деб аталади.

Ой бир-биридан фаркланувчи 4 хил фазада бўлади. Улар аста-секинлик билан қуйидаги тартибда ўтади: янги Ой (2), биринчи чорак, тўлин Ой, охириги чорак Ой бошида (25-расмга қараңг) Ой билан Ернинг ўртасидан ўтади, Қуёш Ойни бизга кўринмаган орқа томонини ёритади. Фаза бурчаги $\psi = 180^\circ$ Ойнинг коронгу томони Ерга қараб, у осмонда кўринмай қолади. Ой бошидан икки кун ўтгач Ой ғарб томондан Қуёш ботиши билан ингичка ўрок шаклида кўрина бошлайди каварик томони Қуёшга қараган Ойнинг ўрокка ўхшаш кўриниши кун ўтган сари аста-секинлик билан кенгая бориб, Ой янгилангандан тахминан 7 кундан сўнг ярим доира шаклига келади. Биринчи чорак деб номланган фазасига ўтади. Бу вақтда Ой шарқ квадратурасида, яъни Қуёшдан шарққа томон 90° да бўлади, фаза бурчаги $\psi = 90^\circ$. Шундай қилиб, бу вақт Ойнинг ярим ёритилган ва ярим ёритилмаган ярим шарлари Ерга қараган бўлади. Бундай фаза пайтида Ой туннинг биринчи ярмида кўриниб, сўнгра горизонтнинг нариги томонига ботади.

Кунлар ўтиши билан Ердан Ойнинг ёруғ ярим шарининг каттарок қисми кўрина бошлайди, биринчи чоракдан тахминан 7 кун ўтгач, Ой тўлиб *тўлин ой фазаси* бошланади. Ой тўлган пайтда у Қуёшнинг қаршисида бўлиб, $\psi = 0^\circ$. Ерга Ойнинг тўлиқ ёритилган ярим шари қараган бўлади. Тўлин Ой тун бўйи осмонда кўриниб туради. Тахминан, у Қуёш ботган вақтда чиқади, Қуёш чиқишига яқин ботади.

Ой тўлгандан кейин унинг кўриниши қайтадан «кичрая» боради. Унинг диски ғарб томондан «камая» боради, у секин-аста йўқ бўлиб боради. Кун ўтган сари Ердан Ойнинг ёруғ тушган ярим шарининг аста-секин кичик бўлаги кўрина бошлайди. Ой тўлгандан тахминан 7 кун ўтгач у қайтадан ярим доира кўринишини олади. Охириги *чорак фазасига* ўтади. Бу пайтда Ой ғарб квадратурасида

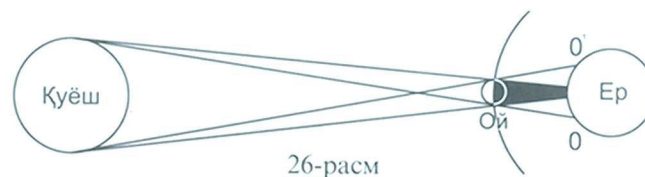
бўлади, $\psi = 90^\circ$. Шундай қилиб, қайтадан Ойнинг ярим ёритилган ва ярим ёритилмаган ярим шарлари Ерга қараган бўлади. Бирок энди Ой ғарбга томон Қуёшдан 90° да турган бўлади, туннинг иккинчи ярмидан Қуёш чиққунга қадар кўриниб туради.

Аста-секинлик билан Ой диски кичрайиб боради. Ой қайтадан ингичка ўрок шаклига келиб, шарқдан Қуёш чиқар олдидаги тонгги нур орқали кўрина бошлайди. 2–3 кундан кейин ўрок шаклидаги Ойнинг кўриниши йўқолиб, Ой осмонда кўринмай қолади. Охириги чоракдан тахминан 7 сутка ўтгач Ой боши фазаси бошланади.

1. Ой фазаларига тушунча беринг?
2. Ой боши фазаси қандай юз беради?
3. Ойнинг биринчи фазасини тушунтириб беринг?
4. Тўлин ой фазасини тушунтириб беринг?
5. Ойнинг охириги чораги фазасини тушунтириб беринг?

25-§. Қуёш ва Ой тутилишлари

Қуёш тутилиши. Ойнинг Қуёшни ёпиб қолиши *Қуёш тутилиши* деб аталади. Қуёш тутилиши Ер юзидаги турли нукталарда турлича кузатилади. Ойнинг соясидан пайдо бўлган конус ичидаги (қора соядаги) кузатувчи учунгина Қуёш диски тўлиқ ёпилади. Ер юзидаги бундай жойнинг максимал диаметри 270 км дан ортик бўлмайди. Ойнинг сояси тушган жойларда Қуёшнинг тўла тутилиши кузатилади (26-расмга қараңг).

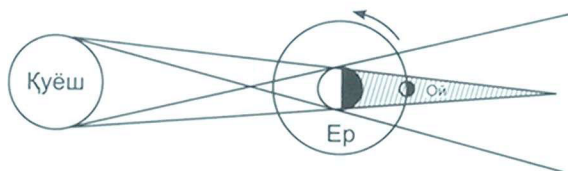


Ойнинг ярим сояси (00') тушган жойларда Ойнинг ярим сояси туширган конус ичидаги кузатувчига *Қуёшнинг қисман тутилиши* кузатилади. Бу пайтда Ой диски Қуёш дискини тўлиқ ёпмайди. Кузатувчи соянинг (конуснинг) ўқиға қанчалик яқин бўлса, Қуёш дискининг шунча катта қисми ёпилади, тутилиш фазаси шунчалик ортади. Ярим соя конусидан ташқари жойларда Қуёш диски тўлиғи билан кўриниб, тутилиш кузатилмайди.

Ой билан Ер ўртасидаги масофа 405 500 км дан 363 300 км гача ўзгариб туради. Ойдан тушган соя узунлиги эса ўртача олганда 374 000 км га тенг, демак Ой сояси конусининг учи баъзан Ер сиртига етмай қолади. Бундай пайтда Ой сояси конусининг ўқи яқинидаги кузатувчи учун қуёш тутилиши *халқа шаклида* бўлиб, Қуёш дискининг четлари ёпилмай қолади, Ойнинг қора диски атрофида юпка ялтироқ халқа пайдо бўлади.

Ернинг турли нукталарида Қуёш тутилиши турли вақтларда кузатилади. Ой ғарбдан шаркка томон ҳаракатда бўлганлиги учун Қуёш тутилиши Қуёш дискининг ғарбий қисмидан бошланади. Дастлаб унда радиуси Қуёш дискининг радиусига тенг бўлган айлананинг ёйидай шаклдаги кемтик пайдо бўлади. Сўнгра кемтик катталаша боради. Қуёш эса борган сари ингичка ўроқ шаклига келади. Қачонки Қуёш дискининг охириги нуктаси йўқ бўлганда, тўла тутилиш фазаси бошланади. Бундай тўлиқ тутилиш бор йўғи бир неча минутга – 7 минутдан кўп бўлмаган вақтгагина давом этади. Кўп пайтларда 2–3 минут кузатилади. Сўнгра Ойнинг қора диски Қуёш дискидан аста секинлик билан чиқиб кетади, тутилиш тўхтайтиди.

Ойнинг тутилиши. Ерга Қуёшдан ёруғлик тушиб, Ер ўзининг соясини Қуёшнинг қарама-қарши томонига туширади. Қуёшнинг диаметри Ернинг диаметридан катта бўлганлиги учун Ернинг сояси Ойнинг соясига ўхшаб, секин асталик билан ингичкалашиб борувчи конус шаклида бўлади. Ер соясининг конуси Ой сояси конусидан узун бўлиб, унинг Ойгача ораликдаги диаметри Ойнинг диаметридан 2,5 марта катта бўлади. Ой тутилишининг схемаси 27-расмда тасвирланган.



27-расм

Ой Ернинг атрофида айлана бўйлаб ҳаракатда бўлиб Ернинг сояси конусининг ичида бўлиб қолиши мумкин. Бундай пайтда Ой тутилиши кузатилади. Тутилиш вақтида ҳақиқатда Ойга Қуёш

ёруғи тушмаганлиги учун Ой тутилиши Ернинг Шимолий ярим шарининг барча жойларидан кўринади.

Ой ғарбдан шаркка томон йўналишда ҳаракатда бўлганлиги учун Ернинг соясига Ойнинг чап томонидаги четки қисми биринчи киради. Бу қисмида кемтик пайдо бўлиб, у секин-асталик билан каттая бориб, Ойнинг кўринган диски ўроқ шаклини олади. Агар Ой Ернинг соясига тўлиқ кирса, у ҳолда *Ойнинг тўлиқ тутилиши* кузатилади. Сояда фақат Ойнинг бирор қисмигина бўлиб қолса, у ҳолда тутилиш тўлиғи билан бормайди. Ер соясининг диаметри Ойгача бўлган ораликда. Ой диаметридан 2,8 марта катта бўлганлиги учун Ойнинг тўлиқ тутилиши 1 соат гача давом этиши мумкин. Ой тутилиши фақат тўлиқ Ой фазасидагина кузатилиши аниқ.

1. Қуёшнинг тўла тутилиши қандай кузатилади?
2. Қуёшнинг қисман тутилиши қандай пайтда кузатилади?
3. Ойнинг тутилишини тушунириб беринг?

26-§ Ойнинг тупроғи

Ойга автоматик станцияларнинг муваффақиятли учирилиши ва унга экспедицияларнинг жўнатилиши натижасида Ой тупроғининг механик хоссалари, унинг химиявий ва минералогик таркиби маълум бўлди. Россиянинг Коинотни тадқиқот қилиш дастурида Ойни автоматик станциялар билан ўрганиш кўзда тутилган. Шу сабабдан Ойга бир қанча автоматик сайёралараро станциялар охишта қўндирилди. «Луноход-1» ва «Луноход-2» ўзи юрар лабораториялар етказилди, шунингдек Ой тупроғини олиб келувчи станциялар («Луна-16» 1970-й.; «Луна-20» 1972-й.; «Луна-24», 1976-й.) муваффақиятли учирилди.

«Луна-16» Ердан 1970 йилнинг 12-сентябрида учирилиб, Ойнинг Моря Изобилия денгизи ҳудудига охишта қўндирилди. Тупроқни пармалаш ва махсус герметик контейнерга солиш автоматлаштирилган аппаратлар ёрдамида амалга оширилди. «Луна-16» ўша йили 24-сентябрда Ерга қўндирилди. Шу куни олиб келинган Ойнинг тупроғи олимлар қўлига тегиб, турлижихатдан синчковлик билан текширила бошланди. (Жами Ойдаги тупроқнинг турли намуналаридан 400 кг келтирилган).

Ойнинг «денгизларидаги» тупроқ унинг «материкларидаги» тупроқдан фарк қилади. Денгизларидаги тупроқ ердаги *базальт*-

ларга – вулканли тоғларда пайдо бўлган тоғ жинсларига ўхшайди. Материклардаги тупроқларда бироз оч рангдаги жинслар – анортозитлар устунлик қилади. Ойдаги базальтларда *темир*, *кремний* ва бизга маълум бўлган химиявий элементлар кўпроқ учрайди. Ойдаги анортозитларда *алюминий* ва *кальций* кўпроқ учрайди. Шундай қилиб, Ойдан олиб келинган тупроқнинг таркибида Ерда учровчи химиявий элементлар бор эканлиги исботланди. Бироқ уларнинг нисбатан микдорларида нисбий ўлчамларида бироз фарк бор. Масалан, айрим жойларнинг тупроқларида *титан*, *скандия* ва *циркония* кўпроқ учраса, *симоб*, *қўрғош*ин, *хлор* ва *бром* каби элементлар кам учрайди. *Платина*, *олтин* ва *қумуш* оз микдорда эканлиги аниқланди.

Ҳозиргача Ойдаги тупроқларнинг барча турлари тўла текширилиб бўлгани йўқ. Шунга қарамай, уларнинг пайдо бўлган вақти 3,14 дан 4,4 *млрд* йилга яқин эканлиги текширилди. Ой тупроғидан олинган маълумотлардан Ой ҳам, Ер пайдо бўлган вақтда пайдо бўлган деган хулоса келиб чиқади.

Ойнинг сиртки катлами эрозия (емирилиш) жараёнига дучор бўлган (меторитларнинг урулиши ва бошқалар). Ойдаги тошларни юпка катламда чанг босган. Бу чанглар Ойга қўнган астронавтларнинг оёқ кийимларига ва скафандрларига ёпишиб қолган.

Ойдан ҳеч қандай микроорганизмлар топилмади. Лабораторияда синчиковлик билан Ойдан олинган тупроқдан унинг пайдо бўлган вақти аниқланган. Уларнинг ичида энг «ёши» денгизларидаги тупроқ бўлиб чиққан (3 *млрд* йилга яқин). Ойнинг Материкларидаги тупроқлари эса тахминан бир миллиард йил аввал



28-расм

пайдо бўлган. Шундай қилиб, Ойдан олиб келинган моддаларни текшириш Ойдаги тупроқнинг пайдо бўлиши ҳақидаги муҳим маълумотлар беришига шубҳа йўқ. Ойнинг сиртига қўнган астронавт 28-расмда тасвирланган.

1. Ой тупроғи Ерда қачон ва қандай олиб келинган?
2. Ой «денгиз»ларидаги тупроқ билан «материк»ларидаги тупроқнинг фарқи нимада?
3. Ой ва Ердаги химиявий элементларнинг фарқи нимада?
4. Ойдан олинган тупроқнинг пайдо бўлиш муддатлари қандай?

27-§ Ер типидagi сайёраларнинг умумий характеристикалари ва атмосфералари

Бизга маълум бўлган 9та сайёра Қуёш атрофида айланади. Қуёшга нисбатан масофалари бўйича улар қуйидаги тартибда жойлашган: Меркурий, Венера, Ер, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун ва Плутон. Физикавий характеристикалари бўйича бу 9та сайёра икки гуруҳга бўлинади. Меркурий, Венера, Ер ва Марс сайёралари ўхшашликлари бўйича *Ер типидagi сайёраларга* киради. Бу сайёраларнинг барчаси ўлчамлари ва массалари жиҳатдан унча катта эмас, (уларнинг ичида энг каттаси Ер) сирти каттик тупроқ зичликлари ўртача зичликда ($5,52 \text{ г/см}^3$) ва Меркурийдан ташқари барча сайёралар атмосферага эга. Ер типидagi сайёраларнинг физикавий характеристикалари асосан, радиолокацион (радар) ва космик-техник усуллар орқали аниқланган.

Ер. Қуёшга нисбатан учинчи сайёра. Экваториал радиуси $R_9 = 6378 \text{ км}$ ва ўртача радиуси $R_{\text{ўрт}} = 6371 \text{ км}$ бўлган сфероид шаклга эга. Россия ва АҚШ нинг сайёралараро автоматик станциялари орқали Ер бир неча марта фотосуратларга олинган. Ернинг массаси $M \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$, ўртача зичлиги $5,52 \text{ г/см}^3$ га тенг. Ер сиртидаги биринчи космик тезлик $v_{1к} = 7,91 \text{ км/с}$. Жисм бундай тезликка эга бўлганда (Ер сиртига яқин масофада) Ер атрофида орбита бўйлаб ҳаракатда бўлади. Иккинчи космик тезлик $v_{2к} = 11,2 \text{ км/с}$. Бундай тезликка эга бўлган жисм Ернинг тортилиш майдонидан чиқиб, сайёралараро фазода ҳаракатда бўлади.

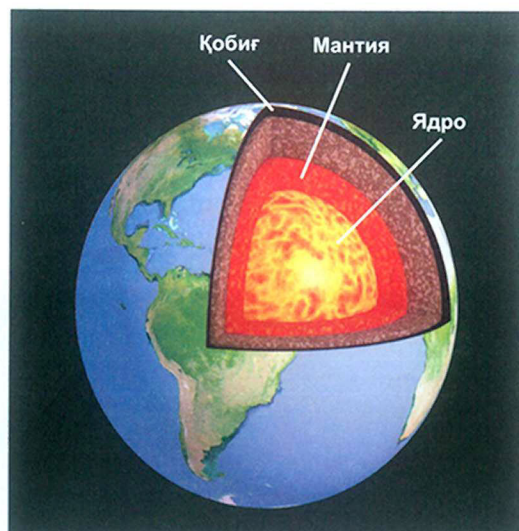
Ер сиртининг умумий майдони $S = 5,1007 \cdot 10^8 \text{ км}^2$, унинг 70,8% ини гидросфера яъни океанлар ва денгизлар эгалласа, 29,2% литосфера қуруқликни ташкил қилади.

Ер атмосферасининг 75% ини азот, 23,1% ини *кислород*, қолган оз қисмини *углерод* ва бошқа газлар аралашмалари ташкил қилади. Сув буғларининг миқдори ҳаво ҳароратига кўра ўзгариб, ўртача 2% дан 3% гача бўлади.

Юқорига кўтарилган сари атмосфера босими камайиб, 6 км баландликка етганда, денгиз сатҳи босимидан икки марта кам бўлади. Атмосферанинг энг қуёи қатлами *тропосфера* деб аталиб, у 12–18 км гача чўзилади. Бундай баландликда ҳарорат -55°C га, атмосфера босими 0,026 *атм* гача пасаяди, тропосфера атмосфера массасининг 80% тидан кўпини, амалда сув буғларининг массасини ташкил қилади. Ундан юқорида 50–55 км баландликда *стратосфера* қатлами эгаллайди.

Атмосферанинг юқори қатлами Қуёш нурларининг таъсирида ионлашади, шу сабабдан энг юқори қатлами *ионосфера* деб аталади. Атмосфера Ерни кўп миқдоридаги метеорид жисмлар урилишидан, шунингдек зарарли космик нурлардан сақлайди.

Ҳозирги пайтда океанларнинг остидаги Ер қобиғи 6 км дан 10 км гача, материкларда эса 35–70 км гача деб ҳисобланмоқда.



29-расм

Ер қобиғи остида *мантия* деб аталувчи қатлам ётади. Мантиянинг қалинлиги 2900 км га етади. Ундан сўнг *Ер ядроси* жойлашган (29-расмга қаранг).

Меркурий. Меркурий Ер типигаги сайёраларнинг энг кичиги ҳисобланади. Унинг диаметри 4880 км, массаси Ер массасининг 0,056 қисмини ташкил қилади, ўртача зичлиги $5,42 \text{ г/см}^3$ га тенг. АҚШ нинг сайёралараро автоматик станцияси «Маринер-10» томонидан 1974-йилнинг 29-мартда олинган Меркурийнинг фотосуратида унинг сирти, Ой сиртига ўхшаш эканлиги аниқланди (30-расм). Баъзи кратерларнинг остки қисми қотган *лавадан* (тошқўмирга ўхшаш қатламдан) иборат. Катта кратерлардан тар-қалаётган рангли нурлар, балки Ойдаги каби, унинг атрофидаги майда зарралардан пайдо бўлиши мумкин. Сайёранинг сиртидаги қора рангдаги худудлар *чўллар* деб аталиб, уларга қадимги Юнон афсоналарининг номлари қўйилган. Уларга *Афродитлар чўли*, *Гермес чўли* ва бошқалар қиради. Ойдаги денгизларга ўхшаш айлана шаклидаги кенг еттита майдон текисликлар деб аталади. Уларнинг ичида олтитасининг ўлчами 600 км – 980 км гача етса, еттинчисиники эса, 1300 км га етиб *иссиқ текислик* деб аталади. Чунки бу текислик сайёранинг Қуёш нуридан ўта кучли исийдиган худудида жойлашган.



30-расм

Радиолокацион кузатишлар Меркурийнинг ўз ўқи атрофида жуда секин айланишини аниқлади. Унинг юлдуз суткалари, яъни юлдузларга нисбатан ўз ўқи атрофидаги айланиш даври 58,65 суткага тенг. Меркурий сиртида атмосфера йўқ. Шунинг учун унинг Қуёш нури тушиб турган ярим шари жуда иссиқ бўлади. Меркурийнинг Қуёш нури тик тушган нуктасида ҳарорат 400°C дан юқори ҳароратни кўрсатган. Бундай ҳароратда қўрғошин, қалай, ҳатто рух ҳам эрийди.

Венера. Венера сайёрасининг сиртини Ердан оптик кузатишлар (телескопларда) олиб бориш қийин. Чунки бу сайёра доимо

булутлар билан қопланиб туради (31-расм). Шу сабабдан бу сайёранинг физикавий характеристикалари радиолокация ва космик изланишлар орқали олинган. Рус олими Ломоносов биринчи бўлиб Венера атмосферага эга эканлигини аниқлаган.



31-расм

Венеранинг массаси Ер массасининг 0,815 ни ташкил қилади, радиуси $R_v = 6050$ км, ўртача зичлиги $S_v = 5,24$ г/см³ га тенг. Сайёранинг асосий текшириш ишлари 1961–1985 йиллар оралиғида Собиқ Иттифок (СССР) нинг «Венера» типидagi «Венера-4», «Венера-16» автоматик станциялари орқали олиб борилган. Текширишлар натижасида Венера атмосферасининг деярли 96% ти CO₂ (карбонат ангидрид) газидан, 4% атрофида N (Азот), 0,002% O₂ (кислород), 0,02% сув буғидан иборат эканлиги аниқланган. Венера сайёрасига туширилган автоматик асбоблар унда магнит майдони йўқ эканлигини, унинг сиртидаги ҳарорат +470 +480° С гача етишини, атмосфера босими Ер атмосфера босимидан 100 марта катта эканлиги ҳақидаги маълумотларни радио тўлқинлари орқали Ерга жўнатган. Ердан шунингдек сайёралараро автоматик станциялар орқали ўтказилган радиолокацион текширишлар, Венеранинг ташқи рельефини аниқлаш имконини берди. Унда тоғ тизмалари, кратерлар бор эканлиги маълум бўлди.

Венеранинг сиртидаги тоғ жинсларидан радиоактив калий, уран ва торийнинг анализлари, уларнинг Ердаги базальт (вулканли тоғларда пайдо бўлган тоғ жинси) тоғ жинсларига ўхшаш эканлиги аниқланди. Сайёра сиртига қўндирилган (1975–1982) «Венера 9, 10, 13, 14» автоматик станциялардаги телевизион камералар, дунёда биринчи бўлиб, Венера сайёрасининг тошли ҳудудларини Ерга кўрсатган. Венера сайёрасининг табиий йўлдошлари йўқ.

Марс. Марс сайёраси Ер типидagi сайёраларнинг тўртинчиси, диаметри бўйича тахминан Ердан икки марта (радиуси 3386 км) ва массаси бўйича 9 марта кичик. Сиртидаги эркин тушиш тезланиши 3,76 см/с² га тенг. Сайёранинг экватори унинг орбита текислигига оғмаллиги 24°56' га тенг. Ернинг оғмаллиги 23°5 бўлиб, Марсда ҳам фасллар алмашиши кузатилишини билдиради.

Телескоп орқали Марс дискини кузатганда, куйидаги деталларни кўриш мумкин:

1. Дискнинг 2/3 қисмини эгаллаган ёруғ ҳудудларни ёки материкларни. Улар кизғиш-сарик рангдаги бир текис ёруғ майдонлар бўлиб ҳисобланади.

2. Кутб қалпоклари – кутблар атрофида кузда пайдо бўлиб, ёзнинг бошларида йўқ бўлувчи оқ доғлар. Бу энг яхши кузатилувчи кўриниш (деталлар) бўлиб ҳисобланади.

3. Дискнинг 1/3 қисмини эгаллаган қоронғу ҳудудлар (ёки денгизлар). Улар катталиклари ва шакллари бўйича ҳар қандай доғлар кўринишида ёруғ ҳудудлар фонида кўринади.

Булутлар – атмосферага жойлашган (локализацияланган) вақтли кўринишлар. Баъзан улар дискнинг деярли барча қисмини ёпиб, кузатишларга тўсқинлик қилади.

АҚШнинг сайёралараро автоматик станциялари «Маринер-4» (1965 й.), «Маринер-6» ва «Маринер-7» (1969 й.). Марс яқинидан ўтиб, турли масофаларда унинг кўринишини фотосуратга олган. Марснинг фотосурати 32-расмда кўрсатилган.



32-расм

Марс атрофидаги орбитага чиқарилган автоматик станциялар, лабораториялар, унинг атмосферасини текшириш имконини берди. Бу сайёранинг атмосфераси ўта сийрак ва унинг босими

тахминан Ерникидан 100 марта оз бўлиб чикди. Асосан у CO_2 (карбонад ангидрид) газидан ташкил топиб, кислород ва сув буғлари жуда оз микдорда эканлиги аниқланди.

Марсдаги шароит ўта мураккаб. Унинг экваторида ёзда ҳарорат 0°C гача кўтарилиб, тунда (-70°C дан -100°C) гача пасаяди. Ҳароратнинг суткалик ўзгариши $100-150^\circ \text{C}$ гача етади. Марсда баъзан чангларни учирувчи бўрон-шамол кузатилиб, у ойлаб давом этади. Автоматик станциялар орқали унинг тупроғи текширилиб, Ер ва Ой тупроқлари билан ўхшашлиги бор эканлиги исботланди. Марсдаги магнит майдони Ерникига қараганда жуда кучсиз эканлиги аниқланди. АҚШ нинг сайёралараро автоматик станциялари «Викинг-1» ва «Викинг-2» орқали олиб борилган биологик экспериментлар Марсда органик бирикмаларнинг ва тирик организмларнинг мавжудлигини тасдиқловчи ижобий натижалар бермади.

- ?
1. Ер типдаги сайёраларга қайси сайёралар киради?
 2. Ер ҳақида тўлиқ тушунча беринг?
 3. Меркурий сайёраси ҳақида тўлиқ маълумот беринг?
 4. Венера сайёраси ҳақида нималарни биласиз?
 5. Марс сайёраси ҳақида гапириб беринг?
 6. Марс сайёрасини қандай кўринишларда кўриш мумкин (телескоп орқали қараганда).

28-§. Ер типдаги сайёраларнинг ташқи кўриниши

Бизнинг сайёрамизнинг сирти, унинг материклари ва океанлари физикавий география курсидан бизга яхши маълум. Ер типдаги бошқа сайёраларнинг ташқи кўринишлари, Ернинг ташқи кўринишидан фарқ қилиб, кўпроқ Ойнинг ташқи кўринишига ўхшаб кетади. Шу сабабдан Ер типдаги сайёраларнинг ташқи кўринишларини ўрганишдан олдин, Ойнинг ташқи кўриниши ҳақида қисқача тушунчага эга бўлишимиз зарур. Бундай тушунчаларни етарли микдорда 23-§ дан олиш мумкин.

Меркурийнинг ташқи кўриниши. Меркурий Қуёшга яқин бўлганлиги учун, уни кузатишда қийинчиликлар пайдо бўлади. Шу сабабдан бу сайёранинг харитаси аввалдан маълум бўлсада, Меркурийни Ердан олиб борилган кузатишлар унинг сирти ҳақида аниқ маълумотлар бера олмаган. 1974-йилнинг баҳоридагина АҚШнинг сайёралараро автоматик станцияси «Маринер-10», Мерку-

рийнинг яқинидан учиб ўтиб, Ерга унинг биринчи фотосуратини жўнатган. Меркурийнинг ташқи кўриниши Ойнинг ташқи кўринишига жуда ўхшаш бўлиб чикди. Ойдаги сингари Меркурийдаги кратерларнинг бир қисмининг ости ясси, бошқаларининг ўртача ўлчами кичик тоғ чўққиларига кўтарилиб туради. Аниқланган кратерларнинг диаметрлари бир неча 100 метрдан 120 км гача етади. 1947-йили рус олимлари В. В. Фединский билан К. П. Танюкович Меркурийда метеорлар тушишидан пайдо бўлган кратерлар бўлиши мумкин деган фикрни айтиб ўтишган.

Ундан чорак аср ўтмасдан Меркурийда кратерларнинг бор эканлиги аниқланди. 1974-йилнинг сентябрида «Маринер-10» иккинчи марта Меркурийга яқин масофадан (50 000 км чамасида) учиб ўтиб, унинг 40% га яқин сиртининг майдонини ўз ичига олган фотосуратларини юборган. Шундай қилиб, Меркурийда, Ойдаги каби метеоритлар ва вулкандан пайдо бўлган кратерлар мавжудлиги исботланди.

Венера сайёрасининг ташқи кўриниши. Қалин атмосфера билан қопланган Венера сайёрасининг ташқи кўриниши ҳақида ҳозирча маълумотлар кўп эмас. Ҳақиқатда, Ердан олиб борилган радиолокацион текширишлар унинг сирти текис эмаслигини кўрсатиб, унинг харитасини тузиш имконини берди. Балким Венерада (айниқса унинг экваторида) ҳам Ойдаги сингари кўплаб кратерлар бўлиши мумкин. Маълум бўлган кратерлар ичида энг каттасининг диаметри 160 км га етади. Олимлар Венерадаги кратерлар чуқурлиги унчалик катта бўлмаслигини айтиб ўтишган, энг чуқури 400 м дан ортмайди. «Венера-8» станцияси орқали Венеранинг сиртига туширилган аппаратга ўрнатилган гамма-спектрометр, сайёранинг тупроғидаги радиоактивликни ўлчашга имкон берди. Унда Ернинг қобиғи ва мантиясига қараганда радиоактив элементлар кўпроқ бўлиб чикди. Шунга асосланиб рус олимлари станция қўнган ҳудудлар сиртидаги тоғ жинслари, Ердаги гранитларга айнан ўхшаш деган хулосага келди.

1975-йилнинг октябрь ойида собик Иттифокнинг сайёралараро автоматик станциялари «Венера-9» ва «Венера-10» Венеранинг сиртига бир-биридан 2000 км масофада охиста қўндирилган. Шундай қилиб, жумбоқли сайёра сиртининг биринчи манзараси телевизион тасвирга тортиб олиниб, Ерга жўнатилди. Бунда олимлар Венера сайёраси сиртида тоғ тизмалари ва кўплаб тошларни куза-

тишган. Венеранинг микрорельефи Ойга қараганда зич. Бир канча кийинчиликларга қарамай, Венера сайёрасининг ташки кўриниши ҳақида олинган маълумотлар ҳозирча ана шулардир.

Марс сайёрасининг ташки кўриниши. Кенг майдонга ўхшаш кизғиш ёруғ ҳудудлар (материклар) сайёранинг 2/3 қисмини эгаллайди. Телескоп орқали унинг кутбларида оқ рангли кутб қалпоқларини кўриш мумкин. Уларнинг майдонлари баҳорда ва ёзда маълум ўлчамда кичрайиб туради. Марсда сув микдори жуда оз. Қаттиқ шамол бўлганда катта массадаги чанглар атмосферага кўтарилади. Бундай чанглар сайёранинг сиртини Ердан кузатганда тўскинлик қилади. 1971-йилнинг охирида бўлган кучли бўрон (сўнгги юз йил ичида энг кучли) «Марс-3» ва «Маринер-9» станциялардаги текшириш ва экспериментларга катта халакит берган.

Марсда Ойдаги каби кўплаб кратерларнинг бўлиши уни текширувчилар учун қутилмаган кашфиёт бўлди. АҚШнинг «Маринер» (1965–1972) ва Собиқ Иттифокнинг «Марс» (1971–1974) станцияларидан Ерга юборилган фотосуратларда унча кўп бўлмасда, ундаги кратерларнинг энг каттасининг диаметри юзлаган км га етган кратерлар кўринган.

Марс рельефини диққат билан олиб борилган тадқиқотлар унинг Ойнинг ташки кўринишига ўхшабгина қолмасдан, катта фарқлари бор эканлиги аниқланди. Марсдаги кратер Ой ва Меркурий кратерларидан фарқ қилиб, узок вақт кучли шамол эрозиясига учраган бўлган. Кратерлар факат Марснинг сиртида бўлиб қолмасдан, унинг йўлдошларида ҳам кузатилган. Марснинг *Фобос* ва *Деймос* йўлдошларида атмосфера йўқ. Шунинг учун Марснинг йўлдошлари кратерларида шамол эрозияси кузатилмайди.

Кратерлар Марс сайёрасининг ташки сирти нотекис эканлиги ягона кўрсаткич эмас: радиолокацион ва спектроскопик кузатишлар Марсда чўзиқ жарликлар ва ёриқлар бор эканлигини кўрсатди. Уларнинг нисбий баландликлари ўртача 10–15 км га етади. Марс сайёрасида Қуёш системасида энг баланд *Олимп тоғи* бўлиб баландлиги 27 км га тенг.

- ?
1. Меркурий сайёрасининг ташки кўриниши қандай?
 2. Венера сайёрасининг ташки кўриниши ҳақида нималарни биласиз?
 3. Марс сайёрасининг ташки кўриниши нимаси билан фарқ қилади?

29-§. Улкан (гигант) сайёраларнинг характеристикалари ва ўзгачаликлари

Улкан сайёраларга Юпитер, Сатурн, Уран ва Нептун қиради. Плутон ҳозирча тўлиқ текширилиб бўлмаган. Ўлчами ва массасига кўра, у Ер типидagi сайёраларга яқин. (2007-йили Прага шаҳрида ўтказилган Дунё астрономлари йиғинида Плутон кўпчилик овоз билан сайёралар каторидан чиқарилганлиги оммавий маълумот хабарларида билдирилган).

4 та Улкан сайёралар ичида яхши ўрганилгани Юпитер ҳисобланади. Юпитер бу гуруҳдаги энг катта сайёра, улкан сайёралардан бизга ва Қуёшга яқини. Юпитернинг айланиш ўқи унинг орбита текислигига деярли перпендикуляр, шу сабабдан унда фасллар алмашилиши кузатилмайди.

Барча улкан сайёраларнинг ўз ўқи атрофида айланиш тезликлари каттарок, зичликлари, кам. Барча улкан сайёралар қалин атмосфера билан қопланган, биз уларда факат сузиб юрган булутларнигина кўра оламиз. Юпитердаги булутларни ҳатто кучсиз телескоп орқали ҳам кўриш мумкин. Юпитер кутблари экватор қисмига қараганда секинроқ айланади. Экваторда айланиш даври 9 соат 50 мин., ўрта кенгликларда бир неча минутга кўпроқ. Бошқа улкан сайёралар ҳам шундай айланма ҳаракат қилишади.

Улкан сайёралар Қуёшдан узокда жойлашганлиги уларнинг ҳароратлари жуда паст: Юпитерда -145°C , Сатурнда -180°C Уран ва Нептунда ундан ҳам паст. Улкан сайёраларнинг атмосфералари асосан молекула ҳолатидаги водороддан иборат, унда метан CH_4 гази ҳам бор. Юпитер ва Сатурн атмосфераларида аммиак ҳам топилган. Турли сайёраларнинг атмосферасида юз берувчи жараёнларни ўрганишимиз, Ердаги метеорологик ва климатологик текширишлар учун фойдали.

Улкан сайёраларнинг водород ва гелийдан ташкил топган моддалари назарий жиҳатдан ишлаб чиқилган. Юпитернинг ички тузилишининг моделларини ҳисоблашда марказга яқинлашган сари водород тартибли ҳолда газ ҳолатидан, газ-суюқлик ва суюқлик фазалари орқали ўтишини кўрсатди. Юпитернинг марказида ҳарорат бир неча минг кельвинга етсада, унда металлдан, силикатлардан ва металл фазасидаги водороддан иборат суюк ядро жойлашган. 1975-йили металл фазасидаги водород лаборатория шароитида олинди. Бу эса, улкан сайёраларнинг ички

тузилиши хақидаги назарий ҳисоблашларнинг тўғри эканлигининг исботи.

Юпитер магнит майдонига эга бўлганлиги сабабли Ерга ўхшаб радиоацион камровга эга. Унинг магнитосфераси катта 4 та йўлдошларини камраб, миллионлаган километрларгача чўзилган. Юпитер радио нурланишлар манбаи ҳисобланади.

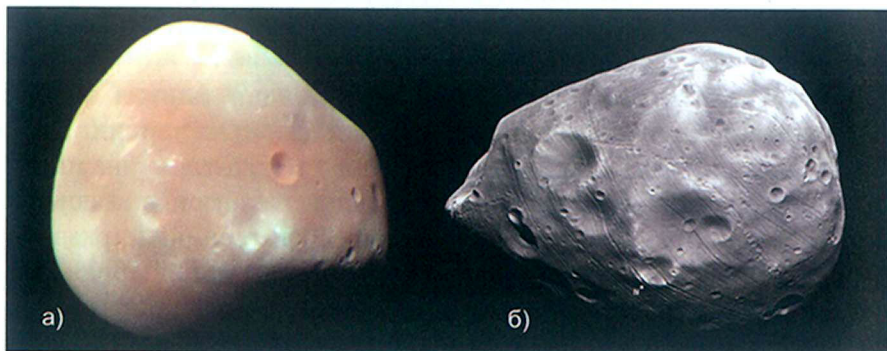
Улкан сайёраларнинг ўзгачаликларига мисол қилиб, Ураннинг ўз ўқи атрофида айланишини олиш мумкин. У Венера каби, бошқа сайёраларнинг айланиш йўналишига қарама-қарши йўналган. Бундан ташқари Уран сайёраси ёнбошига оғиб олгандай бўлиб айланади. Шунинг учун бу сайёранинг сиртига тушувчи ёруғлик йил бўйи ўзгариб туради.

- ?
1. Улкан сайёраларга қайси сайёралар қиради?
 2. Улкан сайёралардан қайси бири кўпроқ ўрганилган ва унинг ўзгачалиги қандай?
 3. Улкан сайёраларнинг ўзгачаликлари қандай?

30-§. Сайёраларнинг йўлдошлари ва халқалари

Меркурий ва Венера сайёраларининг табиий йўлдошлари йўқ. Ернинг ягона табиий йўлдоши – Ой. Ойнинг диаметри Ер диаметридан 4 марта кичик. Плутон сайёрасининг биттагина йўлдоши бўлиб, унинг номи Харон. Унинг ўлчами сайёранинг диаметридан 2 марта кичик. Марс сайёраси иккита йўлдошга эга – Фобос (кўркинч) ва Деймос (дахшат) (33-расмга қаранг).

а) Деймос, б) Фобос.



33-расм

Қолган сайёраларнинг йўлдошлари кўп, бироқ уларнинг ўлчамлари сайёраларнинг ўлчамларидан жуда ҳам кичик. Улкан сайёраларга яқин масофада учиб ўтган космик аппаратлар, аввал маълум бўлмаган кичик ўлчамли йўлдошларни аниқлаган. Масалан, Ураннинг кейинги пайтларда яна саккизта йўлдоши топилди.

Йўлдошлар ичида энг катталари – Сатурннинг *Титан*, Юпитернинг учинчи йўлдоши *Ганимед* ҳисобланади. Улар диаметри бўйича Ойдан 1,5 марта катта ва Меркурий сайёрасидан бирозгина кичик. Йўлдошлар ичида фақат Титан азотдан ташкил топган атмосферага эга.

Сайёралараро автоматик станциялар ёрдамида яқин масофадан Марснинг йўлдошларини ва улкан сайёраларнинг йўлдошларининг кўпгинасини аниқ, сифатли фотосуратларини олиш имкони пайдо бўлди. Уларнинг сиртидаги кўплаб деталлари: кратерларни, ёрилган, айрим нотекис жойларни кўриш мумкин. Барча йўлдошларлар, ҳаттоки диаметри 20 кмга яқин бўлган Марснинг йўлдоши ҳам асосан тўқнашишдан (метеоритлар) пайдо бўлган кратерлар билан қопланган. Юпитернинг катта эгиз 4 та йўлдошлари (*Ио, Европа, Ганимед, Калисто*)ни дурбин орқали ҳам кўриш мумкин. Телескоп орқали бир неча соат кузатиб, йўлдошларнинг маълум масофага силжишини кўриш мумкин.

Йўлдошларнинг баъзилари ўзгача ҳаракатда бўлади: Масалан, Марс сайёраси ўз ўқи атрофида бир марта айлангунгача, Фобос Марсни уч марта айланиб чиқади. Марснинг йўлдошлари унинг сиртига яқин масофада айланади. Фобос йўлдоши, Марс сиртига нисбатан унинг диаметридан кичик масофада жойлашган.

Юпитер билан Сатурннинг узоқ масофадаги йўлдошларининг ўлчамлари жуда кичик бўлиб, аниқ шаклга эга эмас, уларнинг айримлари сайёранинг айланиш йўналишига қарама-қарши томонга айланади. Ураннинг йўлдошларини орбита текисликлари, сайёра экваторининг текислигига яқин бўлганлиги учун, унинг орбита текислигига деярли перпендикуляр бўлади.

Улкан сайёралар учун кўп сонли йўлдошларнинг бўлишигина характерли бўлмай, улар халқаларга ҳам эга. Бироқ Ердан телескоп орқали Сатурнни ўраб турган, қалинлиги бир неча юз метрдан катта бўлмаган халқасини кўриш мумкин. Баъзи халқаларнинг эни Ер шари диаметридан бир неча марта катта бўлади. Сатурн



А. А. Белопольский (1854–1934). Рус астрономи, астрономик объектларни спектрал текшириш усулларининг асосчиларидан бири. Доплер эффектини экспериментал исботлаган ва кўплаб юлдузларнинг нурий тезликларига аниқликлар киритган. Сатурн халқасининг айланишини текширган ва уларни майда космик жисмлардан ташкил топганлигини исботлаган.

сайёрасининг халқасининг турли кўринишлари 34-расмда берилган. Рус олими А. А. Белопольский Сатурн халқасининг спектрини текшириб, Сатурннинг халқаси туташ эмас, кўплаб майда бўлакчалардан иборат деган назарий хулосанинг тўғрилигини исботлаган. Сатурнга учирилган автоматик станциялар оркали олинган фотосуратлар унинг халқасининг ўрта қисми қора халқасимон ораликлар билан ажралган бир неча юзлаб айрим ингичка ички «халқачалар»дан иборат эканлигини кўрсатди. Халқанинг бундай тузилишда бўлиши халқани ташкил қилувчи модда бўлакчалари сайёранинг кўплаган йўлдошларини гравитацион таъсири туфайли деб тахмин қилинади. Кейинчалик Уран ва Юпитернинг атрофида ҳам юпка, хира кузатиловчи халқалар ҳам топилган. Бу халқалар оралиғи очиклиги билан Сатурн халқасидан бироз фарқ қилади. Улкан сайёралар атрофида халқалар бўлишини рус



34-расм

олими С. К. Всехсвятский томонидан 1960-йили олдиндан айтилган эди. 1979-йилнинг 4-мартда АҚШ нинг «Вояджер-1», шу йили 10 июлида «Вояджер-2» сайёралараро автоматик станциялари томонидан фотосуратга олинди. Халқанинг ташки радиуси 126000 км га яқин, халқа жуда юпка, Ердаги кузатувчи Юпитер халқасини телескоп оркали кўра олмайди.

- ? 1. Йўлдошлари йўқ сайёралар борми, улар қайсилар?
2. Энг катта йўлдошларни биласизми?
3. Сайёраларнинг халқалари ҳақида нималарни биласиз?

31-§. Астероидлар (кичик сайёралар), метеоритлар ва кометалар (думли юлдузлар)

Астероидлар. Кичик сайёралар ёки астероидлар Марс ва Юпитер орбитаси оралиғида айланади ва бевосита (телескопсиз) қаралганда кўринмайди. Италиялик астроном Ж. Пиацци (1746–1826) 1801-йилнинг 1-январидида астрономик кузатишлар олиб бораётиб, Хўкиз (Савр) юлдузлар туркумида секин-аста ҳаракатланиб бораётган юлдузга ўхшаш объектнинг борлигини аниқлаган. К. Гаусс (1777–1855) унинг орбитасини ҳисоблаб чиқди, у Куёшни эллипс бўйлаб айланиб, бу эллипснинг катта ярим ўқи 2,77 *а. б.* га, эксцентритети $e = 0,08$ га тенг бўлган. Шундай қилиб, ўта кичик ўлчамли сайёра кашф этилган. Уни *Церера* деб номлашган. Ундан кўп ўтмай шу сайёрага ўхшаш 3 та кичик сайёралар – *Паллада*, *Веста* ва *Юнона* топилди. XIX аср давомида кичик сайёралар сони кўпайиб борди. Улар астероидлар (грекчадан «юлдузга ўхшаш» деган маънони билдиради) деб номланган. XIX асрнинг охиридан бошлаб, астероидларни текширишда фотографиядан фойдалана бошланди. Ҳозирги вақтда 1800 та астероиднинг орбиталари маълум, уларнинг ичида энг ёруғи *Веста* астероиди ҳисобланади.

Дастлабки 4 та астероидларнинггина диаметрларини аниқлаш мумкин бўлган. Уларнинг ичида энг каттаси Церераники 780 км, энг кичиги Юнонаники эса 200 км эканлиги аниқланган. Кичик астероидларнинг кўпчилиги Куёшдан ўртача масофада 2,2 *а. б.* билан 3,6 *а. б.* оралиғида ёки Марс билан Юпитер орбиталари оралиғида ҳаракатда бўлади. Бу оралик астероидлар ҳудуди дейилади. Эслатма: 1 *а. б.* (астрономик бирлик) – Ердан Куёшгача бўлган ўртача масофа ёки 150 млн км га тенг. Кўпгина астероидларнинг

(97%) орбиталарининг эксцентриситетлари 0,3 дан кичик. Бироқ орбиталари астероидлар худудидан чикиб кетувчи майда сайёралар ҳам бор.

Сайёраларо фазода астероид каби жисмларнинг сони жуда ҳам кўп бўлиши керак, биз уларнинг ичидан фақат катталарининг на кузата оламиз. Бундай жисмлар бир-бирлари билан тўқнашиб майда бўлакларга ажралади, сайёраларо фазони ҳар қандай ўлчамдаги астероидлар бўлаклари эгаллаган. Уларнинг баъзилари Ерга урилиб, унинг сиртига метеоритлар бўлиб тушади.

Астероидлар ва сайёраларнинг Куёшдан узоклигини ўртача масофасини ҳисоблаш XVIII асрда топилган. *Тициус-Боде* қоида-сига кўра топиш мумкин. Бу қоида бўйича

$$a = 0,1 (3 \cdot 2^n + 4) \text{ а. б.} \quad (31.1)$$

Бу ерда, a – Куёшгача бўлган ўртача масофа, астрономик бирлик бўйича; n – Ҳар бир сайёра учун ўзгача қийматга эга. Масалан: Меркурий учун $n = \infty$, Венера учун $n = 0$, Ер учун $n = 1$, Марс учун $n = 2$, астероидлар учун $n = 3$, қолган сайёралар учун жойлашган тартибига кўра ортиб боради. Шунга асосан астероидлар учун ҳисобланган масофа 2,8 а.б. га тенг бўлса, ҳақиқий масофа эса 2,2 а.б. дан 3,6 а.б. оралиғида ёки 2,9 а.б. ни ташкил этади.

Янги астероидлар ҳар йили кашф этилади. Янги астероидни кашф этган кузатувчи, бу астероидга ўзи номини қўйиш ҳукукига эга. Бироқ бу ном Халқаро комитет томонидан тасдиқланиши керак. Астероидларга кўпинча машҳур олимлар, қахрамонлар, санъат арбоблари номлари берилади. 1978-йили кашф этилган астероидга астрономия дарслигининг дастлабки муаллифи рус олими Б. А. Воронцев-Вельяминов шарафига *Воронцевия* деб аталган. 1979-йил кашф этилган астероид Қирғизистон деб номланган.

Метеоритлар. Сайёраларо фазода чанглардан ташқари ўлчамлари сантиметрдан тортиб ўнлаган метргача бўлган кўплаган каттик жисмлар ҳаракатланади. Ер атмосферасига кириб ҳавонинг ишқаланиши таъсирида ёруғ из қолдирувчи жисмларга (учар юлдузлар) *метеорлар* деб номланган. Уларнинг катта ўлчамлари Ерга яқинлашганда унинг атмосферасига кириб, «*оловли шар*» кўринишида баланд товуш билан тушувчи жисм *болид* деб аталади. Метеор жисмларни ерга тушган қолдиқлари *метеоритлар* дейилади. Ер атмосфераси қаршилигига учраган метеоритнинг сирти 2500°C – 3000°C гача қизиб эрийди ва буғланади. Кичик метеорлар атмосферада бутунлай йўқ бўлиб кетади, катталари эса массасини

90% ни йўқотиб, Ер сиртига тушади. Ўрта ҳисоб билан 40 000 метеорнинг фақат биттаси метеорит бўлиб Ерга тушади.

Ҳозирча унча кўп бўлмаган метеоритларнинг орбиталарини аниқлаш имкони бўлди. Уларнинг ичидан 45 тасининг орбиталари рус астрофизиги А. Н. Симоненко томонидан ҳисоблаб топилган. Бу орбиталар метеоритлар, астероидлар худудидан келганлигини билдиради. Метеоритлар кичик астероидларнинг бири-бири билан тўқнашгандан кейинги синиклари деб ишончли тарзда айта оламиз. Кўпгина метеорларнинг Ер атмосферасига кириш тезлиги 11 км/с дан 25 км/с га етса, метеоритларнинг Ер сиртига тушиш тезлиги тахминан 700–900 м/с бўлади. Ҳозирги давргача Дунё бўйича массалар бир неча ўнлаб тоннадан, бир неча граммгача бўлган 3000 тага яқин метеоритлар йиғилган. Энг йирик *Гоба* темир метеорити 1920-йили жанубий-ғарбий Африкадаги Намибия худудидagi Гобабис шаҳри яқинидан топилган. У 3×3 м ўлчамида плита шаклида бўлиб, қалинлиги 0,9 дан 1 м гача, массаси 60 тонна бўлган. Собиқ Иттифок (СССР) да ҳаммаси бўлиб, 180 метеорит йиғилган.

Тузилиши ва асосий химиявий таркиби бўйича метеоритлар асосан 3 катта гуруҳга бўлинади: *тошли* (92%), *темир-тошли* (2%) ва *темирли* (4%) (35-расмда темирли метеорит кўрсатилган).



35-расм



36-расм

Тошли метеоритлар ўртача олганда 47% *кислород*, 21% *кремний*, 16% *темир*, 14% *магний* ва 2% бошқа химиявий элементлар бирикмаларидан иборат. Темир-тошли метеоритлар 55% *темир*, 19% *кислород*, 12% *магний* ва 8% *кремнийдан* иборат бўлса, темирли метеоритлар 91% и *темир* ва 8% *никелдан* иборат.

Метеоритларда Ерда маълум бўлмаган бирорта ҳам янги химиявий элемент топилмаган. Бу эса, Ер ва бошқа осмон жисмларида моддаларнинг бир хил бўлинишининг исботидир.

Тузилиши бўйича мустахкам бўлмаган тошли метеоритлар Ернинг хаво катламига кирганда майдаланиб, Ер сиртига *метеор ёмғири* – ҳар қандай ўлчамли синик бўлакчалар тушади. Баъзида етарли даражада юқори тезликда темир метеорит ҳам майдаланади. Масалан, 1947-йилнинг 12-февралида олис шаркий Сихотэ-Алин (Россия) тоғ тизмалари худудига тушган Сихотэ-Алин метеор ёмғирини олиш мумкин (36-расмда Сихотэ-Алин метеоритнинг бир бўлаги кўрсатилган).

Метеоритлар факат Ергагина тушмасдан, бошқа сайёраларга ва уларнинг йўлдошларига ҳам тушади. 1948-йили рус олимлари В.В. Фединский ва К.П. Станюкович сайёралар билан уларнинг йўлдошлари сиртига (атмосфераси йўқ бўлганлиги учун) катта тезлик билан тушувчи кичик метеоритлар портлаб, катта ўлчамли кратерлар пайдо бўлишини исботлашган.

Кометалар. «Комета» сўзи юнончадан таржима қилинганда «узун сочли», «думли» деган маънони билдиради. 1982-йилнинг бошларида 1100 дан кўпроқ кўринган кометалар рўйхатга киритилган. Ўрта ҳисоб билан йилига 10 га яқин кометалар телескоп орқали кузатилади, 1977-йили кометалар сони рекорд даражаси 25 тага етган. Бироқ уларнинг 15 таси аввал кузатилганлари, 10 таси янги кометалар эди. Қуролланмаган кўз орқали яхши кўриш мумкин бўлганлари 100 йил ичида 5-6 та кометани кўриш мумкин.

Кўпгина кометаларнинг орбиталари ўта узун чўзилган эллипс шаклида бўлади. Бундай орбиталар бўйлаб ҳаракатланувчи кометаларнинг перигейлари Қуёшга (Ерга ҳам) яқин келиб, афелийси 100 000 *а.б.* гача масофага чўзилади. (Энг олисдаги Плутоннинг орбитасидан ҳам чикиб кетади).

Энке кометасининг айланиш даври энг қисқа (3,3-йил). Қуёшга кўп марта яқин масофагача келган *Галлей* кометаси ҳисобланади. Уни 1682-йили 15-августда И. Ньютоннинг замондоши, шогирди *Эдмунд Галлей* кашф этган. И. Ньютоннинг таклифи бўйича у, 1337-йилдан 1698-йилгача топилган 24 та ёруғ кометаларнинг орбиталарининг элементларини ҳисоблаб чикиб, олинган натижаларни 1705-йили босмада нашр этган. 1531, 1607, 1682-йилда кўринган кометалар орбиталарининг ўхшашлигини кузатиб, Галлей бу йиллари Қуёш атрофида 3 та турли комета эмас, балки

биттагина комета айланиб чиққан деган хулосага келган. Галлей бу кометани 1758-йили қайта Қуёшга яқин масофада келади деб қилган башорати исботланиб, бу комета 1758-йили 25-декабрда кўринган. Галлей кометасининг 1986-йили 3-январда тўғри олинган фотосурати 37-расмда кўрсатилган. Галлей кометасининг яна қайтадан Қуёшга яна яқинлашиши, ҳисоблашлар бўйича 2061-йилга тўғри келади ($T' = 76$ йил).



37-расм

Кометаларни 3 қисмга бўлиш мумкин: 1. *Ядроси*. 2. *Боши*. 3. *Думи*. Бош қисмининг диаметри баъзан бир неча минг километрга етса, думлари Қуёш томондан бошланиб ўнлаган ёки юзлаган миллион километргача чўзилади. (38-расм)



38-расм

Шундай бўлишига карамай кометаларнинг массаси кичик бўлади. Кометаларнинг сайёралар билан яқин масофаларда бўлган пайтларда кузатишлари оркали, астрономлар уларнинг массаси Ер массасининг 10^{-6} миқдорида эканлигини аниқлашган. Деярли барча массаси кометалар бошининг марказий қисмида, яъни ядросида йиғилган. Кометаларнинг ядролари ўлчамми бўйича, унча катта бўлмаган астероидлар ўлчамига тенг. Ядрони қоплаган моддалар, айниқса комета думларини ташкил қилган моддалар суюқ ҳолатда бўлади. Кометаларнинг ядроси вақт ўтиши билан парчаланишга дучор бўлади. Кометаларнинг думлари, улар Қуёшдан унча узок бўлмаган масофадан бошлаб Қуёш иссиқлигида буғланади ва ёруғлик босими таъсирида Қуёшга карама-қарши томон дум ҳосил бўлади. Уларнинг химиявий таркиби ҳақида маълумотлар кометаларнинг бош ва дум қисмларидаги газларнинг спектрларини анализ қилиш асосида олинади.

Россия ва АҚШнинг сайёралараро автоматик станциялари кометаларнинг (Галлей, Вартанина ва бошқалар) ядроларига яқин масофаларда учиб ўтишиб, уларнинг фотосуратларини Ерга юборишган. Унча катта бўлмаган комета ядросини ва кўпгина майда астероидлар массаси нисбатан кичик бўлганлиги учун уларнинг Ер билан тўқнашиши катта қўрқинч туғдирмайди. 1994-йили Дунё астрономлари Шумайкар – Леви-9 кометасининг Юпитер билан тўқнашганлигини кузатишган. Ўшанда агар шу тўқнашиш Ер билан бўлса, нима бўларди деган фикрга боришган. Шу сабабдан илмий муҳитда астероид – комета қўрқинчи муаммоси фаол муҳокама қилинади. Олимлар бундай тўқнашишларнинг олдини олиш учун бир қанча ишлар олиб бормоқда. Бунинг учун астероид ёки кометанинг ҳаракат траекторияси йўналишини ўзгартириш ёки ракеталар ёрдамида уларни йўқ қилиш режалари ишлаб чиқилмоқда.

1. Астероидларга тушунча беринг?
2. Астероидлар ҳудуди деганда нимани тушунаси?
3. Тициус-Боден коидаси нимага қўлланилади?
4. Метеор – нима?
5. Метеорит – нима?
6. Метеоритлар қандай пайдо бўлади?
7. Тузилиши ва асосий химиявий таркибига кўра метеоритлар қандай гуруҳларга бўлади?
8. Кометалар ҳақида тушунча беринг?

V БОБ

ҚУЁШ ВА ЮЛДУЗЛАР

32-§. Қуёш ҳақида умумий маълумот

Қуёш – Ерга энг яқин жойлашган юлдуз. У Ердаги ҳаёт учун энг зарур бўлган ёруғлик ва иссиқлик манбаи. Қуёш – Қуёш системасининг марказий ва энг массив жисми. Унинг массаси барча сайёраларнинг умумий массасидан 750 марта катта ва Ернинг массасидан 333 000 марта ортиқ. Диаметри Ернинг диаметридан 109 марта катта ёки тахминан 1 400 000 км. Қуёш сиртидаги эркин тушиш тезланиши $273,98 \text{ м/с}^2$ га тенг. Қуёшдан Ерғача бўлган ўртача масофа 150 000 000 км ни ёки 1 а. б. ташкил қилади.

Қуёш энергиянинг энг қувватли манбаи. У ўздан барча йўналишда, энергияни узлуксиз электромагнит тўлкинлар сифатида таркатади. Бундай нурланиш, Қуёш системасидаги барча жисмларига кучли таъсир ўтказиб ёруғлик ва иссиқлик манбаи ҳисобланади. Ер атмосферасининг сиртида Қуёш нурига перпендикуляр жойлашган 1 м^2 майдонга $1,36 \text{ кВт}$ ёруғлик энергияси тўғри келади. Бу сонни радиуси Ердан Қуёшгача бўлган масофага тенг бўлган шар сиртининг юзига кўпайтириб, Қуёшнинг тўла нурланиш қуввати $4 \cdot 10^{23} \text{ кВт}$ га тенг эканлигини топамиз. Ер Қуёш энергиясини тахминан $1/(2 \cdot 10^9)$ қисмини олади. Шу энергия ҳисобидан ҳаво, сув исиб, буғга айланиб, сув ва буғнинг тинимсиз бир-бирига айланишини таъминлайди. Дарёларнинг оқиши, ёмғирнинг ёғиши ва шунга ўхшаш бошқа ҳодисалар Ерга Қуёш энергиясининг узлуксиз келиб туриши натижасидир. Қуёш энергиясининг кўп қисми сайёралардан ташқари фазода тарқалиб кетади. Қуёш бошқа юлдузларга нисбатан яхши ўрганилган ўртача катталиқдаги юлдуз. Қуёшнинг массаси $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, ўртача зичлиги $14 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ва ҳажми $1,41 \cdot 10^{27} \text{ см}^3$ га тенг. Қуёшнинг ташқи қатламларининг зичлиги, ўртача зичликдан миллионлаб марта кам бўлса, марказида эса 100 марта ортиқдир.

Қуёш бошқа юлдузларга қараганда тўлиқ шаклланган ўрта ҳажмдаги юлдуз. Қуёшнинг массаси $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, ўртача зичлиги $14 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ва ҳажми $1,41 \cdot 10^{27} \text{ см}^3$. Қуёшнинг ташқи қатламининг зичлиги ўртача зичликдан миллион марта оз бўлса, марказида эса

юз марта катталиқ қилади. Қуёш маркази томон йўналган гравитацион тортишиш кучлари таъсирида унинг марказий қисмида жуда юқори босим вужудга келади. Стефан-Больцман қонуни бўйича аниқланган Қуёш сиртининг ҳарорати 5785°K , марказида 10–15 млн градусга етади. Бундай юқори ҳароратда водород атомининг ядроси (протонлар) энг юқори тезликка эга бўлиб, электростатик туртилиш кучига қарамасдан бир-бирлари билан тўқнашади. Баъзи тўқнашишларда ядро реакцияси содир бўлиб водороддан гелий пайдо бўлиши билан катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Бундай реакциялар Қуёшнинг ҳозирги эволюцион босқичида унинг энергиясининг манбаи бўлиб ҳисобланади. Мана шу жараённинг асосида Қуёшнинг марказий қисмида гелийнинг миқдори аста-секин ортади, водороднинг миқдори эса, аксинча камаяди.

Қуёшнинг марказида ҳосил бўладиган энергия оқими унинг ташқи қатламларига узатилади ва у борган сари катта-катта юзаларга тақсимланади. Бунинг натижасида Қуёш газларининг ҳарорати марказдан узоклашган сари пасайиб боради.

Бошқа юлдузлар каби Қуёш ҳам чўғланган газ шардир. У асосан *водород* ва *гелий* аралашмасидан ташкил топган. Қолган ҳамма элементларнинг атомларининг миқдори биргаликда олганда, бундан қарийб 1000 марта кам. Бу оғир элементларнинг массаси Қуёш массасининг 1-2% га тўғри келади.

1611-йили машҳур италян олими Г. Галилей биринчи бўлиб ўзи ясаган телескоп орқали Қуёшни кузатиб, Қуёш доғларини ва унинг ўз ўқи атрофида айланиш даврини аниқлаган. 1843-йили немис астрономи Г. Швабе Қуёш активлигининг циклигини кузатган. Спектрал анализ усуллариининг ривожланиши Қуёшдаги физикавий жараёнларни ўрганиш имконини берди. Немис физиги Й. Фраунгофер Қуёш нурунининг спектридаги қора чизикларни биринчи бўлиб кузатиб, уни ўрганди. Бу чизиклар кейинчалик *Фраунгофер чизиклари* деб атала бошлади. Дифракция ходисасидан фойдаланиб уларнинг тўлқин узунликлари аниқланди. Бу эса, Қуёшнинг химиявий таркибини ўрганишга дастлабки қадам бўлди.

1836-йилдан бошлаб Қуёшнинг тутилиши мунтазам равишда кузатилмоқда. Бу эса, Қуёш тожининг ва хромосферасининг, шунингдек Қуёшдаги протуберанцларни ўрганишга имкон берди. 1913-йили америкалик астроном Ж. Хейл Қуёш доғларининг

спектридаги Фраунгофер чизикларидан Зеeman бўлинишини кузатиш билан Қуёшда магнит майдони мавжудлигини исботлаган.

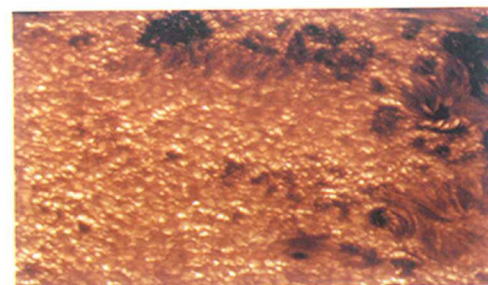
XX асрнинг 40-йиллари бошларида Қуёшнинг радионурланиши кашф этилган.

1. Қуёш хақида қисқача тушунча беринг?
2. Галилей, Швабе ва Фраунгоферлар Қуёшни ўрганиш бўйича қандай изланишлар олиб борган?
3. Қуёш магнит майдонига эга эканлиги қандай исботланган?

33-§. Қуёш сиртининг телескоп орқали кўриниши

Атмосфера орқали Қуёшни кузатиш учун қулай шароит (ҳаво очик) бўлган вақтда, телескоп орқали Қуёш сиртида *гранулалар* деб номланган ёруғ «*доначалар*»ни кўра оламиз (39-расм) (Қуёш сиртидаги гранулалар).

Бундай грануланиннг катталиги ўртача 700 км га боради. Ҳар бир гранула ўрта ҳисоб билан 5–10 *минут* «яшайди», ундан сўнг у ажралиб кетадида, унинг ўрнида бошқаси пайдо бўлади.

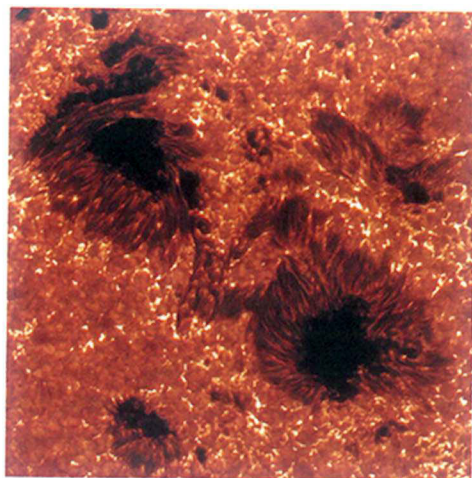


39-расм

Гранулалар уяча каби ингичка қора ораликлар билан ўралган. Гранулалар ва улар ораликларидаги моддаларнинг спектрал чизиклари тартибли равишда қўқдан қизил ранг томон силжийди. Бу эса, гранулаларда моддаларнинг кўтарилишини, унинг атрофидаги моддаларнинг пастга тушишини билдиради. Бундай ҳаракатларнинг тезлиги 1–2 км/с га етади.

Қуёшнинг сиртида деярли бир текис жойлашган гранулалардан ташқари, катталиги 30 000 км гача етган катта масштабдаги супергранулалар ҳам учрайди. Супергрануланиннг яшаши суткага

якин, уларнинг сони Куёш сиртида 5000 гача етади. Куёшнинг сиртида доғларнинг бор эканлиги кузатилган (40-расм).



40-расм

Катта доғлар. Куёш ботишига 15–20 минут қолганда қуролланмаган кўз орқали ҳам кўринади. Доғлар XVII асрнинг бошларида телескоплар ёрдамида кашф этилган. Доғлар бир неча кун ичида Куёшнинг кўринма диски бўйича ҳаракатда бўлишини Галилей кузатган. Бундай кўриниш асосида Галилей Куёш ўз ўқи атрофида айланади деган хулосага келган. Бироқ Куёш ўз ўқи атрофида текис ҳаракатланмайди. Куёш газ ҳолатида бўлганлиги учун, унинг экватор қисми қутбларига қараганда секинроқ айланади. Куёш экваторининг айланиш даври 25 сутка бўлса, қутбларида 33 суткага тенг.

Кўплаб кузатишлар Куёшдаги доғларнинг сони доимо бир хил бўлмаслигини кўрсатди: ўртача олганда 11 йил ичида доғларнинг сони энг оздан, энг кўп сонга етган. Майда доғларнинг катталиги бир неча юз километрдан ортмайди. Катта доғларнинг диаметри 100 000 км гача етади. Доғлар кўпинча Куёш дискининг экватор қисмида гурух-гурух бўлиб жойлашади.

Америкалик астроном Ж. Хейл 1908-йили Куёш доғларининг спектрал чизиқларининг ажралишларини текшириш орқали доғлар кучли магнит майдонида эга эканлигини топган. Кўплаган доғларда магнит майдон кучланганлиги 1000–2000 эрстедга етса, баъзилариники 4500 эрстедгача борган.

Доғларнинг қора рангда кўриниши, уларнинг ҳарорати сиртки ҳароратдан 1500 К паст эканлигидандир. Сиртки ҳарорат 6000 К бўлса, доғларники ўртача 4500 К га тенг бўлади. Куёш гардишининг чети яқинида кузатилган доғлар атрофида ёруғ объектларни кузатиш мумкин. Бу эса доғларнинг доимий йўлдошлари машъаллар ҳисобланади. Машъаллар Куёш гардишида доғлардан биров муддат олдин пайдо бўлиб, доғлар йўқ бўлгандан кейин ҳам ўнлаб сутка давомида кўриниб туради.

1. Гранулаларга тушунча беринг?
2. Куёш доғлари ҳақида нималарни биласиз?
3. Машъаллар – нима?

34-§. Куёшнинг ўлчами, массаси ва ёруғлиги

Куёш – коинотдаги жуда кўп миқдордаги юлдузлардан бири ҳисобланади. Куёшга яқин масофада бўлганимиз сабабли, биз унда юз бераётган жараёнларни ўрганиш имкониятига эгамиз. Аксинча, бошқа юлдузлар жуда олисда бўлганлиги учун улардаги жараёнларни бевосита текшириш имконига эга эмасмиз.

Куёш – шарга ўхшаш ёруғлик тарқатувчи диск бўлиб ҳисобланади. Куёшнинг кўринган сирти *фотосфера* деб аталади. Унинг радиуси Куёшнинг радиуси бўлиб ҳисобланади. Куёшдан Ергача бўлган ўртача масофа яъни $a = 1 \text{ а. б. (астрономик бирлик)} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ км}$ га тенг. Фотосферанинг бурчак радиуси $\theta = 16'$. Демак, Куёшнинг чизиқли радиуси $R_{\odot} = a \cdot \sin 0^{\circ}16' = 1,496 \cdot 10^8 \text{ км}$ $0,004652 = 696000 \text{ км}$ ёки $R_{\odot} = 109 \text{ Ер радиусига}$ тенг.

Демак, Куёшнинг ҳажми $(V_{\odot} = \frac{4}{3} \pi R_{\odot}^3 = 1300000 V_{\oplus})$ Ер ҳажмидан 1 300 000 марта катта.

Ернинг массаси $M_{\oplus}$, Куёш массасини $M_{\odot}$ билан белгилаб, Кеплернинг умумлашган учинчи қонунига кўра Куёш массасини топамиз. Бунда, Ернинг Куёш атрофида айланиб чиқишининг сунъий йўлдошининг Ер атрофида айланишига таққосий усул фойдаланилади. M массали сунъий йўлдош «Молния-1» Ер атрофида ўртача $a = 26\,580 \text{ км}$ масофада $T = 719 \text{ минут}$ даврда айланиб чиққан. Ер эса Куёшни ўртача $a = 1,496 \cdot 10^8 \text{ км}$ масофада $T_0 = 365,25$

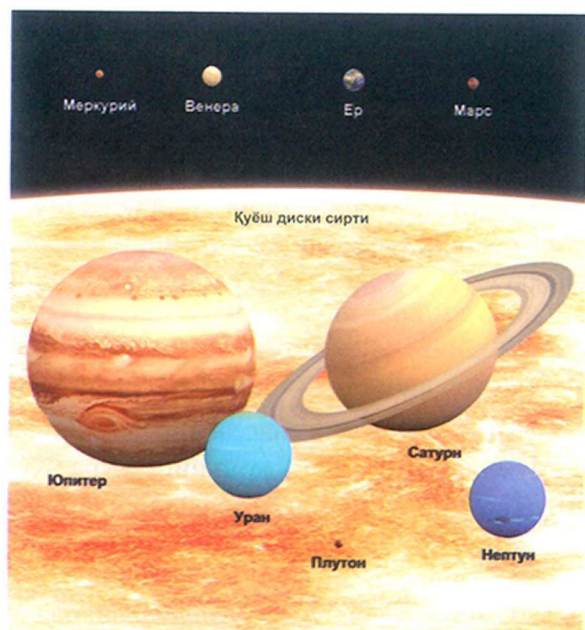
сутка даврда айланиб чиқади. 1 суткада = 1440 минут бор, демак $T_0 = 365,25 \cdot 1440$ минут Кеплернинг учинчи конунига кўра

$$\frac{T_0^2 (M_\odot + M_\oplus)}{T^2 (M_\odot + M)} = \frac{a_0^3}{a^3} \quad (34.1)$$

Ернинг массаси $M_\oplus$, Қуёш массаси $M_\odot$ га қараганда жуда кичик ($M_\odot \gg M_\oplus$), сунъий йўлдошнинг массаси M эса, Ернинг массасидан $M_\oplus$ жуда кичик $M_\oplus \gg M$.

$$\frac{M_\odot}{M_\oplus} = \left(\frac{a_0}{a}\right)^3 : \left(\frac{T_0}{T}\right)^2 = \left(\frac{1,496 \cdot 10^8}{26580}\right)^3 : \left(\frac{365,25 \cdot 1440}{719}\right)^2,$$

Бундан $M_\odot = 333000 M_\oplus$ келиб чиқади, яъни Қуёш массаси Ер массасидан 333 000 марта катта. Шунингдек Қуёш массаси уни айланиб юрган барча сайёралар массасидан 750 марта катта эканлигини ҳисоблашлар кўрсатди. Бу эса, Қуёш системаси массасининг 99,87% ини Қуёш массаси ташкил этишини билдиради. Шунингдек Қуёш ўлчами билан сайёралар ўлчамини таққослаш учун 41-расмга қаранг.



41-расм

Ернинг массаси $M_\oplus = 5,98 \cdot 10^{24}$ кг бўлганлиги учун Қуёш массаси $M_\odot = 333000 \cdot 5,98 \cdot 10^{24}$ кг = $1991,34 \cdot 10^{27}$ кг $\approx 2 \cdot 10^{30}$ кг ($M_\odot \approx 2 \cdot 10^{30}$ кг) га тенг. Энди Қуёшнинг ўртача зичлигини қулайгина ҳисоблаш мумкин:

$$\rho_\odot = \frac{M_\odot}{V_\odot} = \frac{M_\odot}{\frac{4}{3}\pi R_\odot^3} = \frac{2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 (696000)^3} \approx 1410 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

демак, $\rho_\odot = 1410 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1,41 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ бўлиб сув зичлигидан бироз катта.

- ? 1. Қуёшнинг ҳажми қандай ҳисобланади ва нимага тенг?
2. Қуёш массаси қандай аниқланади ва нимага тенг?
3. Қуёшнинг ўртача зичлиги нимага тенг?

35-§. Қуёш доимийси

Қуёшни характерловчи асосий катталиклардан бири унинг нурланиш қуввати ҳисобланади. Унинг аҳамиятини аниқ билиш зарур, чунки Қуёшнинг ёрқинлиги одатда бошқа ёриткичларнинг ёрқинликларини ўлчов бирлиги сифатида қабул қилинган. Бундан ташқари, Қуёшнинг нурланиш интенсивлиги бошқа катталиклар билан биргаликда Қуёш сирти ва ичидаги физикавий шароитлар ҳақида тўлиқ маълумот олишга ёрдам беради. Хулоса қилиб айтганда, Ерга етиб келувчи Қуёш энергиясининг миқдорини билиш геофизик ҳодисаларни тушунтириш учун ҳам зарур. Қуёшнинг нурланиш қувватини *Қуёш доимийси* орқали характерлаш қабул қилинган.

Қуёшдан Ергача бўлган ўртача масофадан (Ер атмосферасининг устки қатламида) тушувчи нурга перпендикуляр бўлган 1 см² майдондан 1 минут ичида ўтувчи Қуёш энергиясининг тўлиқ миқдори Қуёш доимийси деб аталади. Қуёш доимийсининг катталиги Ер атмосферасига боғлиқ. Чунки, Қуёш нури атмосферада ютилади. Шу сабабдан, Қуёш доимийси ҳисоблашда 1 см² майдон Ер атмосферасидан ташқарида олинади.

Қуёш доимийсини ҳисоблаш мураккаб масала. Бунинг учун керакли асбоблар ёрдамида ўта диққат билан кузатиш зарур. Сўнгги пайтларда ракеталарга ва ҳаво шарларига ўрнатилган асбоблар ёрдамида ўтказилган текширишлар XX аср бошларида амери-

калик астроном Ч. Аббот (1882-й.) томонидан топилган Куёш доимийсининг киймати тўғри эканлигини тасдиқлади.

$$Q = 1,95 \text{ кал/см}^2 \cdot \text{мин} = 1,36 \cdot 10^6 \text{ эрг/см}^2 \cdot \text{с} = 0,136 \text{ Вт/см}^2$$

Бу катталикни радиуси 1 а. б. бўлган сфера сиртининг юзасига кўпайтириш билан Куёшнинг бурча йўналишлар бўйича 1 с ичида нурланган тўлиқ энергиясини $3,9 \cdot 10^{33} \text{ эрг/с}$ топамиз.

Бир қанча аниқликда олиб борилган текширишлар Куёш доимийсининг киймати ўзгармас эканлигини тасдиқлади. Ўзгарган тақдирда ҳам, бу ўзгариш 1% га етмайди.

- ?
1. Куёш доимийси нима?
 2. Ч. Аббот томонидан топилган Куёш доимийси нимага тенг?
 3. Куёшнинг барча йўналишлар бўйлаб тўлиқ нурланиш энергияси нимага тенг? У қандай топилади?

36-§. Куёшнинг химиявий таркиби ва ҳарорати

Куёшни ўраб турган газ қатлами – *хромосфера* Куёш нуридаги узлуксиз спектрларнинг бир қанча чизикларини ўзига ютади. Шу сабабдан туташ спектрда кўп микдорда қора чизиклар пайдо бўлади. Бу қора чизиклар биринчи бўлиб 1814-йили австриялик физик Фраунгофер томонидан аниқланган. Бу чизиклар *Фраунгофер чизиклари* деб аталади. Фраунгофер чизикларини текшириш Куёш атмосферасининг химиявий таркибини аниқлашга имкон яратди. Куёшдан 70 дан ортиқ химиявий элементлар топилган. Уларнинг каторида *водород, гелий, азот, кислород, углерод, магний, натрий, кальций, темир* ва бошқа элементлар бор.

Куёшдаги химиявий элементлар ичида энг кўп тарқалгани водород ҳисобланади. Куёшнинг бутун массасининг 70% ни водород ташкил этади.

Ундан кейинги кўп микдордаги элемент *гелий* ҳисобланади. У Куёш массасининг 29% ини ташкил қилади. Қолган барча элементлар биргаликда 1% дан ортиқроқ улушига тўғри келади. Айрим ҳолларда маълум хоссаларга эга бўлган элементларни билиш ҳам аҳамиятга эга. Масалан, Куёш атмосферасидаги металллар атомларининг умумий сони, водород атомларининг сонига қараганда деярли 10 000 марта камлик қилади.

Куёшдаги моддаларнинг ҳолатлари ҳақида тўлиқ маълумотга эга бўлиш учун, унинг ҳароратини билиш зарурияти келиб чиқади. Куёш ҳароратини аниқлашда турли усуллардан фойдаланилади. Улардан бири Стефан-Больцман қонунига асосланади. Бу қонунга кўра: абсолют қора жисмнинг бирлик сиртини нурланиш қувватлиги унинг абсолют ҳароратини тўртинчи даражасига пропорционал:

$$i = \sigma T^4 \quad (36.1)$$

Бу ерда $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/см}^2 \text{К}^4$ – доимий катталик. Куёшнинг радиуси $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ бўлганлиги учун Куёшнинг тўлиқ сиртининг юзаси $S_{\odot} = 4\pi R_{\odot}^2$ га тенг. Бу сирт энергиясининг нурланиш қувватлиги

$$I_{\odot} = S_{\odot} \cdot i = 4\pi R_{\odot}^2 \cdot \sigma T^4 = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт га тенг} \quad (36.2)$$

Охирги (36.2) тенгликдан Куёш фотосферасининг ҳароратини аниқлаш учун

$$T = \sqrt[4]{\frac{I_{\odot}}{4\pi R_{\odot}^2 \sigma}}, \quad (36.3)$$

формулани оламиз. Бу формулага юқоридаги кийматларни қўйиб $T = 5800 \text{ К}$ топамиз.

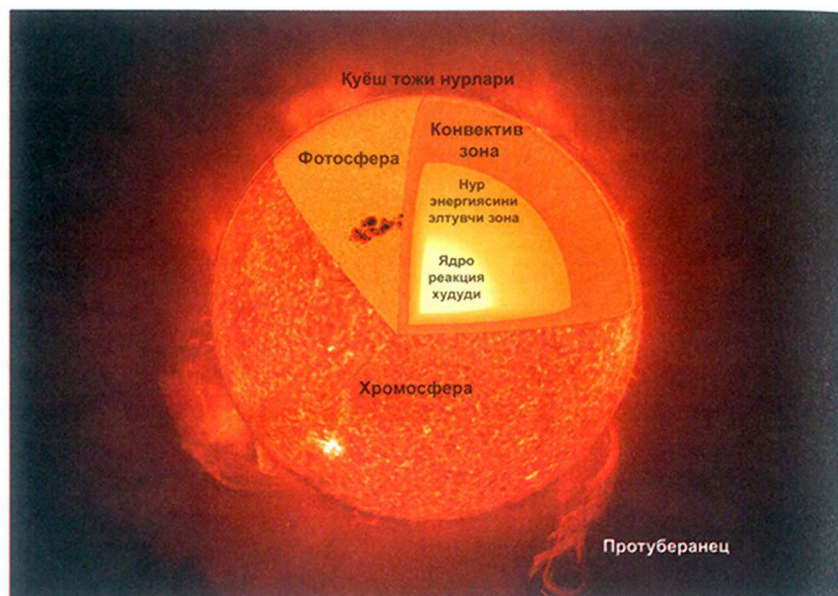
Стефан-Больцман қонуни бўйича ҳисобланган ҳарорат Куёш сиртининг *эффе́ктив ҳарорати* деб аталади. Бу олинган ҳарорат ($T = 5800 \text{ К}$) Вин қонуни бўйича (спектрнинг ички соҳасидаги фойдаланилган) олинган ҳароратдан ($T = 6000 \text{ К}$) бир оз фарк қилади. Бироқ бу фарк унча катта аҳамиятга эга эмас. Чунки бундай юқори ҳароратда фотосфера газсимон ҳолатда бўлиб, ундаги газларнинг ўрин алмашишлари ҳароратнинг турли соҳаларда турли кийматларга эга бўлишини кўрсатади. Шу сабабдан куёш фотосферасидаги ўртача ҳароратни 6000 К яқин деб олиш мумкин. Куёшнинг ички қатламларига ўтган сари ҳарорат ортаверади.

- ?
1. Фраунгофер чизикларига тушунча беринг?
 2. Куёшдан қандай химиявий элементлар топилган?
 3. Куёш ҳарорати қайси қонун асосида аниқланади?

37-§. Қуёш атмосфераси

(фотосфера, хромосфера, Қуёш тожи ва Қуёш активлиги)

Қуёш атмосфераси уч катламдан иборат: *фотосфера*, *хромосфера* ва *Қуёш тожи*. Бу катламлар бир-биридан кескин турда ажралмайди. Қуёшнинг деярли барча нурлари унинг атмосферасининг фотосфера (юнонча «фотос» «ёруғлик» деган маънони билдиради) деб номланувчи қуйи қисмидан чиқади. Қуёшнинг ички тузилиши 42-расмда тасвирланган.

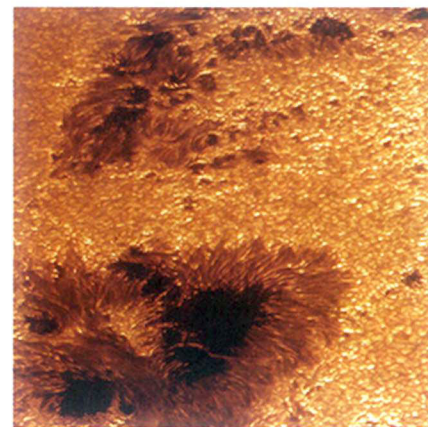


42-расм

Фотосфера. Фотосферанинг калинлиги унча катта эмас, бор йўғи 100–300 км, унинг ўртача зичлиги $3 \cdot 10^{-4} \text{ кг/см}^3$. Фотосферадаги ҳарорат ташки катламга ўтган сари пасайиб боради, унинг ўртача қиймати 6000 К, фотосфера чегарасида 4200 К атрофида бўлади.

Фотосферани телескоп оркали қаралганда «доначалар» ёки «гранулалар» кўринади. Қуёшнинг фотосферасини ташкил қилган бу гранулалар қизиган газларнинг айлана шаклида тўпланишидир. Гранулаларнинг катталиги 150–200 км га етиб, яшаш даври 5–10 минутга боради, баъзилари 20 минутга қадар кузатилади. Гранулаларнинг бундай узлуксиз йўқолиб яна қайта пайдо бўлиб

туриши, фотосферани ташкил қилган моддаларнинг доимо ҳаракатда бўлиб туришини исботлайди. Фотосферадаги ва унинг қуйи катламларидаги ҳаракатлардан бири – моддаларнинг вертикал кўтарилиб, яна қайта пастга тушиши ҳисобланади. Гранулалар Қуёш сиртининг барча қисмида доимо кузатилади. Фотосферадаги гранулалар ва доғларнинг кўриниши 43-расмда тасвирланган.



43-расм

Кўпинча фотосферада Қуёш доғлари кузатилади. *Қуёш доғлари* – бу кора ядродан (кўланка) ва уни ўраб турган ярим кўланка тузилишига эга. Бундай доғларнинг диаметри 200 000 км гача етади.

Доғларнинг яшаш даври бир неча соатдан, бир неча ойга қадар чўзилади. Фотосферанинг спектрига нисбатан доғларнинг спектрларида ютилиш чизиқлари ва соҳалари кўпроқ кузатилади.

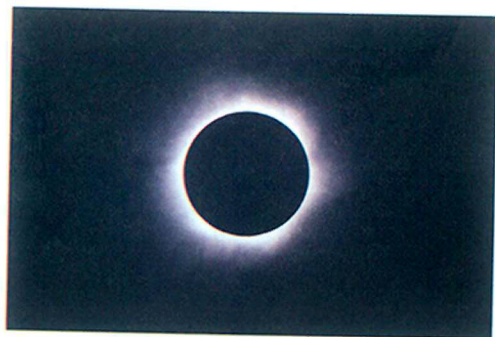
Доғларнинг спектридаги чизиқларнинг силжиши Доплер эффектига кўра доғлардаги моддаларнинг ҳаракатда бўлишини кўрсатади. Бу ҳаракат пастки катламдан юқори катламга оқиб ўтишини тасдиқлайди. Бу ҳаракат тезлиги $3 \cdot 10^3 \text{ м/сек}$ гача етади. Доғлар билан фотосферанинг спектридаги чизиқлар интенсивлигини солиштирганда, доғлардаги ҳаракат фотосферага қараганда 1000–2000 К паст эканлиги ёки доғларнинг ҳарорат 4500 К дан пастроқ эканлиги маълум бўлди. Барча Қуёш доғлари қучли магнит майдонига эга. Ўртача кузатиловчи доғларнинг сони ва актив соҳалари шунингдек улар эгаллаган ўртача юза 11 йиллик давр ичида ўзгариб туради. Қуёш доғларининг сони энг кўп бўлган давр Қуёш активлиги максимал даври, Қуёш доғлари сони оз баъзан йўқ

бўлган даври – *Куёш активлигининг минимал даври* деб аталади. Куёш доғларини пайдо бўлиш активлигининг ўлчови сифатида Р. Вольфнинг (1816–1893, Швеция астронами) шартли сони (доғларнинг солиштирма сони) қўлланилади.

$$W = f + 10g \quad (37.1)$$

Бу ерда w – Вольф сони, – умумий доғларнинг сони, g – доғларнинг гурухлари сони. Агар Куёшда доғлар кузатилмаса, унда $w = 0$. Агар битта доғ кузатилса, унда $w = 1 + 10 \cdot 1 = 11$, чунки битта доғ ҳам гурух деб ҳисобланади. Агар барча доғлар сони 17 га тенг бўлиб 3 гурухда бўлса, $W = 17 + 10 \cdot 3 = 47$. Вольф сонини ойлар ва йиллар бўйича ўртача киймати олиниб, Куёш доғларининг пайдо бўлиш активлигини вақтга боғлиқлик графиги ясалади.

Хромосфера. Фотосферадан юқорида Куёш атмосферасининг *хромосфера* (юнонча «*хромос*» «*ранг*» деган маънони билдиради) деб аталувчи катлами жойлашган. Хромосфера Куёш тўла тutilган вақтдагина ёруғлик фильтри орқали қора дискни ўраб турган кизғиш айлана каби кўринади. Куёшнинг тўла тutilиши 44-расмда тасвирланган.



44-расм

Хромосферанинг зичлиги Куёш марказидан узоклашган сари камайиб боради. Қалинлиги турлича, 14000 км гача етади. Унинг пастки катламининг ҳарорати 5000 К атрофида, фотосферадан юқорилаган сари ортиб, 8000–10000 К гача етади. Куёшнинг тўлиқ тutilиши 44-расмда тасвирланган. Хромосферанинг энг юқори катламида ҳарорат 20 000 К га боради.

Куёшнинг хромосферасидаги энг ажойиб ходисалардан бири ярк этиб кўринувчи чакнашлар ҳисобланади. Дастлаб хромосфера-

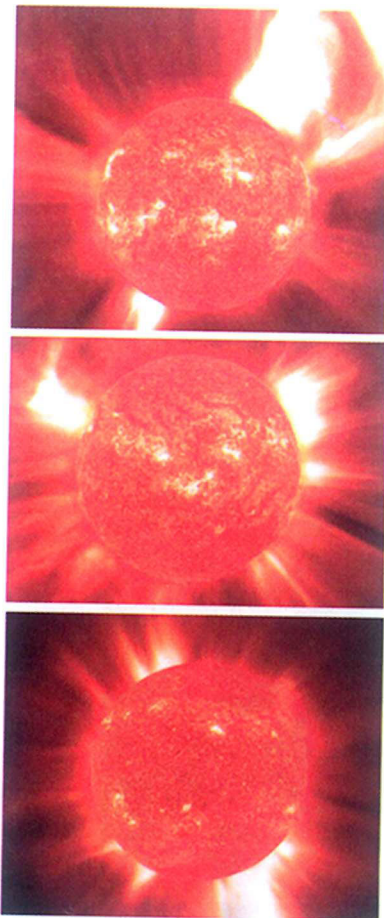
нинг унча катта бўлмаган қисмида чакнашлар орта бориб, сўнггра бу майдон ўнлаган миллиард км квадратига етади. Кичик чакнашлар 5–10 минутдан сўнг йўқ бўлса, ўта қувватлилари бир неча соатгача чўзилади. Суткасига бир неча марта унча катта бўлмаган чакнашлар кузатилади. Катта қувватли чакнашлар жуда кам кузатилади. Одатда хромосфера чакнашлар доғларга, айниқса тез ўзгариб турувчи доғларга яқин масофаларда пайдо бўлади. Чакнашлар қувватли ультрабинафша, рентген ва радионурланишлар таркатади. Сайёралараро фазога электр заряди билан зарядланган зарядли зарралар жуда катта тезликда сочилиб туради. Куёш хромосферасидаги чакнашлар бир неча йиллардан бери Россия Фанлар Академиясининг Қримдаги астрофизик обсерваториясида текширилмоқда.

Хромосферадан вақти-вақти билан юқори томон булут ёки ўта кизиган газнинг фонтани отилиб чикиб туради, улар *протуберанцлар* деб аталади.

Протуберанцларнинг юқори томон отилиб чиққан газлари бир канча вақт ўтгандан сўнг пастга томон туша бошлайди. Ўша пастга қараб кетган ҳаракатида у кўпинча яр-қираб кўринади.

Баъзи протуберанцлар Куёш радиусидан ҳам баландроқ кўтарилади. 4 соат ичида протуберанцларнинг пастдан юқorigа кўтарилиши 45-расмда кўрсатилган. Протуберанцларнинг Куёш сиртидан ўртача баландлиги 30 000–50 000 км, ўртача узунлиги 200 000 км, эни 5000 км га етади.

Қримдаги астрофизика обсерваториясидаги текширишлар асосида барча протуберанцлар ҳаракат характерига кўра: *электромагнит*,



45-расм

тартибсиз ва эруптив гурухларига бўлинади. Электромагнит ҳаракатда тартибли эгри троектерия магнит майдоннинг куч чизиқлари бўйлаб боради; тартибсиз ҳаракатда, асосан турбулент ҳаракатлар пайдо бўлади (10 км/с тезлик билан); эруптивда дастлаб тинч ҳолатдаги протуберанцдаги тартибсиз ҳаракатдаги моддалар бирин-кетин ортиб боровчи тезлик билан Қуёшдан отилиб чиқади. (700 км/с тезликка етади)

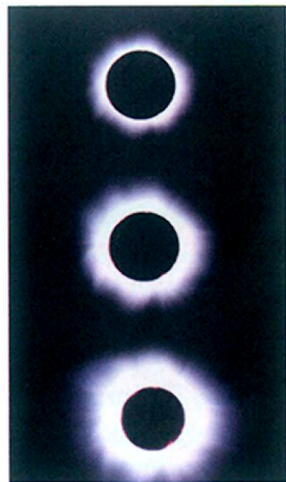
Протуберанцларнинг ҳарорати 5000–10 000 К, зичлиги эса, хромосферанинг ўртача зичлигига яқин. Протуберанцлар ҳаракатларнинг шакли ва характери хромосферадаги магнит майдонига боғлиқ.

Қуёш тожи. *Қуёш атмосферасининг энг юқори қисми ва ўта қизиган газ кўринишидаги қисми, Қуёш тожи деб аталади.* Унинг калинлиги бир неча ўндан ортик Қуёш радиусигача чўзилган.

Қуёш атмосферасининг ташки қисми – Қуёш тожи Қуёш тўла тутилган пайтда яхши кўринади. Қуёш тожининг ёркинлиги фотосфера ёркинлигидан миллион марта кам.

Қуёш тожи канча ораликка чўзилган? Қуёш тўла тутилган пайтда сурагга олинган фотосуратлар бўйича, Қуёш тожи Қуёш сиртидан тортиб бир неча Қуёш радиусига ($R_{\odot} = 696000$ км) тўғри келувчи ораликкача чўзилишини аниқлаш мумкин. Қуёш тожининг ўта катта ораликка чўзилиши, уни ташкил этган зарраларнинг жуда катта тезликка эга бўлиши туфайлидир. Демак, тож жуда юқори ҳароратга эга. Бу ҳулосанинг тўғрилиги Қуёш тожи спектрини текшириш орқали исботланди. Қуёш тожи спектридаги бир неча чизиқлар 1940-йилгача номаълум бўлиб келган. Кейинчалик бу чизиқлар Ерда маълум бўлган элементлар атомларига тегишли эканлиги маълум бўлди. Тожнинг шакли доимий эмас. Қуёш сиртида доғлар кўп бўлган йиллари тож айлана шаклида бўлади. Доғлар оз бўлган пайтда Қуёш тожи Қуёш экватор текислиги бўйлаб чўзилган шаклда бўлади.

46-расмда Қуёш тожи тасвирланган: юқорида, Қуёш доғлари кўп бўлганда, ўртада, доғлар сони ўртача бўлганда, пастда,



46-расм

доғлар сони оз бўлганда. Қуёш тожида бир жинсли бўлмаган моддаларнинг баъзи турлари учрайди. Улардан содир бўлаётган физикавий ҳодисалар ҳозирги вақтда астрофизиклар томонидан ўрганилмоқда.

Қуёш активлиги. Қуёш сиртидаги ва унинг атмосферасидаги ҳар қандай ностационар жараёнларнинг (доғлар, машъаллар, протуберанцлар, хромосфера чакнашлари ва бошқалар) йиғиндиси *Қуёш активлиги* деб аталади. Қуёш активлигидаги барча ҳулоса бир-бири билан узвий боғлиқ. Масалан, Қуёш доғлари доимо фотосфера машъаллари билан боғлиқ бўлса, хромосфера чакнашлари ва протуберанцлар, кўпчилик ҳолатларда фотосферанинг «ғалаёнли» жойлари устида пайдо бўлади. Қуёшдаги доғлар, машъаллар, чакнашлар, протуберанцлар ва бошқа ҳодисалар кузатиловчи зоналар, *актив зоналар ёки активлик маркази* деб аталади. Қуёшнинг магнит майдони унча катта эмас, бироқ актив зоналар Қуёшнинг магнит майдони вақтинча юқори бўлган қисмларида пайдо бўлади.

Доғларнинг кўп миқдорда пайдо бўлиши, шунингдек Қуёш активлиги учун ҳам 11 йиллик цикл характерли. Қуёш активлигининг 11 йиллик цикл билан такрорланиш қонуни 1844-йили немис астрономи Г. Швабе томонидан кашф қилинган.

Қуёш активлигининг максимумлар йилида (доғлар кўп пайдо бўлган) Қуёшдаги активлик марказлари кўп бўлади. Минимумлар йилида (доғлар оз пайдо бўлган активлик маркази оз бўлади. Қуёш активлигининг охири 11 йиллик максимуми 2012-йилга тўғри келган.

- ?
1. Қуёш атмосферасининг қандай қатламлари бор?
 2. Гранулалар ҳақида қисқача маълумот беринг?
 3. Қуёш доғлари ҳақида айтиб беринг?
 4. Фотосфера нима?
 5. Хромосфера қандай қатлам?
 6. Қуёшдаги портлашлар ҳақида маълумот беринг?
 7. Протуберанцлар ҳақида маълумот беринг?
 8. Қуёш тожи ҳақида гапириб беринг.
 9. Қуёш активлиги нима?
 10. Қуёш активлигининг такрорланиш цикли неча йилга тенг?

38-§. Қуёш энергияси ва ички тузилиши

Қуёш энергияси. Қуёш энергияси хақида астрономлар орасида турли тушунчалар бўлган. XVIII асрнинг ўртасигача кўплаб астрономлар Қуёш каттик ва муз жисмлардан ташкил топган, унинг сиртигина ўта иссиқ қатлам билан қопланган деб ҳисоблашган. Хатто, 1853-йили немис олими Г. Гельмгольц Қуёш энергияси унинг аста-секинлик билан сиқилиши натижасида бўлиниб чиқади деган фикрда бўлган. XX асрнинг 30-йилларидан бошлаб Қуёш энергияси хақида аниқ маълумотлар олина бошланди. Бу маълумотларга кўра Қуёш энергиясининг манбаи бўлиб, ядровий синтез (термоядро) реакцияси ҳисобланади (юқори ҳароратда водород ядроларидан гелий атомларининг ядроси ҳосил бўлади).

Ядро реакциялари ҳосил бўлиши учун бир неча миллион Кельвин ҳарорат бўлиши зарур. Бундай ҳароратда реакцияда қатнашувчи бир хил ишорали зарядлар, бир-бирининг туртиш кучини енгиб, бир бутун янги ядрога бирикиш имкониятига эга бўлувчи энергияни олишади. Юқори ҳароратда содир бўлувчи ядро реакцияси *термоядро реакцияси* деб аталади. Қуёшнинг марказида худди шундай реакция содир бўлади.

Қуёш системасининг ичида Қуёш марказий ва энг оғир жисм ҳисобланади. Унинг массаси Ер массасидан 333 000 марта катта бўлса, қолган бошқа сайёралар массалари йиғиндисидан 750 марта катта.

Қуёш – жуда катта қувватга эга бўлган энергия манбаи. Ундан чиққан нурлар Қуёш системасидаги барча жисмларга кучли таъсир кўрсатади: уларни иситиб, сайёраларнинг атмосферасига таъсир қилади, Ер юзиде яшаш учун зарур бўлган ёруғлик ва исикликни беради.

Қуёш нурига перпендикуляр жойлашган 1 м^2 майдонга (Ер атмосферасининг юқори қатламидаги) $1,36 \text{ кВт}$ Қуёш нурунинг энергияси тўғри келади. Бу қийматни радиуси Ердан Қуёшгача масофага тенг бўлган шар сирти юзига кўпайтириб, Қуёшнинг тўлиқ нурланиш қувватини (унинг ёркинлигини) оламиз. Ҳисоблашлар бўйича у $4 \cdot 10^{23} \text{ кВт}$ га тенг. Бундай нурланишни 6000 К ҳароратгача иситилган Қуёш катталигидай жисм бера олади. Ер, Қуёшдан нурланиш энергиясининг $1/2\ 000\ 000\ 000$ қисминигина олади.

Ҳозирги пайтдаги маълумотларга кўра Қуёшнинг пайдо бўлганига тахминан 5 млрд йил бўлган. Бироқ ўшандан бери унинг ёркинлигида унчалик ўзгариш бўлгани йўқ. Демак, Қуёшнинг ички энергиясининг захирасидаги энергия яна миллиардлаган йилларга етади. Қуёшнинг ёруғлик қуввати $I_{\odot} = 4 \cdot 10^{23} \text{ кВт}$, унинг пайдо бўлгандан кейинги вақти $t = 5 \cdot 10^9$ йил $= 1,5 \cdot 10^{17} \text{ с}$. Бундан шу давр ичида Қуёшдан ажралиб чиққан энергияни осон топиш мумкин. $U I_{\odot} \cdot t = 4 \cdot 10^{23} \text{ кВт} \cdot 1,5 \cdot 10^{17} \text{ с} = 4 \cdot 10^{26} \text{ Вт} \cdot 1,5 \cdot 10^{17} \text{ с} = 6 \cdot 10^{43} \text{ Ж}$ га тенг.

Қуёшнинг ички тузилиши. Қуёшнинг ички тузилишини бевосита кузата олмаимиз. Унинг ички тузилиши хақида массаси, радиуси, ёркинлиги каби характеристикаларини ва физиканинг умумий қонунларидан фойдаланиш орқали, назарий анализлар асосида маълумотлар оламиз. Қуёш кенгаймайди ва сиқилмайди, мувозанат ҳолатида туради. Чунки ташки гравитация сиқилиш кучига, ичкаридан сирти томон қарама-қарши газнинг босим кучи таъсир этади.

Барча юлдузлар каби Қуёш ҳам ўта иссиқ газдан ташкил топган шар шаклига эга. Асосан унинг 10% (атомлари сони бўйича) гелийга айланган водородни ташкил қилади. Бошқа элементларнинг барча атомларини (биргаликда ҳисоблаганда) миқдори тахминан 1000 марта кам. Шундай бўлсада бу оғир элементларнинг массаси Қуёш массасининг 1–2% ни ташкил қилади.

Қуёшдаги моддаларнинг ўртача зичлиги $\bar{\rho} \approx 1400 \text{ кг/м}^3$. Бироқ Қуёшнинг ташки қатламларида зичлик миллион марта кам бўлса, марказида ўртача зичликка қараганда 100 марта катта бўлади.

Агар Қуёшнинг ичида моддалар бир хил жойлашиб, барча қисмида зичлик ўртача бўлса, унда ички босимни осон топиш мумкин. Бундай ҳисоблашни тахминан $1/2 R_{\odot}$ (ярим Қуёш радиуси) масофа учун бажарайлик. Бу ораликда оғирлик кучи $F = m \cdot g$ тенглик билан аниқланади. Бундаги m баландлиги $1/2 R_{\odot}$ га тенг, юзаси S бўлган радиал устун ичидаги масса, g бўлса, радиуси $1/2 R_{\odot}$ бўлган сферанинг сиртидаги гравитацион тезланиш. Шундай қилиб, Қуёшнинг бу устунча ичидаги массаси қуйидагига тенг.

$$m = \bar{\rho} \frac{R_{\odot}}{2} S \quad (38.1)$$

Бутун олам тортишиш қонуни бўйича Куёш марказидан $\frac{1}{2}R_{\odot}$ масофадаги гравитацион тезланиш

$$g = G \frac{\frac{1}{8}M_{\odot}}{\left(\frac{1}{2}R_{\odot}\right)^2} \quad (38.2)$$

га тенг бўлади. Чунки қаралаётган сферанинг ҳажми Куёшнинг тўлиқ ҳажмининг $\frac{1}{8}$ қисмига тенг. Зичлиги бир хил деб қаралганлиги учун, ундаги масса $\frac{1}{8}M_{\odot}$ га тенг. Шунингдек босим.

$$P = \frac{mg}{S} = G \frac{\frac{1}{8}M_{\odot}}{\left(\frac{1}{2}R_{\odot}\right)^2} \bar{\rho} \frac{R_{\odot}}{2} \quad (38.3)$$

(38.3) тенгликка тегишли сон қийматларини қўйгандан сўнг $P \approx 6,6 \cdot 10^{13} \text{ Па}$ босимни оламиз. Бу эса атмосфера босимидан миллард марта катта.

Газ қонунлари бўйича босим ҳарорат билан зичликка тўғри пропорционал. Бундай пропорционаллик Куёшнинг ички ҳароратини аниқлашга имкон беради. Куёш маркази томон зичлик ва ҳароратнинг ортишини ҳисобга олиб топилган аниқ маълумотлар Куёш марказидаги газнинг зичлиги $1,5 \cdot 10^5 \text{ кг/м}^3 \text{ Па}$ атрофида (қўрғошин зичлигидан 13 марта кўп), босими $2 \cdot 10^{18} \text{ Па}$, ҳарорати $15\,000\,000 \text{ К}$ га тенг яқин эканлиги маълум. Бундай ҳароратда водороднинг атомларининг ядролари (протонлари) ўта юқори тезликка (секундига юзлаб километр) эга бўлиб, электростатик туртилиш кучи таъсирига қарамай бир-бирлари билан тўқнашиши мумкин. Бир қанча тўқнашишлар ядро реакцияси билан яқунланади.

Бундай вақтда Водород ядролари бирикиб Гелий ядросини ҳосил қилади, катта миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Бу каби реакциялар Куёш энергиясининг манбаи ҳисобланади. Куёшнинг марказий қисмида борган сари Гелийнинг миқдори ортиб, водород камая боради.

Куёшнинг қаъридан пайдо бўлган энергия оқими ташки қатламга ўтиб, аста-секин барча майдонларига тарқайди. Шу са-

бабдан Куёшнинг сиртки қатламларидаги газларнинг ҳарорати марказдан узоқлашган сари камайиб боради. Ҳароратнинг ўзгаришига яна уни аниқловчи жараёнларнинг характериға кўра Куёшнинг тўлиғи билан шартли равишда уни тўрт қисмга бўлиш мумкин. (42-расмга қаранг).

1) «ички», Марказий қисм (ядро). Бу ерда босим ва ҳарорат ядро реакциясининг боришини таъминлайди. Бундай реакциялар марказдан тахминан $1/3R_{\odot}$ масофага чўзилади.

2) «нурли» зона яъни энергияни нур орқали элтувчи зона ($1/3$ дан $2/3R_{\odot}$ гача масофа). Бу масофада электромагнит энергия квантларини кетма-кет ютилиши ва нурланиши натижасида энергия сиртга томон бир қатламдан иккинчисига ўтиб туради.

3) «конвектив» зона – «нурли» зонанинг юқори қисмида Куёшнинг деярли кўринган чегарасига (фотосфера) боради. Куёшнинг кўринган четига яқинлашган сари ҳарорат тез пасая боради. Бунинг сабабидан, идишдаги сув остидан олов ёқканда қайнагани каби моддаларнинг аралашуви (конвенция) пайдо бўлади.

4) «Атмосфера», конвектив зонанинг юқори сиртида бошланиб, Куёшнинг кўринган диски четигача чўзилади. Атмосферанинг остки қатлами газларнинг нафис қатламини ўз ичига олиб, Куёшнинг юзи катори қабул қилинади. Атмосферанинг юқори қатлами бевосита кўринмайди, Куёшнинг тўлиқ тутилишидан кўринади ёки уни махсус асбоб *коронограф* ёрдамида кузатилади.

- ? 1. Куёш энергияси хақида дастлабки тушунчалар қандай бўлган?
2. Куёш энергиясининг манбаи бўлиб нима ҳисобланади?

39-§. Куёш ва Ер шаридаги ҳаёт

Куёшда содир бўлаётган ҳодисалар билан Ер атмосферасининг пастки қатламларидаги жараёнлар ўртасида узвий боғланишлар бор. Ер юзиде содир бўлаётган ҳодисаларга Куёшнинг таъсири катта. Куёшдан чикувчи қиска тўлқинли нурланишлар Ер атмосферасининг юқори қатламларидаги физикавий ва химиявий жараёнларни юзага келтиради. Ерга иссиқлик, асосан кўзга кўринувчи ва инфрақизил нурлар орқали келади. Ҳозирги вақтда Куёш энергиясини қишлоқ ҳўжалигида, ишлаб чиқаришда кенг қўлланилмоқда.

Куёш Ерга ёруғлик бериш ва уни иситиш билан чегараланиб қолмайди. Куёшдаги портлашлардан тезланишга эга бўлган зарядли зарралар оқими Ернинг магнит майдонига таъсир этиб, *магнит* бўронини пайдо қилади. Бунинг асосида зарядли заррачалар атмосферанинг деярли пастки қатламларига ўтиб, *қутб ёғдуси* содир бўлади.

Куёшнинг қисқа тўлқинли нурланиши Ер атмосферасининг юқори қисмидаги (ионосферадаги) ионлашишни кучайтиради. Бу эса радиотўлқиннинг тарқалишига каттик таъсир кўрсатиб, баъзан радио алоқаларни бузади. Куёшдаги актив жараёнлар, Ер атмосферасига ва магнит майдонига таъсир этиш билан бирга, инсонлар, хайвонлар, ўсимликлар каби органик оламда бўлувчи мураккаб жараёнларга ҳам таъсир кўрсатади. Бундай таъсирлар ва уларнинг механизми ҳозирги даврда олимлар томонидан ўрганилмоқда.

Куёш нурланиши тропосферага бир қанча таъсир кўрсатади. Унинг механизминини билиш метеорология учун муҳим маълумот ҳисобланади.

Ҳозирги пайтда олимларни биосферадаги турли ходисалар кизиқтирмоқда. Олиб борилган кузатишлар бу ходисаларнинг Куёш активлиги билан боғланиши бор эканлигини кўрсатмоқда. Биологлар эса, Куёш активлигининг 11 йиллик цикли ичида хайвонлар, қушлар ва ҳашаротларнинг баъзи турларининг яшаш тарзида ўзгаришлар бўлишини аниқлашган. Шифокорлар Куёш активлигининг максимал даврида баъзи *юрак, қон-томир* ва *перв системаси* касалликлари сезиларли даражада кучайиб бориши текширилди. Шунга ўхшаш Куёшнинг Ер шарига ҳаётни ўрганиш тобора янги натижалар бермоқда.

Куёшда содир бўлаётган барча ходисаларни ҳар томонлама ўрганиш учун Россиядаги ва бошқа мамлакатлардаги обсерваторияларда Куёш системали равишда текширилмоқда. Куёшдаги портлашларни олдиндан билиш мумкин эмаслиги энг асосийси ва ҳозирча тўла ечилмаган масалалардан бири бўлиб, ҳисобланади. Портлашларни олдиндан билиш, радиоалоқадаги узилишларни ўз вақтида олдини олиш имкониятини беради. Шунингдек космонавтларни очиқ коинотга чиқишларидаги хавфдан сақланиш ҳам мумкин бўлади.

Куёш ва Ер шарига ҳаётнинг боғланиши бўйича илмий тадқиқот ишлари Ер шарининг барча бурчакларида олиб борил-

моқда. Куёшда ва Ерда содир бўлаётган жараёнлар ҳақидаги маълумотлар Ернинг сунъий йўлдошлари ва космик ракеталар, шунингдек тоғларнинг чўққиларига ўрнатилган обсерваториялардан ва океанларнинг чуқур жойларига ўрнатилган асбоблар орқали олинмоқда.

Куёшни астрономик ва геофизик комплекс текшириш, бундан бўён ҳам давом этади. Яхши натижалар космик кемаларда олиб борилган экспериментлардан олинмоқда. Масалан, 1969-йили 14-октябрда учирилган Ернинг «Интеркосмос-1» сунъий йўлдоши бортига ўрнатилган илмий аппаратлар, Куёшнинг қисқа тўлқинли нурланишини ва унинг Ер атмосферасига кўрсатган таъсирини текширган. «Интеркосмос-1» да бошланган илмий тадқиқот ишлари шу сериядан бошқа йўлдошларда («Интеркосмос-4, -7, -11, -16») да давом эттирилди. Уларнинг ичида «Интеркосмос-16» да олиб борилган экспериментларнинг энг асосий мақсади (1976-й., июль) Куёшнинг ультрабинафша, рентген нурланишларини Ер атмосферасининг юқори қатламига кўрсатган таъсирини тадқиқот қилишдан иборат бўлган.

- ?
1. Куёшда содир бўлган ходисалар билан Ер атмосферасидаги ходисалар ўртасида қандай боғланиш бор?
 2. Куёш активлигининг таъсири ҳақида биологлар ва шифокорлар тадқиқотларининг натижаси қандай бўлган?
 3. Сунъий йўлдошлар орқали Куёшнинг таъсирини ўрганиш қандай амалга оширилмоқда?

40-§. Юлдузлар ҳақида умумий тушунча

Юлдузлар табиати жихатидан Куёшга ўхшаш, ўта иссиқ газлардан иборат бўлган, ўзидан ёруғлик чиқарувчи осмон жисмлари ҳисобланади. Куёш юлдузларга қараганда Ердан жуда яқин масофада бўлади. Масалан, Куёш нури Ерга 8,3 минутда етиб келса, энг яқин Центавр юлдузидан ёруғлик нури 4 йил 3 ойда етиб келади. Юлдузлар Ердан жуда олис масофада бўлганлиги учун телескопда диск кўринишида эмас, нуқта каби кўринади. Ойсиз қоронғу очик тунларда осмон сферасининг иккиала ярим шарларида қуролланмаган кўз орқали 6000 га яқин юлдузларни кўриш мумкин. Кучли телескоплар ёрдамида бир неча миллиард юлдузларни кўра

оламиз. 1998-йили АКШ нинг астрономия жамияти «Хаббл» номили, hozirgi замон талабларига жавоб берувчи *космик телескоп* ёрдамида Оламни кўриш мумкин бўлган қисмида, бир галактиканинг ўзида 100 млн дан кам бўлмаган юлдузлар бор эканлиги хақида маълумотлар олинди. Бундай галактикалар сони Оламда тахминан 125 млрд га етади.

Юлдузлар турли рангларда ва турли ёркинликларда бўлади: оқ, сарик, кизил ва бошка. Юлдузлар қанчалик қизғиш бўлса, шунчалик харорати паст бўлади. Қуёшимиз сарик рангдаги Юлдуз хисобланади. Қуйида ранглари билан фаркланувчи баъзи юлдузларни келтирамиз. Оқ юлдузлар: Лира юлдузлар туркумидаги Вега юлдузи, Бургут юлдузлар туркумидаги *Альтаир*, осмондаги энг ёруғ юлдуз *Сириус*; Қизил юлдузлар: Орион юлдузлар туркумидаги *Бетельгейзе*, Чаён юлдузлар туркумидан *Антарес*; сарик юлдузлар: Аравакаш (Возничий) юлдузлар туркумидаги *Копелла*, *Қуёш*.

Қадимги замонлардан буён энг ёруғ юлдузларни 1-катталиқдаги юлдузлар деб, кўз орқали энг хира кўринувчи юлдузлар 6-катталиқдаги юлдузлар деб номланган. Бу юлдузларнинг номланиши hozirgacha сакланиб келмоқда. «Юлдуз катталиги» деб аталиши юлдузнинг хақиқий ўлчамига тегишли эмас, у юлдуздан Ерга етиб келувчи ёруғлик окимини характерлайди.

Ҳозирги кунда замонавий телескоплар ёрдамида 25-катталиқдаги юлдузларни кузатиш мумкин. Така (козерог) юлдузлар туркумига кирувчи 15.0 юлдуз катталигидаги, осмон экваторидан шимол томон $16^{\circ}55'4,5''$ га оғишга эга бўлган юлдузга Москва Обсерваториясининг илмий кенгаши қарорига кўра (2001-й.) таникли математик Қирғизистон Миллий Фанлар академиясининг академиги Борубаев Алтай Асилкановичнинг номига «Алтай» деб номланди.

Юлдузли осмон 88та юлдузлар туркумига бўлинган. Бирок, узок йиллар давомида юлдузлар қўзғалмас нукта деб хисобланган, уларга нисбатан сайёралар ва кометаларнинг ҳаракатларини кузатишган. XVI асрнинг охиридагина италиялик астроном Жордано Бруно (1548–1600) юлдузлар бизнинг Қуёшга ўхшаш, бирок энг узок масофадаги жисмлар эканлигини айтган. 1596-йили биринчи марта ўзгарувчан юлдуз, 1650-йили *қўшалок юлдузлар* аниқланди. 1718-йили инглиз астрономи Эдмунд Галлей (1656–1742)

А. А. Борубаев 1950-йили туғилган, геометрия ва топология бўйича мутахасис. Физика-математика фанлари доктори, профессор, Қирғизистон Миллий Фанлар Академиясининг академиги, ҚР. нинг фан ва техника бўйича Давлат мукофотининг икки марта лауреати.



томонидан уч юлдузнинг хусусий ҳаракатлари кузатилган. XVIII асрнинг ўрталарида ва иккинчи ярмидан бошлаб рус академиги М. В. Ломоносов (1711–1765), немис олими И. Кант (1724–1804), инглиз астрономи Т. Реъм (1711–1786) ва бошқалар томонидан Қуёш системаси хақида тўғри ўй-фикрлар айтилган. 1835-йиллари рус астрономи В. Я. Струве, немис астрономи Ф. Бессель ва инглиз астрономи Т. Гендерсон бизга яқин жойлашган учта юлдузгача бўлган масофани биринчи бўлиб аниқлаган. XIX асрнинг 60-йилларида юлдузларни текшириш учун спектроскоп, 80-йиллардан бошлаб фотографик усуллар қўлланила бошланди. Рус астрономи А. А. Белопольский 1900-йили ёруғлик ҳодисаларига *Доплер принципини* қўллаш мумкинлигини экспериментал йўл билан тасдиқлади. Унинг асосида юлдузлардан келган ёруғлик спектридаги чизикларнинг силжиши бўйича, уларнинг шу нур йўналишидаги ҳаракат тезликларини аниқлаш мумкин бўлди.

Асосан атом физикасининг ривожланиши билан 1920-йилдан юлдузлар хақидаги илмий тушунчалар тубдан ўзгарди. Кейинчалик юлдузларни текширишда электрон хисоблаш машиналари қўллана бошланди. Физика фанининг эришган ютуқлари юлдузлар хақидаги тушунчаларни тобора кенгайтириб, унинг тузилиши ва асосий характеристикалари хақида кенг назария тузиш имконини берди.

Юлдузлар дунёси турли тумандир. Баъзи бир юлдузлар ҳажми бўйича Қуёшдан миллион марта катта ва нурланиш энергияси жуда юкори бўлади. Нурланиш энергияси Қуёшникидан кўп марта кичик юлдузлар ҳам учрайди. Кўпгина ҳолатларда юлдузлар қўшалок жойлашиб, массаларининг умумий маркази атрофида айла-

нади. Бундай юлдузлар *қўшалоқ юлдузлар*, ёркинлиги вақти-вақти билан ўзгариб турувчи юлдузлар, *ўзгарувчан юлдузлар* деб аталади. Ўз равшанлигини киска вақт ичида минглаб марта ўзгартирувчи юлдузлар *янги юлдузлар* деб аталади. Юлдузларда ҳам Қуёшда ва Ерда учрайдиган химиявий элементлар бор. Асосан *Водород* (оғирлиги бўйича 70% атрофида) ва *Гелийдан* (25% атрофида) иборат қолган элементлар (*кислород, азот, темир, неон, углерод*) Ерда қандай микдорда учраса, юлдузларда ҳам ўшандай микдорда учрайди. Ҳозирда юлдузларнинг ташки қатламларини кузатиш имкони бор. Бироқ шундай бўлсада, олиб борилган кузатишлардан олинган маълумотларни физиканинг умумий қонунларидан келиб чиққан натижалар орқали, юлдузларнинг ички тузилиши назариясини тузиш ва юлдузларнинг энергия манбалари ҳақида маълумотлар олинди.

Юлдузларнинг ички қатламида етарли механик энергияга эга бўлган водороднинг ядроси бўлган бўш протонлар жуда кўп. Бу протонлар бошқа элементларнинг ядроси билан тўкнашиб, уни бошқа элементга айлантиради. Ядро реакцияси натижасида водород гелийга айланади. Шунинг асосида юлдузларда, ёруғлик таркатувчи манба бўлиб ҳисобланган атом энергияси пайдо бўлади.

Юлдузлар бир-бирини тўлиқловчи икки йўналишда ўрганилади. Улардан бири *юлдуз астрономияси*. Унда юлдузларнинг ҳаракати, уларнинг галактикада ва юлдузлар туркумида жойлашиши, турли статистик ўлчашларда кўриб чиқилади. Иккинчи йўналиш астрофизикада юлдузларда содир бўлувчи физикавий жараёнлар, уларнинг нурланишлари, тузилиши, эволюцияси ўрганилади.

- ?
1. Юлдузларга Қуёшга нисбатан характеристика беринг?
 2. Юлдузлар ҳақида умумий тушунча беринг?
 3. Юлдузли осмон ҳақида олимлар қандай фикрда бўлишган?
 4. Қўшалоқ юлдузлар, ўзгарувчан юлдузлар ва янги юлдузларнинг фарқи нимада?

41-§. Йиллик параллакс.

Юлдузларгача бўлган масофани аниқлаш

Астрономияда Ернинг Қуёш атрофида айланишининг асосида кузатувчининг фазодаги ўрнининг кўчишига боғлиқ ҳолда ёриткичларнинг осмон сферасидаги силжиши *йиллик параллакс* деб

аталади. Бундан ташқари Ернинг ўз ўқи атрофида айланишидан келиб чиққан параллакс *суткалик параллакс* деб аталса, Қуёш системасининг Галактикадаги ҳаракатига боғлиқ параллакс *асрий параллакс* дейилади.

Ернинг бирор юлдузларгача бўлган масофаси йиллик параллакс орқали, Ердан яқин осмон жисмларигача бўлган масофа суткалик параллакс орқали, Қуёшнинг Галактикамиздаги ўрни асрий параллакс орқали аниқланади. Осмон жисмларини аниқ ўлчанган параллакслари уларгача бўлган масофаларни аниқлаш имконини беради.

Суткалик параллакс осмон жисмининг марказидан Ернинг марказига ва Ер сиртидаги кузатувчи турган нуктага ўтказилган чизикларнинг орасидаги бурчак орқали аниқланади. Суткалик параллакснинг катталиги осмон жисмларининг зенит оралиғига боғлиқ бўлиб, сутка давомида ўзгариб туради, Суткалик параллаксни қўллаш орқали Қуёш, Ой ва Қуёш системасидаги жисмларгача масофаларни аниқлаш мумкин. Юлдузлар жуда олисда жойлашганлиги туфайли, суткалик параллакс орқали уларга бўлган масофани аниқлашда қўлланилмайди.

Йиллик параллакс-гипотенузаси Қуёшдан юлдузгача бўлган масофани, кичик катети эса Ер орбитасининг катта ярим ўқини ифодаловчи тўғри бурчакли учбурчакдаги кичик бурчак. Йиллик параллакс юлдузларгача бўлган масофани аниқлашда қўлланилади. Бу параллакслар кичик катталиклар ҳисобланади. Шу сабабли уларни юлдузларгача бўлган масофага тесқари пропорционал деб олиш мумкин. (1" параллаксга 1 парсек масофа тўғри келади; 1 парсек = 206265 *а. б.* (астрономик бирлик) 1 *а. б.* = 150 000 000 км – Ердан Қуёшгача бўлган ўртача масофа. Бизга Қуёшдан сўнг, энг яқин масофадаги Центавр юлдузининг параллакс 0,76" га тенг.

Бир қанча узоқ масофадаги юлдузларнинг фонида, бевосита ўлчаш орқали аниқланган юлдузларнинг кўринма силжишлари *тригонометрик параллакс* деб аталади. Бундай параллакслар жуда кичик бўлганлиги учун уни фақат яқин масофадаги юлдузларда қўллаш мумкин.

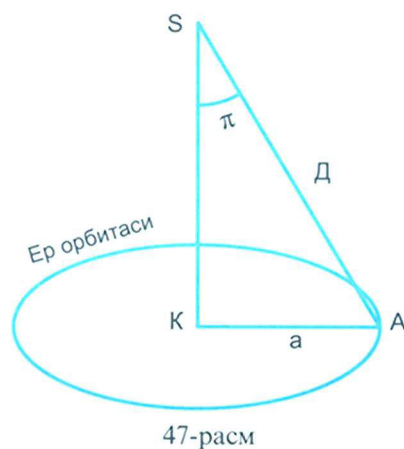
Польшяк астрономи Н. Коперник юлдузларнинг параллаксларини ўлчамоқчи бўлган ва аниқ натижа ололмаган. Бу юлдузлар Ердан жуда узоқда эканлиги, ўша даврдаги қуроқлар орқали юлдузларнинг параллакс бўйича силжишларини аниқлаш мумкин эмаслигини тўғри тушунган.

1837-йили биринчи марта Вега юлдузининг йиллик параллакси рус астрономи В. Я. Струве томонидан аниқ ўлчанган. У билан бир вақтда бошқа давлатларда (Германия, Англия) икки юлдузнинг параллакслари аниқланган, улардан бири Центавр юлдузлар туркумининг α си бўлган.

Биз юқорида юлдузлар Куёш системасидаги жисмларга қараганда жуда узок масофада бўлишини айтиб ўтганмиз. Яқиндаги юлдуздан ёруғлик нури бир неча йилда етиб келади.

Юлдуз йўналишига перпендикуляр жойлашган Ер орбитасининг ўртача радиусини (a), юлдуздан қараганда кўринган бурчаги π шу юлдузнинг йиллик параллакси бўлиб ҳисобланади. Агар π катталикни аниқлаш имкони бўлса, унда бу юлдузгача бўлган масофа

$$D = \frac{a}{\sin \pi} \quad (41.1)$$



тенглик орқали аниқланади. Бу тенглик 47-расмда SKA тўғри бурчакли учбурчакдан олинади, бурчак қаршисидаги катетнинг гипотенузага нисбати, шу бурчакнинг синусига тенг). Бу ердаги $a = KA$ – Ер орбитасининг ўртача радиуси; $D = SA$ Ердан юлдузгача бўлган масофа; π – масофаси аниқланган юлдузнинг параллакси.

π – паралактик бурчак доимо жуда кичик қийматга эга бўлади ($1''$ дан кичик). Агар π бурчакни секундлар орқали ифодаласак унда

$$\sin \pi = \frac{\pi}{206265''} \quad (41.2)$$

Энди (41.1) тенгликдан

$$D = \frac{206265'' a}{\pi} \quad (41.3)$$

кўринишида ёза оламиз. Ер орбитасининг ўртача радиуси 1 а.б. га тенг ($a = 1 \text{ а.б.}$), демак (41.3) тенгликни a б. орқали ифодаласак:

$$D_{a.b.} = \frac{206265''}{\pi} \quad (41.4)$$

кўринишда ёзилади. Охирги тенгликдан фойдаланиб параллакси маълум бўлган ихтиёрий юлдузгача бўлган масофани топа оламиз.

Юқорида бизга яқин бўлган Центаврнинг α юлдузи параллакси $\pi = 0,76''$ га тенг эканлигини айтиб ўтганмиз. Демак, Центаврнинг α юлдузигача бўлган масофа:

$$D_{a.b.} = \frac{206265''}{0,76''} \approx 270000 \text{ а.б. га тенг.}$$

Бу масофани ёруғлик 4 йилда босиб ўтади. Куёшдан Ерга ёруғлик 8 минутда етиб келади. Ойдан 1 секундга яқин вақтда ёруғлик етиб келади.

$1''$ параллаксга тўғри келувчи юлдузгача бўлган масофа *парсек* (*пк*) деб аталади («параллакс – секунд» сўзларидан олинган):

$$1 \text{ пк} = 206265 \text{ а.б.} = 3,26 \text{ ёруғлик йили} = 3 \cdot 10^{13} \text{ км}$$

Юлдузгача бўлган масофа парсек орқали қуйидаги формула орқали топилади:

$$D_{пс} = \frac{1}{\pi} \quad (41.5)$$

Ҳозирги пайтда йиллик параллаксни ўлчаш, юлдузларгача бўлган масофани аниқлашдаги асосий усул бўлиб ҳисобланади.

XIX асрнинг биринчи ярмида бор йўғи учта юлдузгача бўлган масофа аниқланган бўлса, ҳозирда бир неча минг юлдузларнинг параллакслари маълум. Йиллик параллаксни ўлчаш орқали 100 *парсек* ёки 300 *ёруғлик йилидан* узокда бўлмаган юлдузларгача масофаларни аниқ ўлчаш мумкин. Энди биздан минглаган парсек (1000 *парсек* = 1 *килопарсек* = 1 *кпк*) ёки миллион *парсек* (1 000 000 *парсек* = 1 *мегапарсек* = 1 *Мпк*) узокдаги космик объектларгача бўлган масофалар, бошқа усуллар орқали ўлчанади.

- ? 1. Суткалик, йиллик ва асрий параллаксларнинг фарқлари нимада?
2. Юлдузгача бўлган масофа қайси формула орқали аниқланади?

42-§. Кўринма ва абсолют юлдуз катталиклари

Куёш сингари юлдузлар ҳам электро-магнит тебранишларнинг барча тўлқин узунликларидаги диапазонларда энергияни нурланиш орқали таркатади. Юлдуздан барча йўналишлар бўйлаб бир секунд ичида нурланган тўлиқ энергия миқдори *ёрқинлик* деб аталади. Бу юлдузларнинг асосий характеристикаси бўлиб ҳисобланади. Ёркинлик L ҳарфи орқали белгиланади. Куёшнинг ёркинлиги $L_{\odot} = 1$ деб ($L_{\odot} \approx 4 \cdot 10^{33}$ эрг/с) қабул қилинган.

Юлдузлар биздан турли узоқликда жойлашган. Юлдузларнинг ёркинлигини уларнинг кўзга кўринган юлдуз катталиги орқали баҳолаш мумкин. Биздан стандарт $D_0 = 10$ пк масофада жойлашган юлдузнинг кўринма юлдуз катталиги *абсолют юлдуз катталиги* деб аталади ва M ҳарфи орқали белгиланади.

Икки юлдуздан бирининг ёркинлиги иккинчисидан $\sqrt[5]{100} = 2,512$ марта катта бўлса, унда бу икки юлдузнинг кўринма юлдуз катталиклари айирмаси бирга тенг бўлади. Шундай қилиб, биринчи катталикдаги юлдуз, иккинчи катталикдаги юлдузга қараганда 2,512 марта ёруғ бўлса, иккинчи катталикдаги юлдуз учинчи катталикдаги юлдузга қараганда яна 2,512 марта ёруғ бўлади ва ҳоказо. Демак, биринчи юлдуз катталигидаги юлдуз, тўртинчи юлдуз катталигидаги юлдузга нисбатан $2,512 \cdot 2,512 \cdot 2,512$ марта ёки $2,512^3 = 2,512^{4-1}$ марта ёруғ бўлади. Энди икки юлдуз учун ёркинликлари (J) нисбатини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\frac{J_1}{J_2} = 2,512^{m_2 - m_1} \quad (42.1)$$

Бу ерда $m_1 - m_2$ – юлдузларнинг D_1 ва D_2 масофалардан кўринувчи кўринма юлдуз катталиклари. Агар $D_0 = 10$ пк масофадан кузатиш олиб борилса, унда унинг кўринма юлдуз катталиги таърифга кўра абсолют юлдуз катталиги (M) га тенг бўлади. Унда (42.1) қуйидаги кўринишга келади масофаси (J_0 масофаси $D_0 = 10$ пк деб олинган юлдузнинг ёркинлиги)

$$\frac{J}{J_0} = 2,512^{M-m} \text{ марта ўзгаради.}$$

Айни вақтда, ушбу нисбат масофалар квадратига тескари пропорционал бўлади:

$$\frac{J}{J_0} = \frac{D_0^2}{D^2}; \quad \text{ёки} \quad 2,512^{M-m} = \frac{D_0^2}{D^2} \quad (42.2)$$

(42.2) ни логарифмлаб, Астрономиянинг мактаб курсида маълум бўлган тенгликни оламиз:

$$M = 5 - 5 \cdot \lg D + m \quad (42.3)$$

Бу ерда M – абсолют юлдуз катталиги, D – юлдузгача бўлган масофа, m – кўринма юлдуз катталиги.

Агар абсолют юлдуз катталиги бошқа усул орқали аниқланган бўлса, масалан юлдузларнинг спектри бўйича, унда охириги (42.3) формуладан юлдузгача бўлган масофани топиш мумкин.

$$\lg L = \frac{m - M + 5}{5} \quad (42.4)$$

Абсолют юлдуз катталиклари билан юлдузларнинг равшанликлари орасидаги боғланиш формуласи ҳам юқоридаги (42.1) формула каби ёзилади.

$$\frac{L_1}{L_2} = 2,512^{M_2 - M_1} \quad (42.5)$$

Бу ерда L_1 ва L_2 икки юлдузнинг ёркинликлари M_1 ва M_2 уларнинг абсолют юлдуз катталикларидир.

Агар юлдузлардан бири сифатида Куёшни олсак, унда $\frac{L}{L_{\odot}} = 2,512^{M_{\odot} - M}$ тенглик олинади. Бу ерда индекси йўқ катталиклар ихтиёрий юлдузга, ($\odot$) индекслиги эса Куёшга тегишли. Куёшнинг ёркинлиги бирга тенг деб олинганлиги учун $L = 2,512^{M_{\odot} - M}$ деб ёза оламиз. Логарифмлаш орқали

$$\lg L = 0,4 (M_{\odot} - M) \text{ кўринишда ёзамиз} \quad (42.6)$$

Охириги (42.6) формула бўйича абсолют юлдуз катталиги маълум бўлган ихтиёрий юлдузнинг ёркинлигини ҳисоблай оламиз.

Юлдузлар турли ёркинликларга эга. Ёркинликлари Куёш ёркинлигидан 100, 1000 марта катта бўлган юлдузлар *гигантлар* ва энг катта гигантлар деб аталади. Масалан, Альдаберан гигант юлдузининг ёркинлиги Куёшникидан 120 марта юқори ($L \approx 120$). Энг

катта гигант юлдузга мисол учун Орион юлдузлар туркумидаги Ригель юлдузини олиш мумкин. Унинг ёркинлиги $L \approx 20000$.

Ёркинликлари Қуёшникига тенг ёки кичик бўлган юлдузлар *митти* (карлик) юлдузлар деб аталади. Крюгер деб номланган юлдуз бунга мисол бўла олади. Унинг ёркинлиги $L \approx 0,006$.

Юлдузларнинг радиуси нурланиш конуни орқали аниқланади. Физикада қиздирилган жисмнинг 1 м^2 юзасидан вақт бирлиги ичида нурланган тўлиқ энергияси $E = \zeta T^4$ тенглиги орқали ифодланади. (Стефан-Больцман конуни). Бунда ζ – пропорционаллик коэффиценти, T – абсолют ҳарорат. Бу конундан маълумки T ҳароратга эга бўлган юлдузнинг солиштирама чизикли радусини аниқлаш учун қуйидаги формуладан фойдаланамиз.

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

Бу ерда r – юлдузининг радиуси, $r_{\odot}$, $T_{\odot}$ – Қуёшнинг радиуси ва абсолют ҳарорати.

- ? 1. Юлдузларнинг ёркинлиги деб нимага айтилади?
2. Абсолют юлдуз катталиги деб нимага айтилади?
3. Икки юлдуз учун ёркинликлар нисбати қандай ёзилади?
4. Абсолют юлдуз катталиги маълум бўлган ихтиёрий юлдузнинг ёркинлиги қандай формула орқали топилади?
5. Қандай юлдузлар гигантлар деб аталади?
6. Қандай юлдузлар митти юлдузлар деб аталади?

43-§. Юлдузларнинг физикавий табиати

Кўпчилик астрономлар юлдузлар (хатто галактикалар), газчанг туманлигининг қуюқлаши (конденсациясининг) натижасида пайдо бўлади деб ҳисоблашган. Бундай гипотезанинг пайдо бўлишининг сабабларидан бири, кузатишлар кўрсатганидай, янги пайдо бўлувчи юлдузларнинг газлар ва чанглар билан боғланишида бўлишидир.

Ўз гравитацияси таъсирида совуқ газ чангларидан иборат бўлган туманлик сиқила бошлади дейлик. Бундай сиқилишдан туманликнинг зичлиги ва ҳарорати орта боради. Натижада янги портловчи юлдуз («протоюлдуз») пайдо бўла бошлайди. Бундай

янги пайдо бўлувчи юлдузлар бўйича тадқиқот ишлари кўплаб обсерваторияларда олиб борилмоқда.

Янги пайдо бўлувчи юлдузларнинг (протоюлдузларнинг) оддий юлдузлардан асосий фарқларидан бири уларда (протоюлдузларда) термоядро реакцияси бормайди. Протоюлдузларда оддий юлдузлардай энергиянинг асосий манбаи хали пайдо бўлгани йўқ. Қачонки сиқилиш жараёни натижасида унинг ядросидаги ҳарорат бир неча миллион градусга етгандагина термоядро реакцияси бошланади. Шу вақтдан бошлаб, юлдузнинг сиқилиш босқичи тўхтайтиди. Газнинг ички босимининг кучи, юлдузнинг ташки қисмининг оғирлик кучи билан мувозанатга келади. Мувозанат юлдузнинг массаси қанча катта бўлса, шунчалик юқори ҳароратда пайдо бўлади. Шу сабабдан ўта гигант юлдузларнинг ёркинлиги энг юқори бўлади.

Кўп миқдордаги энергияни нурлантирувчи гигант юлдузлар эволюциясида, бир неча миллион йиллар ичида стационар ҳолатга келади. Қуёш каби юлдузлар пайдо бўлиши учун миллиардлаган йиллар талаб қилинади.

Юлдузнинг марказий қисмидаги водороднинг барчаси гелийга айланганда, юлдузнинг ичида гелий ядроси пайдо бўлади. Сўнгра водород гелийга юлдузнинг марказида эмас, энг иссиқ бўлган гелий ядросидан кейинги қатламларида айланади. Гелий ядросининг ичида энергия манбаи бўлмаганлиги учун аста-секин сиқилиб, ҳарорати яна кўтарила бошлайди. Юлдуз ичидаги ҳарорат 13–15 млн градусдан ортган пайтда гелий кислородга айлана бошлайди. Ҳисоблашлар кўрсатганидек, юлдузнинг ўлчами ва ёркинлиги аста-секинлик билан қизил гигантга ёки ўта катта (гигант) юлдузга айланади.

- ? 1. Янги юлдуз (протоюлдуз) қандай пайдо бўлади?
2. Янги пайдо бўлувчи юлдуз билан оддий юлдузнинг асосий фарқи нимада?
3. Юлдуз ичида гелий ядроси қандай пайдо бўлади?

44-§. Оқ карлик, нейтрон юлдузи ва қора туйнуклар

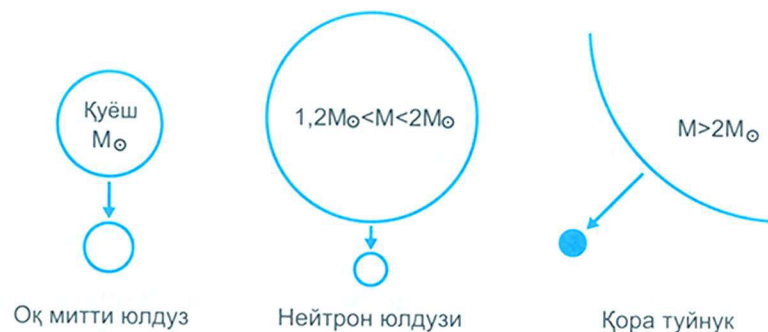
Оқ митти (карлик) юлдузлар. Астрономик кузатишлар Оламда бир қанча ғаройиб ходисаларнинг содир бўлишини кўрсатди. Улардан бири, ниҳоятда катта ўлчамдаги массанинг, фазонинг

кичик кисмида йиғилиши (сикилиши) мумкин эканлиги ҳисобланади. Юлдуз эволюциясининг охири босқичи, унинг массасининг энг катта сиқилишига олиб келади. Агар юлдуз марказидаги ядро энергияси ёниб бўлса, унда қандай жараён содир бўлади?

Юлдузнинг марказий қисмида босим ва ҳарорат пастлайди, ўзининг портлаш кучи таъсирида марказга томон сиқила бошлайди. Агар юлдузнинг массаси Қуёш массасидан кичик бўлса, у ҳолда, бундай сиқилиш натижасида у юлдуз *оқ-карликка* зичлиги тахминан 10^9 г/см^3 бўлган унчалик катта бўлмаган юлдузга айланади. Оқ карлик ҳолатидаги юлдуз электронларидан ажралган атом ядроларидан ва эркин электронлардан ташкил топади. Электронсиз атом ядролари, мувозанат ҳолати атрофида тебранишда бўлади.

Массаси Қуёш массасига тенг бўлган юлдуз оқ карлик юлдузга айланиши учун, бу юлдузнинг ўлчами 1000 марта кичрайиши керак.

Бундай юлдузларнинг ядролари углерод ва кислороддан иборат бўлади. Агар ядронинг массаси Қуёш массасининг ярмидан кичик бўлса, у ҳолда бу ядро гелийдан иборат бўлади. Оқ карликка айланган юлдуз жуда катта сиқилишга дучор бўлганлиги учун дастлаб ўта иссиқ бўлиб, оқ рангда кўринади. Аста-секин совий бошлаб, бир неча миллиард йилдан кейин кўринмай қолади. Оқ карлик юлдузнинг максимал массаси Қуёш массасининг 1,4 ўлчами атрофида бўлади. Эволюция жараёнининг бориши билан юлдузлар бир қанча миқдордаги массаларини йўқотади. Дастлабки массалари Қуёш массасидан ҳеч бўлмагандан 6 марта катта бўлган юлдузлар ҳам ўз эволюциясининг ниҳоясида оқ карлик юлдузларга айланади деган тахминлар бор (48-расм).



48-расм

Юлдузлар оламида кўплаб оқ карлик юлдузлар учрайди. Бу эса, кўплаб юлдузлар оқ карликларга айланиши, ундан сўнг совиб «*ўчган юлдузларга*» айланишини билдиради.

Нейтрон юлдузлар. Энг катта массали юлдузлар бундан ҳам фалокатли ҳолатга дуч бўлади. Бундай юлдузларнинг дастлабки массалари етарли даражада катта бўлиб, кучли гравитацион кучни яратиш билан юлдузнинг марказида юқори ҳароратни ҳосил қилади. Натижада массаси Қуёш массасидан бирозгина, яъни 1,4 мартага катта бўлган энг катта зичликдаги ядрони ташкил қилади. Ядровий энергияси тугаганда гравитацион куч унга қарши ички таъсир этувчи кучдан катта бўлиб, юлдуз жуда тезлик билан қоллапсланади (сиқилади). Бу жараён бир қанча катта зичликда электронлар билан протонлар қўшилиб нейтронларни ҳосил қилгунча давом этади. Агар ҳосил қилади. Агар пайдо бўлган нейтронларнинг гравитацион кучга қарши йўналган босими юлдузни ушлаб қолишга ва қоллапсни тўхтатишга имкони бўлса, у ҳолда унда *нейтрон юлдуз* пайдо бўлади (48-расм).

Нейтрон юлдузнинг ўлчами, кўндаланг қесими бўйича бир неча километрга етади. Шундай бўлса ҳам бундай юлдуз Қуёшга нисбатан катта массага эга бўлади.

Нейтрон юлдуз қоллапсланувчи юлдузнинг катта массали ядросидан иборат. Юлдуз қоллапсланганда рентген ва гамма нурлари кўринишида кескин энергия ажралиб чиқади. Шунингдек нейтрино ҳам ажралиб туради. Ядро синтези жараёнида оғир элементлар тўлган билан жуда кўп миқдорда юлдузнинг ташкилатлари шу энергия ҳисобига сиртга туртилади. Шундай йўл билан юлдузлараро газларга гелийдан оғирроқ элементлар қўшилиб туради.

Ҳақиқатда нейтрон юлдузи гигант ядро бўлиб ҳисобланади. Протонлар ва электронлар бир-бирлари билан жуда кучли қисилишиб, бунинг натижасида бирикишиб, нейтронларни ташкил қилишади. Бундай нейтронлар бир-бирига амалда ўта зич жойлашган бўлади. Нейтрон юлдузининг ичидаги зичлик атом ядроси зичлигидай қийматга етади.

Америкалик физик назарийчи Р.Оппенгеймер (1904–1967) нейтрон юлдуз моделини 1938-йили биринчилардан бўлиб ишлаб чиққан. Нейтрон юлдузлар радиорентген ва гамма нурларни кузатиш орқали кашф этилган. Пульсар – бу ўта катта янги юлдузнинг

портлашидан пайдо бўлган, ўз ўки атрофида тез айланувчи нейтрон юлдуз деб тахмин қилинади. Зич массали нейтрон юлдузи каби юлдузиларгина шундай тез айлана олади.

Нейтрон юлдузлар экзотик шароитлар пайтида ҳам кузатилади. Кўп юлдузлар жуфт бўлишади, уларнинг бири жуда катта янги юлдуз бўлган холда у охириги нейтрон юлдузга айланади. Шундай қилиб, юлдузнинг – жуфтлик эволюцияси тез ривожланишга эга бўлади. Жуфт юлдуз атмосферани қоплаб турган зич газ ҳолатдаги моддаларнинг бир қисмини йўқотади. Геркулес юлдузининг массаси ва ўлчами нейтрон юлдуз эканлигини исботлайди. Нейтрон юлдузлар 1967–1968-йиллари кашф этилган.

Нейтрон юлдузнинг кўп қисми зичлиги $10^{11} - 10^{15} \text{ г/см}^3$ гача зичликдаги моддалардан иборат. Бундай зичликда модданинг ҳолат тенгламаси ва барча хоссалари аниқ маълум бўл-май қолади. Шунинг учун бу масалаларни тадқиқот қилиш бир қанча муҳим масалалардан бири бўлиб ҳисобланади. Шуниндек нейтрон юлдузнинг марказий қисмининг зичлиги $\rho = 10^{14} - 10^{15} \text{ г/см}^3$ бўлиши ҳам тушунарсиз холда ечилмаган муаммо бўлиб қолмоқда. Бундай зичликдаги қисмида нуклонлар билан электронлардан ташқари маълум микдорда *мезонлар* билан *гиперонлар* пайдо бўлади. Бунинг асосида ҳолат тенгламаси ҳам ноаниқ ҳолатда қолади. Ҳолат тенгламаси маълум бўлмаганлиги сабабли нейтрон юлдузи қандай максимал массага эга бўлиши тўлиқ аниқланмаган.

Қора туйнуклар. Агар қисилишга дучор бўлган юлдузнинг массаси Қуёш массасидан 3-4 марта, ёки ундан ҳам юқори бўлса, унда тортилиш кучи назариясига кўра, атом ядроси зичлигига етган юқори зичликда ҳам у юлдузнинг қисилиши тўхтамайди. Файри табиий ходиса-гравитацион қоллапс (сиқилиш) пайдо бўлади. Қоллапсланувчи жисмдаги моддаларнинг концентрацияланиш ва қисилиш жараёнининг тезлиги ёруғлик тезлигигача етади. Шу вақтдан бошлаб, ҳеч бир зарра ва сигнал, шунингдек ёруғлик нури ҳам жуда катта тортилиш кучига эга бўлган бу система сиртига чика олмайди. Қоллапсланувчи жисмни ўраб турган фазо сийрақлашиб, ташқи кузатувчи учун у йўқдай бўлиб сезилади. Қоллапсланувчи объектларнинг ташқи тортилиш майдони сиқилиш пайтида ўзгармайди, у майдон етарли катта масофаларда оддий юлдуз каби таъсир қилади. Бундай объектлар «*қора туйнуклар*» деб аталади (48-расм). Бундай аталишнинг келиб чиқиши қоллапсланувчи

Зельдович Яков Борисович (1914–1988) рус физиги. 1960-йилдан бошлаб астрофизика ва космология бўйича фундаментал илмий текширишлар олиб борган. Массалари Қуёш массасидан юз мингдан миллиард мартагача катта бўлган жисмларнинг тузилиш назариясини ишлаб чиққан. «Қора туйнуклар» хоссаларини текширган. «Қайноқ Олам» жараёни назариясини ўрганишда фундаментал ҳулосага эга бўлган. Квазарлар тез айланувчи ўта катта массали юлдуз деган фикрни таклиф этган.



юлдуз ташқи кузатувчи учун ўчгандай бўлиб кўринмай қолишига боғлиқ. «Қора туйнуклар»нинг бўлиши 1939-йили америкалик физик назариётчилар Р. Оппенгеймер ва Х. Снайдер (1913–1962) томонидан олдиндан айtilган.

Астрономик ҳисоблашлар бизнинг Галактикада тахминан юлдузларнинг 30% «қора туйнуклар» га айланишга етарли массаларга эга эканлигини кўрсатган. Бунинг асосида бизнинг Галактикадаги «қора туйнуклар» нинг сонини тахминан ҳисоблаш мумкин. Ҳисоблашларга кўра уларнинг сони миллиарддан кам эмас бўлиб чиқди. Бироқ бу каби назарий тахминлар ва ҳисоблашлар ҳақиқатга айланиши учун уларни кузатиш орқали исботлаш зарур. Бироқ «қора туйнукларни қандай кузатиш мумкин? Дастлабки уринишлар «қора туйнуклар» томон тортилган газнинг ёркинлигини кузатишдан бошланган. Бироқ шу ёркинланган газнинг ичида «қора туйнук» бор эканлигини исботлаш талаб қилинган.

Иккинчи усулни россиялик назариётчи физик Я. В. Зельдович қуйидагича фикр юритиш билан таклиф қилган. Оламда бир-бири билан тортилиш кучи орқали зич боғланган кўплаган бир қанча қўшалок юлдузлар мавжуд. Бу икки юлдуз умумий масса марказлари атрофида айланади.

Агар икки юлдузнинг бири «қора туйнукда» айланиш орқали ўз ҳаётини тўхтатса, у холда биз уни кўрмай қоламиз. Бироқ бу «қора туйнук» умумий марказ атрофида айланишини давом эттиради. Шу каби ҳолатга дуч бўлган қўшалок юлдузларни кузатиш мумкин.

Агар кўзга кўринмай қолган жисмнинг массаси Қуёшниқидан кичик бўлса, у холда у унча катта бўлмаган хира ёруғлик берувчи

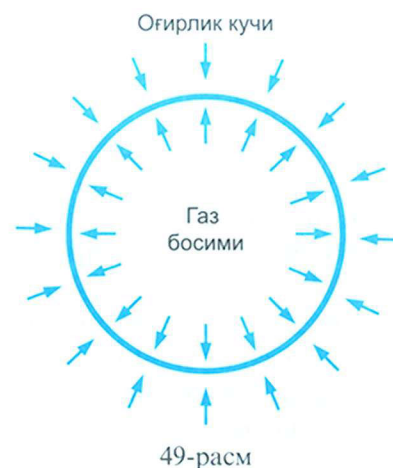
юлдуз бўлиб ҳисобланади. Бироқ бу жисм етарли даражада катта массага эга бўлса, қора туйнукни топдик деб тахмин қилишимиз мумкин.

Юлдузларнинг сиқилиши «қора туйнук» пайдо бўлишининг ягона йўли эмас. Газларнинг гравитацион сиқилиши ҳам қора туйнукка олиб келиши мумкин.

1. Қандай шароитда юлдузлар ок қарлик юлдузларга айланади?
2. Нейтрон юлдузларнинг пайдо бўлиши қандай содир бўлади?
3. Қора туйнуклар ҳақида тушунча беринг?

45-§. Юлдузларнинг ички тузилиши ва уларнинг энергия манбалари

Юлдузларнинг ички тузилишини бевосита кузатишлар орқали била олмаймиз. Шунинг учун уларнинг ички тузилиши уларнинг массаси, радиуси асосида назарий усул билан тузилган юлдуз модели орқали ўрганилади. Юлдузларнинг марказига йўналган гравитацион куч таъсир қилса, унинг марказидан бу кучга қарама-қарши, юлдузнинг сирти томон йўналган газларнинг босим кучи таъсир этади. Бу икки куч катталиклари бўйича тенг, йўналишлари бўйича қарама-қарши бўлиб, механик мувозанатни ташкил қилади (49-расм). Юлдузнинг марказига қараб босим тобора ортиб боради, шу билан бирга зичлик ва ҳарорат ҳам ортади. Вактнинг ўтиши билан юлдузнинг барча элементар ҳажмидаги ҳарорати ўзгармайди, яъни ҳажм бирлигида ажралиб чиққан энергия миқдори, ядро реакциясидан ажралган энергия билан тўлиқланади. Бу жараён иссиқлик мувозанатига олиб келади. Юлдузнинг ташки ҳарорати билан ички ҳарорати бир хил эмас. Сиртида бир неча минг, унинг марказидаги ҳарорат бир неча ўнлаган миллион градусга етади. Бундай ҳароратда моддалар ионлашган атомлардан иборат бўлади.



49-расм

Юлдузда энергияни олиб юривчи асосий механизм бўлиб, нурли иссиқлик ўтказувчанлик бўлиб ҳисобланади. Бу ҳолда юлдузнинг иссиқлик диффузияси, ўта қайноқ ички қисмидан ташқари томонга, қайноқ газлар туфайли чиққан ультрабинафша нурларнинг квантлари орқали ўтади. Бу квантлар юлдузнинг бошқа қисмларида ютилиб, унда қайта нурланади. Борган сари кейинги совуқроқ катламга ўтгани сари нурланиш зичлиги камая боради. Нурли иссиқлик ўтказувчанлик бир қанча юлдузлар учун энергия ташишнинг асосий тури бўлиб ҳисобланади.

Юлдузларнинг дастлабки пайдо бўлиш босқичларидаги энг юпқа катламидаги моддаларнинг химиявий таркиби юлдузлар атмосферасининг химиявий таркибига ўхшайди. Бу эса, спектроскопик усул орқали аниқланади. Вакт ўтиши билан ядро реакциялар юлдузнинг ички катламидаги химиявий таркибини ўзгартиради. Шу туфайли юлдузларнинг ички тузилиши ўзгариб туради.

Юлдузларнинг асосий энергия манбаи бўлиб термоядро реакцияси ҳисобланади. Бу ҳолда енгил ядролардан бир қанча оғир ядролар пайдо бўлади. Кўп ҳолларда водород гелийга айланади. Массаси Қуёш массасидан икки марта кичик бўлган юлдузларда бу реакция асосан икки протонни дейтрий ядроси билан қўшилиши орқали содир бўлади. Бир қанча массали юлдузларда углерод-азот циклик реакцияси устиворлик қилади. Бу реакцияда углерод 4 протонни ўзига бириктириб, шу вақтни ўзида икки позитронни ўзидан чиқариб, дастлаб азотга айланади, сўнгга гелий ва углеродга ажрайди. Бу икки реакция натижасида энергия ажралиб чиқиши билан 4 углерод ядросидан гелий ядроси синтезланади. Углерод-азот реакциясида азот ва углерод ядролари катализатор вазифасини бажаради. Ядролар бир-бири билан бирикиш масофасига яқинлашиш учун улар электростатик туртилиш кучини енгиши зарур. Бундай реакциялар 10^7 градусдан юқори ҳароратдагина содир бўлади. Бундай ҳарорат юлдузнинг энг тубида (ядросида) бўлади. Марказидаги ҳарорат етарли бўлмаган кичик массали юлдузларда энергия манбаи бўлиб, гравитацион сиқилиш ҳисобланади.

Массалари жуда катта бўлган юлдузларнинг ядролари, эволюциянинг охириги даврларида ўзгарувчан бўлади. Уларнинг радиуслари кичрайиб, нейтрон юлдузларга айланади. (Оддий юлдузлар ядро ва электронлардан иборат бўлса, нейтрон юлдузи фақат

нейтронлардан иборат бўлади). Нейтрон юлдузи кучли магнит майдонига эга бўлиб, ўз ўқи атрофида энг катта тезлик билан (соатига 30 мартадан ортик) айланади. Бундай юлдузлар *пульсарлар* деб аталади. Пульсарлар даврийлиги ўта турғун космик радионурланишларнинг манбаи бўлиб ҳисобланади. Ҳозирги даврда бизнинг Галактикамизда 100 дан ортик пульсарлар топилган. Биринчи пульсар 1967-йили топилган. Пульсарларнинг ташқи сиртидаги магнит майдони 10^{12} Тл га етади деган тахминлар бор. Массалари ундан ҳам катта бўлса, бу юлдузларни ташкил қилувчи моддалар марказига ёруғлик тезлигига яқин тезлик билан чексиз ҳаракатда бўлиб *коллапси* пайдо қилади.

- ? 1. Юлдузлар қандай ички тузилишга эга?
2. Юлдузларнинг энергия манбаи бўлиб нима ҳисобланади?
3. Пульсарлар қандай пайдо бўлади?

46-§. Юлдузларнинг ранги ва ҳарорати

Юлдузли осмонни очик тунда диққат билан қарасак, юлдузларнинг турли рангда бўлишини кузатиш мумкин. Жуда киздирилган металлнинг ранги бўйича ҳарорати ҳақида маълумот олганимиз каби, юлдузларнинг ранги ҳам унинг ташқи қатлами ҳарорати ҳақида маълумот беради. Бизнинг Қуёш сарик рангдаги юлдуз ҳисобланади. Капелла юлдузининг ранги ҳам шундай, унинг ҳарорати тахминан 6000 K га етади. Ҳароратлари $2500\text{ K} - 4000\text{ K}$ гача бўлган юлдузларнинг ранглари қизил бўлади. (Альдаберан–Хўкиз юлдуз туркумининг α юлдузи). Бетельгейзе–Орион юлдуз туркумининг α юлдузи бу юлдузнинг ҳароратлари 3000 K атрофида бўлади. Шу пайтгача кузатилган юлдузларнинг ичида энг паст ҳароратли юлдузнинг ҳарорати 1000 K га яқин. Бундай юлдузлар спектрининг инфрақизил қисми бўйичагина кузатилади.

Ҳарорати Қуёшниқидан анча юқори бўлган бир қанча юлдузлар маълум. Уларга ҳарорати $10000\text{ K} - 20000\text{ K}$ бўлган ок рангли юлдузлар (Сириус–Катта Ит юлдуз туркумининг α -си, Денеб – Ок Қуш юлдуз туркумининг α -си, Спика – Сумбула юлдуз туркумининг α -си) киради. Баъзан ҳароратлари $30000\text{ K} - 50000\text{ K}$ бўлган кўкиш-сарик ва кўк юлдузлар ҳам учрайди. Юлдузларнинг ҳароратлари ҳақида айтилганда унинг фотосферасининг ҳарорати кўр-

сатилади. Юлдузларнинг марказидаги ҳарорат ўнлаб миллион градусгача етади.

Шундай қилиб, юлдузларнинг ранги уларнинг ҳароратига боғлиқ. Нисбатан совуқроқ юлдузларда унинг спектрининг қизил қисмида кўпроқ нурланиш содир бўлади, шу сабабдан бундай юлдузлар қизил рангда бўлади. Қизил юлдузларнинг ҳарорати энг паст. Қизил юлдуз тўқ сарикка сўнгра сарикка, оқ сарик ва ҳаво рангга ўтган сари тартиб билан унинг ҳарорати кўтарилиб боради.

Юлдуз юқори ҳароратга етган пайтда молекулалар атомларга ажрайди. Ҳарорат ундан ҳам ўта юқорилаганда заиф атомлар бўлинишга дуч бўлиб, электронларини йўқотиш билан ионларга айланади. Кўплаб химиявий элементларнинг ионлашган атомлари нейтрал атомлар сингари маълум тўлқин узунлигидаги энергияни нурлатади ва ютади. Битта химиявий элементнинг атомларини ва ионларини ютилиш қизиклари интенсивлигини солиштириш орқали назарий йўл билан солиштирма катталигини аниқлаш мумкин. Бу эса ҳароратнинг функцияси ҳисобланади. Шундай қилиб, юлдузларнинг спектридаги қора қизиклар бўйича уларнинг атмосферасидаги ҳароратни аниқлай оламиз.

- ? 1. Юлдузларнинг ранги уларнинг ҳароратига қандай боғлиқ?
2. Ўта совуқ юлдузларнинг ранги қандай бўлади?
3. Юлдузларнинг марказидаги ҳарорат неча градусга тенг?
4. Юлдузлардаги молекулалар қандай пайтда атомларига ажрайди?

47-§. Юлдузларнинг массаси ва ўртача зичлиги

Юлдузлар динамикасини характерловчи асосий параметрлардан бири уларнинг массаси ҳисобланади. Юлдузнинг массаси икки марта ортса, унинг ёрқинлиги ўттиз мартагача ортади. Бундан юлдузларнинг массаларини аниқлаш зарурияти келиб чиқади. Қўшалок юлдузларнинг массасини бевосита аниқлаш мумкин. Бунинг учун қўшалок юлдузларнинг ҳаракатини Ернинг Қуёш атрофидаги ҳаракати билан таққослаш орқали келиб чиққан Кеплернинг умумлашган учинчи қонуни бўйича қуйидаги тенгликларни ёзиш мумкин:

$$\frac{m_1 + m_2}{A^3} T^2 = \frac{M_{\odot} + M_{\oplus}}{a_{\oplus}^3} T_{\oplus}^2 \quad (47.1)$$

Бу ерда A – қўшалок юлдуз орбитасининг катта ярим ўқи; m_1 ва m_2 қўшалок юлдузлар массалари; T – йил давомида иккала юлдузларнинг айланиш даври; $M_\odot$ ва $M_\oplus$ Қуёш ва Ернинг массалари; $T_\oplus$ – Ернинг Қуёш атрофида айланиш даври; $a_\oplus$ – Ер орбитасининг катта ярим ўқи.

Ернинг Қуёш атрофида айланиш даври $M_\oplus = 1$ йил, Ер орбитасининг катта ярим ўқи. Ернинг массаси эса Қуёш массасидан жуда кичик $M_\oplus \ll M_\odot$ бўлганлиги учун уни $M_\oplus \approx 0$ деб олиш мумкин. У ҳолда (47.1) формула қуйидаги кўринишга келади:

$$\frac{m_1 + m_2}{A^3} T^2 = M_\odot \quad \text{же} \quad m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2} M_\odot$$

Агар Қуёш массасини бир деб олсак, яъни $M_\oplus = 1$ Қуёш массасининг бирлигида иккала юлдузнинг массалари йиғиндисини

$$m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2} \quad (47.2)$$

тенглик орқали аниқлаймиз. m_1 ва m_2 массаларини алоҳида аниқлаш учун бу системага кирган, ҳар бир юлдузнинг унинг атрофидаги юлдузларга нисбатан ҳаракатини кўриб чиқиш мумкин. Уларнинг массаларининг умумий марказигача A_1 ва A_2 масофаларни ҳисоблаш билан иккинчи тенгламани ёзиш мумкин:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{m_2}{m_1} \quad (47.3)$$

Олинган (47.2) ва (47.3) тенгламалари иккала массаларнинг ҳар бирини алоҳида топиш имкониятини беради.

Юлдузларнинг массалари турлича. Бироқ ёрқинликлари билан ўлчамларидан фарқ қилиб, юлдузларнинг массалари унча катта бўлмаган ораликда бўлади. Энг катта массали юлдузлар, бор йўғи Қуёш массасидан ўнлаган марта катта бўлса, энг кичик юлдузларнинг массаси Қуёш массасининг 0,07 қисми атрофида бўлади.

Юлдузларнинг массаларигина уларнинг мавжудлигини ва осмон jismlарининг ўзгача тури эканлигини, улар учун ички катламларининг ҳарорати ўта юкори ($10^7 K$ дан ортиқ) бўлишини ифодалайди. Бундай ҳароратда юз берувчи ядро реакциялари

водороднинг гелийга айланиши, барча юлдузлар учун энергиянинг нурланиш манбаи бўлиб ҳисобланади. Массаси кичик бўлса, юлдузнинг ичидаги ҳарорат термоядро реакцияси содир бўлишини таъминлай олмайди.

Оламдаги моддаларнинг химиявий таркибидаги шу давргача содир бўлган ва ҳозирги даврда давом этаётган эволюцияси асосан юлдузларгагина тегишли. Юлдузларнинг ичидагина водороддан бироз оғир химиявий элементлар синтезининг қайталанувчи жараёни боради.

Юлдузларнинг ўлчамлари уларнинг массаларига қараганда бир канча фаркка эга бўлгани каби юлдузларнинг ўртача зичликлари ҳам бир-биридан жуда катта фарқ қилади. Катта ва ўта катта (ўта гигант) юлдузларнинг зичликлари жуда ҳам кичик бўлади. Масалан, *Бетельгейзенинг* зичлиги 10^{-3} кг/м^3 га яқин. Шу билан бирга ўта юкори зичликдаги юлдузлар ҳам учрайди. Бундай юлдузларга ўлчамлари бўйича унча катта бўлмаган *оқ карликлар* қиради. Уларнинг номланиши ҳам юкори ҳароратга мос келувчи оқ рангда бўлишига боғлиқ ҳолда аталади. Масалан, Сириус юлдузини *B* (Сириуснинг йўлдош юлдузи) оқ юлдузнинг зичлиги сув зичлигидан 40 000 марта катта. Ҳозирги кунда бундан ҳам юкори зичликдаги оқ карлик юлдузлар бор эканлиги маълум.

Оддий юлдузлар каби оқ карлик юлдузлар ҳам атом ядроларидан ва эркин электронлардан ташкил топган. Бироқ оқ карлик юлдузлар моделларида атом ядролари бир-бирига яқин жойлашганлиги учун, ҳар бир *куб сантиметр* ҳажмда атом ядролари жуда кўп миқдорда бўлади. Оқ карлик юлдузнинг ниҳоятда катта зичликда бўлиши шундай тушунтирилади. Ҳозирги пайтда зичлиги оқ карлик юлдузларникидан ҳам катта бўлган юлдузлар бор эканлиги фанга маълум.

- ?
1. Қандай юлдузларнинг массаларини бевосита аниқлаш мумкин?
 2. (47.1) тенгликнинг қандай шарти асосида (47.2) тенглик келиб чиқади?
 3. Юлдузларнинг ичида термоядро реакцияси содир бўлиши учун қандай шарт бажарилиши зарур?

ОЛАМ ТУЗИЛИШИ ВА УНИНГ ЭВОЛЮЦИЯСИ

48-§. Олам тузилиши ва унинг эволюцияси
хақида қисқача тушунча

Олам хақидаги дастлабки тушунча эрамиздан аввалги юнон файласуфи ва олими Аристотельдан бошланган. Аристотель олам хақидаги тушунчаси II асрда қадимги юнон олими Клавдий, Птолемей, XVI аср бошларида поляк астрономи Николай Коперник, XVII асрда, инглиз олими Исаак Ньютон томонидан бирин-кетин тўлдирилиб, бир қанча кенг, тўғри маълумотларга эга бўлган.

Кейинги даврда жамиятнинг ривожланишига боғлиқ ҳолда Оламнинг баъзи қисмларининг тузилиши хақидаги тушунчалар кенгая бошлади. Илмий текшириш усулларининг ва астрономик қуроолларнинг такомиллашуви орқали Оламини ўрганиш ҳажми ҳам ортиб бормокда. Шу туфайли борган сари Оламини тадқиқот қилиш ўрганиш ишлари тараққий этиб, у хақидаги бизнинг тушунчаларимизнинг ишончлилиги ҳам ортиб бормокда.

XVI асрнинг бошларида Н. Коперник томонидан очилган зўр илмий кашфиёт инсониятнинг 14 аср қотиб қолган дунё қараши-ни тамоман ўзгартирди. Геоцентрик таълимот ўрнига гелиоцентрик таълимот келди. Шунингдек, юлдузлар бизнинг сайёрамиздан жуда олис масофада жойлашганлиги маълум бўлган. Бироқ у даврда бизга яқин жойлашган юлдузгача бўлган масофани аниқлаш мумкин бўлмаган. XVII–XVIII асрнинг астрономияси асосан сайёралар системасининг астрономияси бўлган яъни биргина юлдуз – Қуёшнинг атрофи билан чекланган. Бу системанинг диаметри 10 млрд км ни ташкил этган.

Бизга яқин жойлашган юлдузгача бўлган масофани ўлчашлик XX асрнинг 30-йилларидагина амалга оширилди. Шундай қилиб, Оламини тўла ўрганишга бўлган чегара, юзлаган ёки минглаган ёруғлик йили масофасигача ортди. XX асрнинг биринчи ярмидагина Галактиканинг ўлчами ва тузилишининг асосий шартларини ишончли тарзда айтишлик имконияти пайдо бўлди. Бироқ, шундай бўлсада Галактика тузилишининг қўплаб муҳим ўзгачаликлари ҳозирга қадар ўрганилмаган. Уларни интенсив ўрганишлар давом этмокда.

XX асрнинг 20-йилларида бизнинг Галактикамиздан бошқа шундай системага қирган галактикаларнинг табиати хақида маълумотлар аниқлана бошлади. Бу эса Оламнинг ўта мураккаб космик системадаги тузилишга эга эканлигини билдиради. Бизнинг Галактикамиз ва унинг атрофидаги осмон жисмлари, юлдузлар Оламнинг кичик қисмига қиради. Ҳозирги даврдаги астрономик асбоблар Оламнинг охири чегарасигача кузатиш имкониятига эга бўлгани йўқ. Шу сабабли Оламнинг чегараси мавжуд эканлиги хақида маълумот йўқ. Бироқ шундай бўлсада, баъзи астрономик асбоблар Оламнинг биздан бир неча парсек масофадаги жисмларини кузатиш имкониятини бермокда. Масалан, 1998-йили америкалик астрономларнинг «Хаббл» номли космик телескопи орқали Оламнинг тахминан 11 млрд ёруғлик йили масофасигача кузатиш олиб борилганлигини айтиш мумкин.

XX асарнинг 70-йилларида турли давлатларнинг астрономларининг биргаликда олиб борган иш фаолиятлари натижасида Оламнинг ўзгача муҳим уч хоссаси аниқланган. Улардан биринчиси, Оламда Галактикалар тенг тақсимланган эмас, уларнинг деярли қўп қисми тўп юлдузлар ва галактикаларнинг гуруҳлари қўринишида бўлади. Иккинчиси, галактикалар ўзаро бир-биридан узокликда бўлади. Бу узоклашиш тезлиги тахминан ўзаро масофаларига пропорционал (Хаббл қонуни). Масалан, бир-биридан 10 парсек масофадаги галактикалар, бир-биридан 600 км/с чама-сида тезликда узоклашади, демак қизилга силжиш пайдо бўлади. Бу эса Оламнинг кенгайишини англатади. Учинчиси, Оламнинг бизга маълум қисми бир жинсли жойлашган радионурланишлар билан тўла. У 3 К хароратдаги қора жисмнинг нурланишига тенг зичликда нурланади. Бу нурланиш *реликт нурланиши* деб аталади. Коинот бўйича бундан кейинги тадқиқот ишлари юқорида келтирилган учта асосий фактлар билан чекланмайди. Олам бундан ҳам бошқа ўта муҳим ҳодисаларга эга эканлиги илмий текширишлар билан исботланмокда.

XX асрнинг биринчи чораги бутун Олам эволюцияси хақидаги асосий илмий кашфиётларнинг бошланиши бўлди. Шундай қилиб, Олам хақидаги назарий илмий текширишлар А. Эйнштейн томонидан релятивистик гравитацион назария (умумий нисбийлик назарияси) нинг яратилиши билан бошланган.

Бу янги релятивистик гравитацион назарияга асосланган Оламнинг биринчи релятивистик модели А. Эйнштейн томонидан

1917-йили кашф этилди. Эйнштейннинг бу модели Олам вақт ўтиши билан ўзгармайди деган хулосага олиб келган. Бундай модель астрофизика кузатишларга қарама-қарши келиб, Оламда эволюция бўлмайди деган тушунча пайдо бўлган.

Россиялик математик А. Фридман 1922–1924-йиллари гравитацион майдон учун Эйнштейн тенгламасини Оламга қўлланилган умумий ечимларини олган. Бу ечимлар бўйича Олам вақт ўтиши билан ўзгаришда бўлади. Олам фазосидаги юлдузлар системасининг бир-бирлари орасидаги масофалар ўзгармас бўлган эмас. Улар бир-биридан узоқлашишда ёки аксинча яқинлашишда бўлишган. Бундай эволюция тортилиш кучи натижасида содир бўлади. Коинот масштабида бу куч ўта муҳим аҳамиятга эга. Фридманнинг олган математик ечимлари хулосаси бўйича Олам гоҳ кенгайишда, гоҳ сиқилишда бўлган. Фридманнинг бу ечими Олам эволюцияси ҳақидаги унғача бўлган тушунчаларни туб томиридан ўзгартирган. 1929-йили америкалик астроном Э. Хаббл астрофизик кузатишлар ёрдамида бизни ўраб турган галактик Оламнинг кенгайишини кашф этган. Фридманнинг математик ечимлари тўғри эканлигини, Оламнинг кенгайишда эканлигини исботлаган. Фридманнинг моделлари Оламнинг бундан кейинги эволюциясининг асоси бўлиб ҳисобланади. Фридманнинг машҳур моделидан сўнг Эйнштейннинг Олам ҳақидаги моделининг тўғри эмаслиги исботланди.

Қуёш ва юлдузларнинг эволюциялари ҳақидаги фактлар ҳам тасдиқланган. Осмон жисмлари энергия нурлатади. Бу энергия манбаи бўлиб, уларнинг марказидаги ядро реакциялари ҳисобланади. Қандай энергиянинг манбаи бўлмасин у абдий эмас. Ядро манбаларида энергия захираси чекли. Демак, Қуёш ҳам, юлдузлар ҳам чекли вақт аввал пайдо бўлишган.

Ҳозирги даврда биз галактикалар каби улкан системалардаги бўлаётган ниҳоят даражада катта портлаш жараёнларини ва эволюцияларини кузата оламиз. Галактикалардаги моддалар ядро жараёнларида бир турдан иккинчи турга ўтади. Водород гелийга, ундан сўнг бир қанча оғир химиявий элементларга айланади. Оламдаги бирон бир астрономик система етарли узок вақт оралигида статик ҳолатда бўла олмайди.

Оламнинг катта масштабдаги эволюцияси мана шундай усуллар орқали исботланган. Бу кашфиёт, Оламнинг эволюцияси ҳақи-

даги оламшумул илмий ютук бўлган. Бироқ шундай бўлсада Оламнинг кенгайиш қонунининг кашф этилиши унинг эволюциясининг текширишининг бошланишигина бўлиб ҳисобланади. Бу эса, Олам механикасини билиш демакдир. Энди кенгаювчи Оламда бўлаётган конкрет физикавий жараёнларни тадқиқот қилиб ўрганиш турибди. Оламдаги моддаларнинг ҳолатлари бугунги кунданидан жуда фарқ қилган бир қанча вақт аввал бўлиб ўтган жараёнларни билиш, осмон жисмлари, уларнинг системалари шаклланган аввалги даврдаги жараёнларни билиш, ниҳоясида, ҳозирги даврда бўлаётган ва келажакда содир бўлувчи жараёнларни билиш зарурияти ётади.

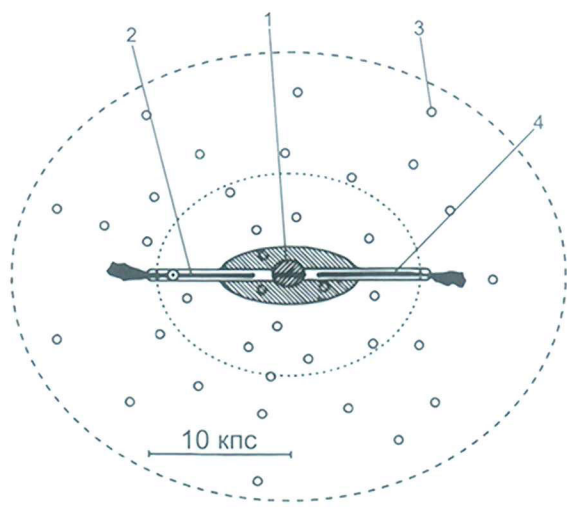
- ❓ 1. Оламнинг тузилиши ҳақидаги дастлабки тушунчалар қачон пайдо бўлган?
2. Олам эволюциясини аниқлашда Фридманнинг қандай ўрни бор?
3. Оламнинг тузилиши ва эволюцияси ҳақида келажакда қандай гадикотлар ётади?

49-§. Бизнинг Галактика

Қуёш ва сайёралар системасини тўлиқ ўзи ичига олган ўта катта юлдузлар системаси бошқа галактикалардан фарқлаш учун «*Бизнинг Галактика*» деб аталиб, бош ҳарф билан ёзилади. Таркибида жуда кўп сондаги юлдузлари бор системалар *галактикалар* деб аталади. Сўнгги маълумот бўйича (1998-йилги) оламнинг биз кузатган қисмида тахминан 125 млрд галактикалар мавжуд.

Бизнинг Галактика турли типдаги кўплаб юлдузлардан, шунингдек газ ва чанг туманликлардан, юлдузлараро фазодаги турли юлдуз тўдаларидан, атомлардан ташкил топган. Унинг катта қисми узунасига тахминан 30 *кпк* (килопарсек), калинлиги 4 *килопарсек* (*кпк*). (1 *парсек* (*пк*) = 3,26 ёруғлик йили ёки $3 \cdot 10^{18}$ *см га тенг* 1 *кпк* = 1000 *пк*). Кичик қисмининг радиуси 15 *кпк* яқин сферани ташкил этади. Галактикада юлдузлар, чанг ва газлар текис жойлашган эмас (50-расм).

Галактиканинг ядроси XX аср ўрталарида ўрганилиб, унинг тузилиши аниқланган. Ядронинг радио нурланиши ҳам диққат билан ўрганилмоқда. Шундай изланишлар ядронинг ўлчамини аниқлаш имконини берди, унинг диаметри 1300 *пк* ни ташкил қилади.



50-расм.

Бизнинг Галактика тузилиши.

- 1 – ядро; 2 – Қуёшнинг Галактикадаги ўрни;
3 – шарсимон юлдуз тўдалари; 4 – галактик «текислик»

Қуёш Галактика марказидан 8000–10000 *пк* дан кам бўлмаган масофада, деярли Галактика текислигида жойлашган. Шундай қилиб, Қуёш Оламнинг марказида эмас, Галактиканинг марказидан маълум бир масофада туради. Галактика айланма ҳаракатда бўлади. Қуёш ва унга яқин жойлашган юлдузлар Галактика маркази атрофида 250 *км/с* га яқин тезликда ҳаракатда бўлиб, тахминан 200 *млн* йилда тўлиқ бир марта айланиб чиқади.

Массалари Қуёш массасига яқин бўлган юлдузлар сони 150 *млрд* дан кам эмас. Галактикадаги умумий юлдузлар сони, массалари жуда кичик бўлган юлдузларни ҳам қўшиб ҳисоблаганда $2 \cdot 10^{12}$ та бўлиши мумкин.

Бизнинг Галактикада материя асосан 2 турда учрайди. Биринчиси юлдузлар ва юлдузлараро газларни ташкил қилувчи моддалар; иккинчиси, электро-магнит, гравитацион ва магнит майдонлар.

Галактиканинг нурланиши, яъни вақт бирлиги ичида ундаги барча юлдузлар чиқарган тўлиқ энергия $3 \cdot 10^{37}$ *Вт* га тенг. Бу эса Қуёш нурланишидан ($4 \cdot 10^{26}$ *Вт*) тахминан 100 *млрд* марта катта. Галактикадаги юлдузларнинг тўлиқ массаси $2 \cdot 10^{44}$ *г* ни ташкил қилади, яъни Қуёш массасидан ($2 \cdot 10^{33}$ *г*) 100 *млрд* марта катта.

Галактикада янги юлдузларнинг пайдо бўлиб туришини тадқиқотлар кўрсатди. Баъзи юлдузларни Ердан кейин пайдо бўлганлигини астрономлар исботлашган.

- ? 1. Бизнинг Галактикага қайси осмон жисмлари киради?
2. 50-расм бўйича Бизнинг Галактика тузилишини айтиб беринг?
3. Бизнинг Галактика асосан қандай материядан ташкил топган?

50-§. Юлдуз тўдалари. Сомон йўли

Юлдуз тўдалари. Ўзаро тортишиш кучи билан боғланган, химиявий таркиби бир-бирига ўхшаш, келиб чиқиши бир хил бўлган юлдузлар *юлдуз тўдалари* деб аталади. Юлдуз тўдаларининг марказида юлдузлар зич, четларида эса сийрак жойлашган. Юлдуз тўдаларининг диаметри 150 *парсек* (*пс*) гача етади. Юлдуз тўдалари икки хил шарсимон ва тарқок турда учрайди. Шарсимон тўдалар ўнлаган ёки минглаган юлдузлардан ташкил топса, тарқок тўдалар ўнлаб ёки юзлаган юлдузлардан ташкил топади.

Масалан, шарсимон юлдуз тўдасига Геркулес 51-расм ва Тайган (Чопкир Итлар) юлдуз тўдалари кирса, тарқок юлдуз тўдаларига Ясли, Хулқар (52-расм) ва Гиад каби тўдалар киради.



51-расм



52-расм

Юлдуз тўдаларининг зичликлари юқори бўлганлиги учун улардаги ҳар бир юлдуз, яшаш даврида бир-бирига бир неча марта яқинлашиб ёки узоқлашиб туради. Бундай яқинлашиш орасидаги вақт, юлдузларнинг орбита бўйлаб айланиш вақтидан кам бўлмайди.

Юлдузларнинг айланиш орбитаси эса тўдаларнинг ўлчамига мос келади. Демак, юлдуз бир марта айланиш даври ичида қандайдир бошқа юлдузга яқинлашиш имкониятига эга бўлади.

Юлдуз тўдасининг қандайдир бир юлдузи тасодифан энг катта тезликка эга бўлиб, натижада юлдузларнинг тортиш кучини енгиб системадан чикиб кетиш ҳоллари ҳам учрайди. Тўдадаги юлдузларнинг бундай йўл билан камайиб бориши, тўданинг зичлиги текис тақсимланмаслигига олиб келади, сўнгра зич жойлашган қисми – ядро пайдо бўлади. Ядронинг атрофини сийрак зичликда жойлашган юлдузлар қуршаб туради. 1938-йили В. А. Амбарцумян (1908) юлдуз тўдаларидаги бундай камайиб бориш қайси бир даврда унинг тўла йўқ бўлишига олиб келиши мумкин деган фикрни таклиф қилган.

Юлдузлар тўдасининг зич бўлиши бундан бошқа ҳолатга ҳам сабабчи бўлган. Ўта тез ҳаракатдаги юлдузлар ҳисобига бундай тўдалар ёппасига сикилишга дучор бўлади. Натижада икки юлдузнинг бир-бирига яқинлашуви ўта тез содир бўлиб, ўта яқин масофага ҳам етган. Эволюциянинг маълум бир даврида юлдузларнинг бир-бири билан бевосита тўқнашуви ҳам содир бўлади.

Бундай тўқнашувларда юлдузлар бир-бирига бевосита урилиб, уларнинг ички тузилишида ўта катта ўзгариш бўлиши мумкин: юлдузлар деформацияланиши, бўлақларга бўлиниб кетиши ёки бир-бирига бирикиб қолиши мумкин. Аввало юлдузларнинг ташқи катлами ажралиб кетиш эҳтимоли бор. Бундай пайтда пайдо бўлган газ, дастлаб система бўйлаб тарқалиб, сўнгра марказга йиғилиб гравитацион конденцияга дучор бўлади. Натижада янги юлдуз пайдо бўлиши мумкин. Газ ўта юқори ҳароратда бўлса, катта массали юлдуз пайдо бўлади.

Агар дастлабки юлдуз тўдасининг массаси ўта катта даражада бўлиб, масалан, 10^9 – 10^{10} юлдузни ўз ичига олса, унда ўта катта массали юлдуз Қуёшнинг 10^6 – 10^{10} массасига эга бўлиши мумкин. Бундай юлдузнинг дастлабки ўзгачалиги унинг ўта интенсив нурланишидир. Массаси Қуёшнинг 10^8 массасига тенг бўлган юлдузнинг ёрқинлиги 10^{39} Вт ни ташкил этади.

Юлдуз тўдаларидаги тўқнашувлар даврида яна бир қанча аҳамиятли жараёнлар содир бўлади. Юлдузларнинг тўқнашувлари ноэластик характерда бўлса, юлдузлар бирикиб қолиши мумкин. Шундай йўл билан пайдо бўлган катта массали юлдузлар ўта тез эволюцияланиб 10^6 йил давр ичида тўдада кўп сонли чакнашлар

бўлиши кузатилади. Юлдуз тўдаси ёрқинлигининг бир қанча ортишига олиб келади. Портловчи юлдузлар кейин нейтрон юлдузларга, пульсарларга айланади, массаси ўта катта бўлган юлдузлар кора туйнукларга айлангунга қадар коллапсланади (сикилади).

Сомон йўли. Юлдузли осмонни катта айлана орқали кесиб ўтган, шимолий учи Вероника сочлари юлдузлар туркумида жойлашган унча ёруғ бўлмаган юлдузлар тасмаси *Сомон йўли* деб аталади. У қуролланмаган кўзга аниқ кўринмаган Бизнинг Галактикамиз таркибига кирган, мураккаб тузилишдаги миллиардлаган юлдузлар системасини ташкил қилади (53-расм). Сомон йўли таркибига қирувчи юлдузлар туманликларни, юлдуз тўдаларини ташкил қилади.



53-расм

Сомон йўли дискининг радиуси тахминан 13 *кпс* (килопарсек) га тенг, унинг қалинлиги бор йўғи бир неча юз парсекга етади. Юлдузлардан бошқа сомон йўлида, газлар ва чанглардан ташкил топган туманликлар кўп учрайди. Космик радионурланишлар орқали текширишлар, кўп сонли тўдаларда нейтрал водороднинг мавжудлигини билиш имконини берди. Сомон йўлининг ёрқинлиги турлича, кузатилаётган жойга боғлиқ бўлади. Тасманинг кенглиги 5 – 30° Галактикада юлдуз туманлиги билан тўдаларнинг бўлиши, чангли ёруғ туманларни нотекис тарқалиши сомон йўлини булутсимон кўрсатади. Сомон йўли, Қавс (Ўқчи), Оқ куш, Лира, Цефей, Чаён, Бургут, Хўкиз, Катта Ит, Персей, Ақраб юлдуз туркумлари орқали ўтади.

- ❓ 1. Юлдуз тўдаларининг қандай турлари бор?
2. Сомон йўлига тушунча беринг.

51-§. Галактиканинг кўриниши ва туманликлар

Галактиканинг кўриниши. Сўнгги даврдаги оптик ва радиоастрономик кузатишлар асосида Галактиканинг, бизга яқин худудларинигина тўларок текширишга эришибгина қолмай, унинг барча галактик системаси ҳақида тушунчалар олиш имконияти пайдо бўлади. Шакли бўйича Галактиканинг ўзгача ёруғроқ қисми улкан дискни эслатади (50-расмга қаранг).

Галактик диск кескин чегараларга эга эмас. Бизнинг Галактикага тегишли бўлган юлдузларни унинг ташқарисидан ҳам кўриш мумкин. Галактик «текисликка» яқинлашган сари юлдузлар сони ортиб боради. Галактиканинг марказий қисмига яқинлашганда эса юлдузлар зичлиги ортади.

Галактиканинг ядроси Қавс (Ўқчи) юлдуз туркуми томонида жойлашган. Уни телескоп орқали кўриб бўлмайди, чунки у космик чанглардан пайдо бўлган булут билан қопланган. Галактиканинг ядроси ўтган асрнинг ўрталарида инфрақизил нурлар орқали фотосуратга олинган (инфрақизил нурлар чанглардан пайдо бўлган булутлар орқали ҳам ютилади). Ядронинг радионурланиши ҳам синчковлик билан текширилмоқда. Юқоридагиларнинг барчаси ядронинг ўлчамини билиш имконини бериб, унинг диаметри 1300 *пк* (парсек)ни ташкил қилади. Юлдузлар улкан системанинг асосини тузиши маълум бўлди. Шу сабабдан Галактикадаги «бизнинг юлдузлар системаси» деган номланиш бор. Демак, Галактика юлдуз, юлдуз тўдалари, турли майдон (электромагнитик майдон), юлдузлараро диффуз материя, космик нурлардан иборат бўлган мураккаб тузилиш бўлиб ҳисобланади.

Туманликлар. Табиати бўйича бир-бирига ўхшаш ва таркиби бўйича ҳам бир-бирига яқин газ – чанглардан ташкил топган булутлар осмонда турлича кўринади. Улардан ёруғ бўлганлари *ёруғ туманлик* шаклида кузатилди.

Агар газ-чанглардан ташкил топган катта булутга яқин масофада юқори ёрқинликдаги равшан юлдуз жойлашган бўлса, унда у бу булутни ёритади. Унда булут юлдузнинг нурланишини қайтариш орқали *ёруғ туманлик* бўлиб кўринади. Бундай туманликнинг спектри унинг ёруғлантирувчи юлдуз спектри билан мос келади.

Газ чанглардан ташкил топган булут энг қайноқ юлдузлар (ҳарорати 20 000–30 000 *К* дан кам бўлмаган) орқали ёруғланса, унда юлдузларнинг ультрабинафша нурланиши булутдаги водородни

ва бошқа газларни ионлаштириб, уларни ёруғлик чиқаришга мажбур этади. Газ ультрабинафша нурларни ютиб, спектрнинг қизил, қўқ ва бошқа қизикларида нурлантиради. Шундай ёруғлик берувчи, маълум шаклга эга бўлмаган булут *диффуз газ туманлиги* деб аталади. Агар қайноқ юлдуз тўсатдан сўниб қолса, унда туманлик ҳам ёруғлик тарқатишдан тўхтаган бўлар эди. Бундай турдаги туманли Орион юлдузлар туркумида бор (54-расм).



54-расм

Газ-чанглардан иборат бўлган сийрак диффуз туманликлар кўпроқ учрайди. Уларнинг барчаси парча кўринишда бўлиб, аниқ шаклда эмас. Туманликнинг спектри водороддан ва бошқа енгил газларнинг ёруғ қизикларидан иборат. Газ туманликларининг зичлиги 10^{-18} – 10^{-20} *кг/м³* атрофида.

Туманликларнинг ўзгача турига *планетар туманлик* киради. Бундай туманликнинг шакли сферага ўхшаш бўлади (55-расм).



55-расм

Планетар туманликнинг ёркинлигининг табиати диффуз туманликнигига ўхшайди.

Туманликларнинг ўлчамлари бир қанча *парсек* (*пк*) дан ўнлаган *парсек* (*пк*) гача етади. Одатда туманликлар бир қанча юлдузларни ўз ичига олади.

- ? 1. Галактиканинг ядроси ҳақида тушунча беринг?
2. Галактиканинг тузилиши қандай?
3. Туманликларнинг қандай турлари бор?

52-§. Космик нурлар ва магнит майдони

Сунъий йўлдошларга ўрнатилган аппаратлар барча йўналишлардаги бир хил окимда келаётган зарядли зарраларни текширади. Бундай заррачалар Галактика эгаллаган барча фазодан ўтиб келади. Зарраларнинг бундай оқими *космик нурлар* деб аталади. Бу нурлар ўрта ҳисоб билан 92% протондан, 7% Гелий ядросидан, 1% электрондан ва бошқа химиявий элементларнинг ядроларининг бироз бирикмасидан иборат. Зарраларнинг тезликлари ёруғлик тезлигига яқинлашиб, 200 000 км/с дан ортади.

Космик нурларнинг фарқи уларнинг ниҳоятда катта энергияга эга бўлишида. Масалан, космик нурларда энергиялари 10^{20} эВ га етган зарралар учрайди. Ер шароитида зарралар бунчалик катта энергияга эга бўлиши мумкин эмас.

Бундан бир неча йил аввал, Галактиканинг тузилишини ўрганишда, космик нурлар унчалик ҳисобга олинмас эди. Ҳозирда бўлса, космик нурлар юлдузлар, сайёралар ва диффуз материя билан биргаликда Галактиканинг муҳим таркибий қисми бўлиб қолди. Астрофизиканинг янги тармоғи – «космик нурларнинг астрофизикаси» пайдо бўлди. Бу тармоқ Россия академиги, Нобель мукофоти лауреати В.Л. Гинзбергнинг илмий ишларида кўриб чиқилган.

Россия астрофизиклари Г. А. Шайн (1892–1956) ва В. Ф. Газе (1899–1954). 1945–1954 йиллари фотографиядан фойдаланиб, кўп-лаб туманликларни кашф қилишди. Бу эса, юлдузлар орасидаги фазода магнит майдони мавжудлигини исботлади. Галактиканинг магнит майдони биринчи марта шундай йўл билан кашф этилган. Кейинчалик бу кашфиёт махсус ўтказилган кузатишлар орқали исботланган. Бу майдон унчалик кучли эмас. Бироқ магнит куч чизикларининг узоқ масофага чўзилганлиги ва жойлашишини чигал

кўринишда бўлиши билан фарқ қилади. Космик нурлар одатда Галактикадан ташқарига чиқиб кета олмайди. Чунки Галактикадаги магнит майдони томонидан ушлаб қолинади.

Ер юзигача космик нурлар етиб кела олмайди. Чунки космик нурлар Ер атмосферасини ташкил қилган зарралар билан бир неча марта ўзаро таъсирга дучор бўлади. Шу сабабдан, космик нурларни текширувчи аппаратлари баланд тоғларга, Ернинг сунъий йўлдошларига ва космик ракетага ўрнатилади.

- ? 1. Космик нурлар ҳақида гапириб беринг?
2. Космик нурларнинг таркиби қандай?
3. Нима учун Ер сиртига космик нурлар етиб кела олмайди?

53-§. Галактикадаги юлдузлараро газ ва чанглар

Бизнинг Галактикадаги, шунингдек бошқа галактикалардаги юлдузларнинг оралиғи газлар ва майда зарралар билан тўла. Юлдузлараро газлар, нейтрал ва ионлашган атом, молекулалардан ташкил топган. Газларнинг асосий қисми водород ва гелий атомларидан иборат. (таркиби бўйича водород атомлар $\approx 90\%$, гелий $\approx 10\%$) ташкил этади. Газларда тахминан 0,01% кислород, углерод, ион, азот аралашмаларини ташкил қилади. Юлдузлараро газлар ўлчамлари 10^{-4} – $3 \cdot 10^{-6}$ см бўлган зарралардан тузилиб, юлдузлараро чанглар билан деярли текис тақсимланган. Эллиптик галактикаларда газлар ва чанглар йўқ ҳисобида. Спиралсимон галактикаларда уларнинг турларига кўра, галактика массасини 1% дан 10% гача эгаллайди. Нотўғри шаклдаги галактикаларда газ ва чангларнинг массаси, ўртача ҳисобда 16% ни ташкил этади.

Юлдузлараро газлар ва чанглар асосан галактика текислигига жойлашиб, калинлиги тахминан бир неча юз парсек (*пк*)дан иборат дискни ҳосил қилади. Дискдаги газларнинг концентрацияси 1 см^3 ҳажмга бир ёки бир неча атом тўғри келади. (зичлиги 10^{-24} з/см³ атрофида). Бу эса ўта сийрак зичлик эканлигини билдиради. Масалан, оддий Ер шароитида 1 см^3 ҳажмда, $2,7 \cdot 10^{19}$ молекула бўлган бўлса, ҳозирги даврдаги физик лабораториялар билан жиҳозланган вакуум камераларда ҳар бири 1 см^3 ҳажмига 10^9 – 10^{10} атомлар тўғри келади.

Чангдан ташкил топган материя юлдузлар орасидаги фазода текис тақсимланмаган. Шу сабабдан, юлдузлардан келувчи

ёруғлик нурининг ютилиши ҳар қандай йўналишда бир хил бўлмайди. Сомон йўли текислигига яқин жойлашган юлдузлардан чиққан ёруғлик нурлари кўпинча ютилишга дучор бўлади. Ёруғлик нурининг ютилиш характери текшириш орқали космик чангларнинг физик хоссалари ҳақида, аввало чангларнинг ўлчамлари ҳақида маълумот олиш мумкин, (радиуслари $10^{-4} - 10^{-5}$ см). Бу ўлчамни ҳисобга олиш орқали тахминий ҳисоб бўйича, юлдузлараро чанг заррасининг массаси $m \approx 10^{-13}$ г га тенг бўлиб чиқади.

- ?
1. Юлдузлараро газлар асосан қандай зарралардан ташкил топган?
 2. Газ ва чанглар эллиптик, спирал ва нотўғри шаклдаги галактикаларда қандай ўлчамда тақсимланган?
 3. Нима учун юлдузлардан келаётган ёруғлик нурлари газ ва чанглар томонидан бир хилда ютилмайди?

54-§. Галактиканинг тузилиши ва унинг айланиши

Галактиканинг тузилиши ва Қуёш системасининг унга нисбатан жойлашиши, Галактикадаги юқори ёркинликдаги гигант (улкан) ва физикавий жиҳатдан ўзгарувчан юлдузларнинг, юлдуз тўдаларининг ва ундан бошқа объектларнинг, шунингдек радиотўлқинларни тарқатувчи водороддан ташкил топган булутларнинг жойлашишига қараб аниқланган. Галактикадаги умумий ўлчами 30 000 *пк* ($\approx 100\,000$ ё.й.). Қуёш эса унинг марказидан тахминан 10 000 *пк* ($\approx 30\,000$ ё.й.) масофада жойлашган. (56-расм). Қуёш Галактикадаги марказига қараганда, унинг четки томонига 2 марта яқин жойлашган эканлигини англатади. Галактикадаги марказий қисмида юлдузлар жуда кўп микдорда бўлиб зич жойлашган. Уларнинг бир қисми Ўқчи (стрелец) юлдуз туркумидаги катта булут. Унинг иккинчи қисми эса чангларнинг қалин қатлами билан қопланиб қолган.



56-расм

Галактиканинг спирал тармоғидаги объектлар I тип (тур) объектлари деб аталади ва Галактикадаги ясси текислик системасини ташкил қилади. Бунга ёруғ юлдузлар, ўзгарувчи юлдузлар – цефеидлар, юлдуз тўдаларининг тарқок юлдузлари, юлдуз ассоциациялари, газ ва чанг туманликлари киради. Аксинча, шарсимон юлдуз тўдалари, қизил энг катта гигантлар ва бошқа турдаги юлдузлар Галактикадаги деярлик барча ҳажми бўйлаб галактик текисликдан тортиб 10 000 *пк* масофагача юлдузлар системасининг барча қалин қисми атрофида тарқок жойлашган. Бу объектларнинг барчаси II типга тегишли бўлиб, Галактикадаги сферик системасига киради. Шундай қилиб, Галактик текислик бўйлаб олишдан кузатиладиган Галактикадаги биз томон чўзиқ эллипс шаклида кўринади.

Биринчилардан бўлиб Қозон университетининг профессори М. А. Ковальский (1821–1884) 1859-йили бир неча юлдузларнинг хусусий ҳаракатини ўрганиш орқали Галактикадаги айланма ҳаракатда бўлади деган хулосага келган. Галактикадаги айланишни исботловчи усуллар ишлаб чиққан. Бирок, галактик айланишни ишончли исботлаш учун кўплаб юлдузларнинг нурли тезликларини билиш зарур бўлган. Ўша даврда юлдузларнинг нурий тезликларини аниқлаш имконияти йўқ эди. Фақат ўтган асрнинг биринчи чорагидагина имконият пайдо бўлади. Ковальскийнинг бундай ғоялари 1927-йили голландиялик астроном Я. Оорт томонидан ривожлантирилиб, Галактиканинг айланма ҳаракатда бўлиши ишончли исботга эга бўлган.

Оортнинг бундай исботлаш усули унча мураккаб эмас эди. У Сомон йўлининг энг катта юлдуз тумани Ўқчи (Стрелец) юлдузлар туркумида деб ҳисоблаган. Демак, бу юлдуз тумани Галактикадаги марказий қисмида жойлашган. Оорт Сомон йўлида Қуёшдан ҳар қандай йўналишларда жойлашган юлдуз тўдасининг чизикли тезликларини аниқлаш орқали юқорида биз белгилаб ўтган Галактиканинг айланма ҳаракатини исботлай олган. 1949-йили Россиялик астрономлар А. А. Калиняк, В. И. Красовский ва В. Б. Никонов томонидан ҳам Галактикадаги айланиши исботланган.

Улар биринчилардан бўлиб электрон-оптик аппарат орқали Галактикадаги марказидаги барча зич жойлашган юлдузлар фотосуратини олишган. Шундан сўнг бу фотосуратлар радионурла-

нишлар билан текширилган, натижада Галактикамизнинг айланиши исботланган.

- ? 1. Қуёш Галактикамизнинг марказига нисбатан қандай масофада жойлашган?
2. Галактикамиздаги I ва II типларга қандай объектларга киради?
3. Галактикамизнинг айланиши биринчи бўлиб қим томонидан исботлашга ҳаракат қилинган?

55-§. Галактикадаги юлдузларнинг хусусий ҳаракатлари

Италялик олим Джордано Бруно (1548–1600) Қуёш ва юлдузларнинг физикавий табиатини таккослаш орқали уларнинг барчаси чексиз фазода ҳаракатда бўлади деган хулосага келган. Бундай ҳаракатлар асосида юлдузларнинг осмондаги кўриниши аста-секинлик билан ўзгариб турган. Бирок юлдузларнинг биздан ниҳоятда олисда бўлганлиги сабабли бундай ўзгаришлар жуда кичик даражада кузатилади. Бизга яқин жойлашган юлдузларнинг ўзгаришини қуролланмаган кўз билан кузатиш учун, минглаган ва ўн минглаган йиллар талаб қилинади. Бундай узок вақт кузатиш олиб боришга ҳеч бир одамнинг имкони йўқ эканлигини яхши биламиз. Шу сабабдан, осмондаги юлдузларнинг силжишини кузатишнинг биргина йўли – бу уларнинг вақтни маълум бир катта оралиғи ичидаги кўринма ҳолатларини таккослаб кўриш бўлиб ҳисобланади.

Биринчи марта бундай солиштиришлар аниқ равшан кўринган юлдузлар учун, инглиз астрономи Эдмунт Галлей 1718-йили икки каталоглардан (юлдузлар жадвали) фойдаланган. Биринчи каталог э.а. II-асрнинг иккинчи ярмида тузилган бўлса, иккинчи каталог 1676–1710-йиллари тузилган.

Биринчи ва иккинчи каталогларнинг тузилиши оралиғида 2000 йилча вақт ўтган. Галлей бу вақт ичида Катта Ит юлдузлар туркумидаги Сириус ва Кичик Ит юлдузлар туркумидаги Прокцион юлдузлари тахминан $0,7^\circ$ га, Волопас юлдузлар туркумидаги Арктур юлдузи 1° дан ортиқ силжиганлигини аниқлаган. Ойнинг кўринма диаметридан ($0,5^\circ$) ортиқ бундай катта силжишлар юлдузларнинг фазодаги ҳаракатлари ҳақида фикрларни тасдиқлади.

Ҳозирги даврда юлдузларнинг ҳаракати, юлдузли осмонда ўнлаган йиллар вақт оралиғида фотосуратга олиш орқали ўрганилмоқда.

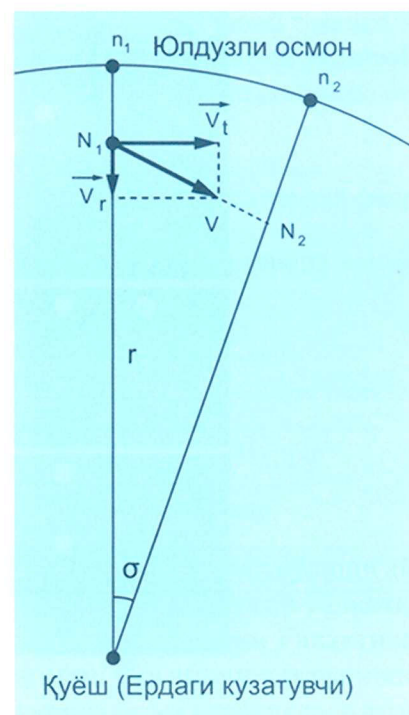
Кузатишлар Ердан олиб борилганлиги учун юлдузларнинг фазовий тезликлари, Қуёшга нисбатан ҳисобланади. Қайсидир бир йилнинг бир кунини t_1 вақтида N_1 юлдузи осмоннинг n_1 нуктасида кўринсин дейлик. Бу юлдуз Қуёшдан r масофада бўлиб, унга нисбатан фазовий тезлиги v бўлсин. (57-расм).

Юлдузнинг фазовий v тезлигини ёруғлик нури r йўналишига бўлган проекцияси юлдузнинг v_r нурий тезлигини ташкил қилса, унга перпендикуляр бўлган проекцияси v_t тангенциал тезлик деб аталади. Бир неча ўнлаб йиллардан кейинги t_2 да олиб борилган кузатишда юлдуз фазонинг N_2 нуктасига силжиб, осмоннинг n_2 нуктасида кўринади. Шундай қилиб, $(t_2 - t_1)$ вақт ичида юлдуз осмон бўйлаб $n_1 n_2$ ёйга силжийди. Бу ёй Ердан σ кичик бурчак орқали кўринади. Юлдузнинг Қуёшга нисбатан силжиши σ га тенг бўлади.

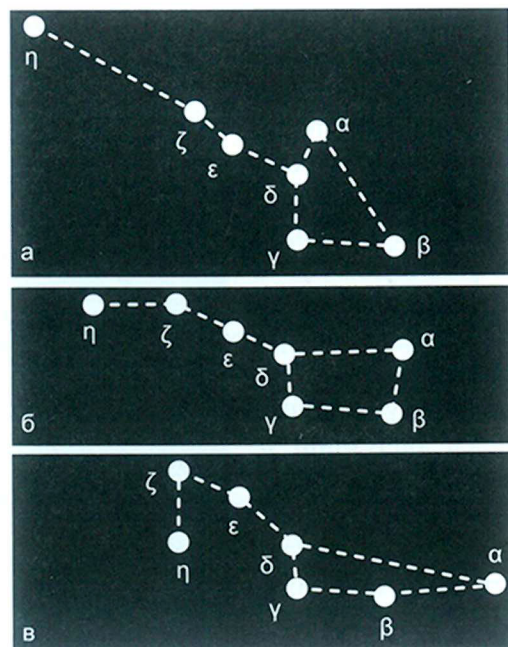
Бир йил ичидаги юлдузнинг кўринма ҳаракати $\mu = \frac{\sigma}{t_2 - t_1}$,

юлдузнинг хусусий ҳаракати деб, йиллик секунд ($''$ йил) орқали ҳисобланади. Ҳозирги даврда 1 млн га яқин юлдузларнинг хусусий ҳаракати ўрганилган. Унинг ичида 20 000 га яқин юлдузларнинг хусусий ҳаракати Пулково (Санкт-Петербург) ва Тошкент обсерваториялари астрономлари томонидан аниқланган. 25 000 га яқин юлдузларнинг нурий тезликлари маълум, улардан 8200 таси Россия астрономлари А. А. Белопольский, Г. А. Шайном ва бошқалар томонидан аниқланган.

Қайсидир бир юлдузлар туркуми ичидаги юлдузларнинг хусусий ҳаракати тадқиқот қилиш орқали уларни қайси бир даврдаги кўриниши ва кейинги даврда кўринишлар вазиятлари ҳақида маълумот олиш мумкин. Масалан Катта Айиқ ва Оқ қуш юлдузлар



57-расм



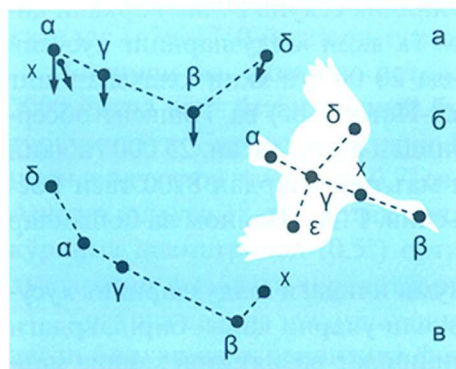
58-расм.

Катта айик юлдуз туркумининг.

а) 50 000 йил аввал; б) Ҳозирги кўриниши; в) 50 000 йилдан кейин

туркумининг кўринма вазиятининг ўзгариши 58–59-расмларда тасвирланган.

Шунингдек юлдузларнинг хусусий ҳаракатларини ўрганиш, Куёш системасининг фазодаги ҳаракатини аниқлашга имкон беради. Бу масаланинг ечимини биринчи бўлиб инглиз астрономи Вильям Гершель 1783-йили топган. Бу масалани ечишда дастлаб 7 юлдузнинг кейинчалик 13 юлдузнинг хусусий ҳаракатларидан фойдаланган.



59-расм

Ўтган асрнинг 20-йилларида юлдузларнинг Куёшга нисбатан нурий тезлиги оммавий тарзда ҳисоблана бошлан-

ган. Бундай ҳисоблашлар Куёш системасининг фазовий тезлигини аниқлаш имконини яратди. Бу йўналиш бўйича кўплаган тадқиқот ишлари 1923–1936-йиллари бир канча давлатлар астрономик обсерваторияларида олиб борилган.

- ? 1. Италиялик олим Ж. Бруно Куёш ва юлдузлар хақида қандай фикрни айтган?
2. Юлдузларнинг хусусий ҳаракатини аниқлашда Галлейнинг қандай ўрни бор?
3. Нурий ва тангенциал тезликларга тушунча беринг?
4. Юлдузларнинг хусусий ҳаракати деб нимага айтилади?
5. Юлдузларнинг хусусий ҳаракати орқали қандай кашфиётлар қилинган?

56-§. Галактикадаги радионурланишлар

52-§ да Галактикадаги магнит майдонларининг бўлиши айтилган эди. Бу майдоннинг индукция чизиклари асосан галактик текисликка параллел жойлашган. Улар эгилиш билан Галактиканинг спирал тармоқлари бўйлаб ўтади. Ўта янги юлдузларнинг портлашида космик нурларни ҳосил қилувчи тез ҳаракатдаги атом ядролардан (асосан протонлардан) ташқари ёруғлик тезлигига яқин тезликка эга бўлган кўплаб электронларни чиқаради. Галактиканинг магнит майдони бундай тез ҳаракатдаги электронларга қаршилик кўрсатади. Бунинг натижасида узунлиги метрга ва ундан каттароқ тўлқин узунлигидаги совуқ (синхотронли) радионурланишлар пайдо бўлади. Энг кучли радионурланишлар бизга ҳар томонлама келади, бироқ энг кучли радионурланишлар Сомон Йўли томонидан қабул қилинади. Радионурланишлар Бизнинг Галактикадаги текислигига яқин ҳудудлардаги юлдузлараро фазода пайдо бўлади. Бунда ерда космик нурланиш зичлиги ва юлдузлараро магнит майдони индукцияси катта аҳамиятга эга.

Галактикада Сомон Йўлидан бошқа радионурланиш манбалари ҳам бор. Улардан бири Ўкчи (Стрелец) A бўлиб ҳисобланиб, бизнинг Галактикада марказида жойлашган.

Россиялик радиофизик И.С. Шкловский (1916–1985) 1952-йили Галактикадаги кузатилаётган радионурланишлар спектрлари бўйича бир-биридан ўта фарқланувчи икки ташкил этувчига ажралишини аниқлаган. Улардан бири *ясси ташкил этувчи* – бу

юлдузлараро газлар мухитида пайдо бўлган ионлашган булутларнинг иссиқлик нурланишидир. Бундай нурланишлар $10\,000\text{ K}$ га яқин ҳарорати билан характерланади.

Галактикамизнинг радионурланишларининг *сферик ташкил этувчиларининг* интенсивлиги тўлқин узунлигининг ортиши билан ортади. Масалан, $\lambda = 10\text{ м}$ бўлса у $1\,000\,000\text{ K}$ ҳароратга тўғри келади. Бундай нурланишлар атом ядро майдонидаги электронларнинг иссиқлик ҳаракатлари билан боғланишда эмас. 1950-йили швециялик Н. Герлофсон ва унга боғлиқ бўлмаган ҳолда германиялик К. Киппенхойер коинотдаги радионурланишларнинг манбаи бўлиб, юлдузлараро магнит майдонда ҳаракатланувчи релятивистик электронлар бўлади деган хулосага келган. Шундай қилиб, Галактикамиздаги радио нурларнинг совук ташкил этувчиси релятивистик электронларнинг синхрон нурланиши орқали тушунтирилади. Шу билан бирга юлдузлараро фазода кучланганлиги 10^{-5} эрстед атрофидаги магнит майдони ва энергиялари 10^8 эВ га етувчи релятивистик электронлар бўлиши исботланган.

- ?
1. Галактикамиздаги радионурланишлар қандай пайдо бўлади?
 2. Радионурланишларнинг ясси ташкил этувчиларига тушунча беринг?
 3. Радионурланишларни сферик ташкил этувчиларининг фарқи нимада?
 4. Н. Герлофсон билан К. Киппенхойер қандай хулосага келган?

57-§. Бошқа Галактикалар ва уларнинг кашф этилиши

Ҳозирги даврда бошқа кўплаб галактикалар мавжуд эканлиги маълум бўлди. Уларнинг ҳар бири Бизнинг Галактикамиз каби миллиардлаган юлдузларнинг системасидан иборат. Бу галактикалар Қуёш системасидан ўта олисда бўлганлиги уларни курулланмаган кўз орқали кўриб бўлмайди. Шундай бўлса ҳам ўта кучли телескоплар Оламнинг қаърига қадар кузатиш имконини берди. 1998-йили АҚШ да Хаббл номли кўзгуси диаметри $2,5\text{ м}$ сунъий йўлдошга ўрнатилган телескоп орқали астрономлар Оламда 125 млрд га яқин галактикалар бор эканлигини исботлади. Уларни галактикадан ташқари астрономия бўлимида ўрганилмоқда.

Коинотдаги галактикалар турли-туманлиги билан инсониятни лол қолдирди. Галактикалар ўлчамлари, улардаги юлдузлар сони,

ташки кўриниши билан фарқ қилади. Ташки кўриниши бўйича галактикалар *спирал, нотўғри ва эллиптик* турларга бўлинади. Кузатилган галактикаларнинг кўпчи-лиги спирал галактикалар ҳисобланади. Бизнинг Галактика ва Андромеда юлдуз туркумидаги галактика энг катта ўлчамли спирал галактикалар каторига киради. Барча спирал галактикаларнинг айланиш давлари юзлаган миллион йиллардан иборат. Уларнинг массалари 10^{11} Қуёш массасига тенг.

Спирал галактикаларнинг тармоқлари Бизнинг Галактикамиз сингари қайноқ юлдузлардан, цефеидлардан, ўта гигант юлдузлардан, тарқоқ юлдуз тўдаларидан ва газ туманликларидан иборат. Галактикалар радиотўлқинларни тарқатади. Радионурланишлар нейтрал водороддан 21 см тўлқин узунлиқда радиотўлқинлар тарқатади. Нейтрал водород галактика массасининг 10% ни ташкил қилади (60-расм).

XVI асрда саёҳатчи Магеллан экспедицияга чиққан даврда жанубий ярим шарда кузатилган юлдузларнинг икки катта туманлиги *Катта ва Кичик Магеллан Булутлари* деб аталган. Бу галактикалар ўзининг шаклига кўра нотўғри галактикалар турига киради. Уларнинг марказий ядроси бўлмайди ва Бизнинг Галактикамизнинг йўлдошлари бўлиб ҳисобланади. Уларгача бўлган масофа тахминан $150\,000$ ё. й. га тенг юлдузларнинг таркиби спирал галактикаларнинг тармоқларига ўхшаш. Нотўғри галактикалар спирал галактикаларга қараганда кам учрайди (61-расм).



60-расм



61-расм

Эллиптик галактикалар кўп учрайди. Кўриниши бўйича улар шарсимон юлдуз тўдаларига ўхшаш бўлади. (62-расм), бироқ ўлчамлари бўйича улардан анча марта катта. Улар ўз ўки атрофида жуда секин айланади. Эллиптик галактикаларда ўта гигант юлдузлар ҳамда диффуз туманликлар учрамайди.



62-расм

Рус астрофизиги В. А. Амбарцумян (1908–1998) биринчилардан бўлиб, кўплаб спирал ва эллиптик галактикаларнинг барча қисмларида ва уларнинг ядроларида портлашлар содир бўлишини аниқлаган. Бунинг асосида жуда улкан энергия ажралиб чиқиши маълум бўлди.

Бир қанча галактика ядроларидаги кувватли рентген нурланишлари уларнинг юқори активлигининг муҳим сабаблари бўлиб ҳисобланади. Шунингдек В. А. Амбарцумян галактикалар қандайдир бир жуда юқори зичликликдаги юлдузларгача пайдо бўлган моддалардан пайдо бўлган деган фикрни айтган.

Кўплаб юлдузлар ва галактикалар водород – гелий муҳитининг бўлак-бўлак булутларга бўлинишидан пайдо бўлган деган бир қанча мукамалроқ ишлаб чиқилган гипотезаларни қўллашмоқда. Булутлар ўзларининг гравитацион тортилиш кучлари орқали қисилишга дучор бўлишмоқда. Шарсимон юлдуз тўдалари ва эллиптик галактикаларда юлдузларнинг пайдо бўлиш жараёни аллақачон тугалланган. Спирал ва нотўғри галактикаларда юлдузларнинг пайдо бўлиши давом этмоқда.

XVIII асрдаёқ В. Гершель 2000 дан ортиқ туманликларни кашф этиб, уларнинг кўпчилиги Андромеда туманлигига ўхшаш бўли-

шини айтган. У бундай туманликлар Бизнинг Галактикага ўхшаш юлдузлар системаси эканлигига ишонган. Гершель ҳозирда биз галактикалар деб атаган юлдузлар системасини текшира бошлаган.

1923–1924 йиллари Э. Хаббл (АҚШ) Андромеда туманлиги галактикасининг спирал тармоғи кўплаб гигант юлдузлардан иборат эканлигини исботлаган. Кейинги йиллари кўплаб фотосуратлар Андромеда галактикасида тарқок ва шарсимон юлдуз тўдалари, гигант кайнок юлдузлар гуруҳлари, чанг ва газлардан иборат бўлган турли туманликларнинг бор эканлиги аниқланган.

Астрономлар томонидан тузилган галактикалар каталогига 10 000 лаган юлдузлар системаси киритилган. Кейинги даврда машҳур олим Б. А. Воронцов-Вельяминов раҳбарлигида москвалик астрономлар томонидан 32 000 галактикани ўз ичида қамраган тўлиқ каталог тузилган. Текширилган галактикалар ичида тахминан 25% эллиптик, 50% спирал, 20% линзага ўхшаш, 5% нотўғри галактикалар бўлиб чиққан.

- ? 1. Хаббл телескопи орқали қандай маълумот олинган?
2. Ташқи кўринишига кўра галактикалар қандай турларга бўлинади?
3. Спирал галактикаларга тушунча беринг?
4. Нотўғри галактикалар қандай бўлади?
5. Эллиптик галактикалар қандай фаркланади?
6. Астрофизик В. А. Амбарцумян қандай фикрни айтган?
7. Галактикларнинг кашф этилишига тушунча беринг?

58-§. Галактикаларгача бўлган масофаларни ва уларнинг массаларини аниқлаш

Барча юлдузлар системалари – галактикалар биздан олис масофада жойлашган. Шу сабабдан уларнинг тригонометрик параллакслари жуда кичик бўлиб, уларнинг катталигини ўлчаб бўлмайди. Галактикаларгача бўлган масофаларни аниқлашда бошқа усуллардан фойдаланамиз. Уларнинг аниқлиги ҳам унчалик юқори натижалар бермайди.

Галактикаларгача бўлган масофаларни аниқлашда бир қанча усуллар бор (Цефеид ва ўта янги юлдузлар, ёруғ ёрқин юлдузлар усуллари ва бошқалар). Бироқ биз олис масофадаги галактикаларга қўлланилувчи усулни (қизилга силжиш усули) қараб

чиқамиз. Олис галактикалардан келган ёруғлик спектрларида спектр чизиқлари кизил спектр томон силжиган бўлади. Бу ҳодиса галактикаларнинг биздан узоқлашаётганлигини билдириб, қизилга силжиши (Доплер эффекти) деб аталади.

Қизилга силжиш $z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, формуласи орқали топилади. Бу ерда $\Delta\lambda$ – спектрал чизиқларнинг силжиши, λ – ёруғлик тўлқин узунлиги. Энди галактиканинг ёруғлик йўналиши бўйлаб узоқлашиш тезлигини

$$v_r = c \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = cz, \quad (58.1)$$

формула орқали топиш мумкин. $c = 3 \cdot 10^5$ км/с – ёруғлик тезлиги.

Бошқа усулларни қўллаш орқали бир неча ўнлаб галактикаларгача бўлган масофалар аниқланган. Бу олинган натижаларни шу галактикаларнинг ёруғлик спектрларига кизилга силжишини қўллаш бўйича олинган масофалар билан солиштириш орқали 1929-йили Э. Хаббл (америкалик астрофизик) қуйидаги қонунни кашф этди: галактикаларнинг ёруғлик йўналиши бўйича тезлиги уларгача бўлган масофага пропорционал

$$v_r = Hr \quad (58.2)$$

(58.2) тенглик Хаббл қонуни деб аталади.

Бу қонундаги H пропорционаллик коэффициентини Хаббл доимийси деб аталади. Унинг сон қийматини топиш ўлчов катталикларига боғлиқ. (58.2) формула бўйича Хаббл доимийсининг бирлигини қулайгина осон топиш мумкин.

$$H = \frac{v}{r} \quad (58.3)$$

Агар (58.3) тенгликда тезлик км/с, масофа мегапарсек (Мпк) билан ифодаланса, ҳолда Хаббл доимийси $H = 75$ км/(сМпк) га тенг эканлигини топамиз. Бу эса ҳар миллион парсекда галактиканинг узоқлашиш тезлиги 75 км/с га ортишини билдиради. Шундай қилиб, олис масофадаги галактикаларнинг спектридаги кизилга силжишни ўлчаш орқали унгача бўлган масофани

$$r = \frac{c}{H} z \quad (58.4)$$

тенгламадан фойдаланиб Мегапарсек орқали ҳисоблаш қулай. Шу сингари ҳисоблашлар асосида Оқ қуш А галактикасигача бўлган

масофа 200 млн пк (200 Мпк), Сумбула А галактикасигача бўлган масофа 20 млн пк (20 Мпк) атрофида эканлиги аниқланган.

Агар галактикаларгача бўлган масофалар, уларнинг бурчак катталиклари ва кўринма равшанликлари маълум бўлса, у ҳолда унда уларнинг чизиқли ўлчамларини ҳисоблаш қийинчилик туғдирмайди. Галактикалар каби ўлчамлари бўйича бир қанча фарқларга эга бўлиши маълум бўлган. Айниқса эллиптик галактикалар орасида кескин фарқланишлар кўп учрайди. Уларнинг ичидан ўлчамлари 30 кпк ча етган катталари ва диаметри 0,1 кпк га яқин бўлган митти галактикалар ҳам бор. Тадқиқот орқали маълум бўлган спирал галактикаларнинг ўрталаридаги фарқлар унчалик кескин турда учрамайди. Уларнинг чизиқли диаметрлари 8 дан 40 кпк гача етади.

Галактикаларнинг массаси уларнинг ташқаридаги қисмларининг айланиш тезликлари асосида аниқланади. Массани тахминий аниқлаш учун юқорида келтирилган айланиш Кеплер қонуни бўйича бўлади деб оламиз. Агар айланишнинг чизиқли тезлигини v деб белгиласак, у ҳолда марказга интилма ва гравитацион тезликларни тенглаш орқали галактиканинг массасини аниқлаш учун қуйидаги тенгликни оламиз

$$M_{\text{гал.}} = \frac{Rv}{G} \quad (58.5)$$

Бунда R – галактика марказигача бўлган масофа, G – гравитация доимийси.

Эллиптик галактикаларнинг (карлик галактикалар учун) массалари Қуёшнинг массасидан 10^8 даражадан, катта галактикалар учун 10^{13} даражасигача массани ташкил этади. Спирал галактикаларнинг массалари Қуёш массасининг $10^{10} \div 10^{12}$ даражасигача ораликда бўлади. Бизга маълум бўлган галактикалар ичидан энг каттаси Андромеда туманлиги галактикаси бўлиб ҳисобланади.

- ?
1. Галактикаларгача бўлган масофаларни аниқлашда қандай усуллардан фойдаланилади?
 2. Қизилга силжиш усулини тушунтириб беринг?
 3. Э. Хаббл қонуни нима асосида пайдо бўлган?
 4. Галактикаларгача бўлган масофалар қайси формулалар орқали топилади ва айрим галактикаларгача бўлган масофаларни айтинг?
 5. Галактикаларнинг чизиқли ўлчамларига тушунча беринг?
 6. Галактикалар массалари қандай ҳисобланади?

59-§. Метагалактика ва унинг ҳаракати

Ҳозирги даврдаги телескоплар ва радиотелескоплар Оламнинг тузилиши ҳақида етарли даражада тушунча олишга имконият берди.

Олам чексиз. *Оламнинг кузатиши мумкин бўлган қисми Метагалактика деб аталади.*

Оламдаги барча биз кузата олган осмон жисмлари, галактикалар кенгаётган Метагалактиканинг худудига киради. Метагалактика эгаллаган фазо бўшлиқ бўлмай, етарли даражада суюклашган газларга тўла, улар орқали космик нурлар ўтади, гравитацион ва электромагнит майдонига эга. Энг узоқдаги метагалактика объектларидан чиққан ёруғлик бизга миллиардлаган йилларда етиб келади.

Астрономик кузатишлар метагалактика етарли катта масштабда бир жинслидир деб номланган назарияни тасдиқлади. Ернинг барча йўналишлари бўйлаб метагалактиканинг маълум ҳажмидаги олисги галактикалар тенг тақсимланган. Шунингдек, галактикаларнинг узоқлашиш тезликлари ҳам фазонинг барча йўналишлари бўйлаб бир хил сон қийматига эга. Шуларнинг асосида Ердаги кузатувчининг нигоҳи бўйича метагалактиканинг катта масштабли тузилиши $\approx 10^{28}$ см изотроп деган хулоса келиб чиқади.

1929-йили америкалик астроном Эдвин Хаббл муҳим аҳамиятли қонунни кашф этган. Бу қонун бўйича галактикалардан чиққан ёруғликнинг спектрал чизиқлари қизил томон силжиган. Бу силжиш галактика қанча узоқда бўлса шунча катта бўлган. Бу ҳодиса «*қизилга силжиш*» деб аталган.

Шундай қилиб, биз кенгаювчи Метагалактикада яшаймиз. Бундай хулоса кузатишларнинг (оптик ва радиоастрономик) қисмида олинмай, назарий жиҳатдан олдиндан айтилган. Хаббл томонидан метагалактиканинг кенгайиши исботлаганидан сўнг, 1922-йили рус олими А. А. Фридман (1888–1925) Эйнштейннинг нисбийлик назарияси асосида, Оламнинг геометрик хоссалари ўзгаришда бўлишини ёки галактикалар орасидаги масофаларнинг ўзгариб туришини кўрсатган. Метагалактиканинг кенгайишда эканлигининг бу назарий кашфиёти илмий башорат қилишнинг исботи бўлиб ҳисобланади. Фридманнинг бундай хулосасига дастлаб Эйнштейн қарши бўлган. Бироқ кейинги йили (1923) Эйнштейн ўзининг метагалактика кенгайишда бўлмайди деган

фикридан қайтиб, илмий журналга мақола ёзиб Фридманнинг ечими тўғрилигини тан олган.

Метагалактиканинг ҳозирги даврдаги кенгайиш мароми маълум. Агар метагалактика аввалдан шу маромда кенгаймоқда деб олсак, у ҳолда Хаббл доимийсининг катталигини билиш билан кенгайишининг қачон бошланганлигини ҳисоблаш мумкин. Ҳақиқатда вақт бирлигига эга бўлган Хаббл доимийсининг тескари қиймати Метагалактиканинг кенгая бошлагандан бери ўтган вақтни билдиради. Ҳисоблашлар бўйича бу катталик тахминан 13 млрд йилга тенг эканлиги маълум бўлди.

Метагалактиканинг кенгайиши ҳозирги давргача табиатдаги ҳодисаларнинг ичида энг аҳамиятлиси бўлиб ҳисобланади. Метагалактика дастлаб кичик ҳажмда, ундаги масса зичлиги энг катта қийматда бўлганлиги аниқ. Ички ядро реакциясининг қучи ташқи гравитация сиқилиш қучидан катта бўлган моментда Катта портлаш содир бўлиб, шундан буён Метагалактика кенгайиб бормоқда.

- ?
1. Метагалактика деб нимага айтилади?
 2. Олам билан Метагалактиканинг фарқи нимада?
 3. Хаббл қандай қонунни кашф этган?
 4. Метагалактика кенгайишининг назарий кашф этилиши қандай бўлган?
 5. Метагалактиканинг яшаш вақти қандай аниқланади?

60-§. «Қайноқ Олам» ҳақидаги илмий тахминлар (гипотезалар)

Олам тахминан 13 млрд йил аввал ўта катта зичликда сиқилган ҳолатда бўлган. Дастлаб Олам «совук» деган тахмин бўлса, «қайноқ» деган иккинчи тахминлар ҳам пайдо бўлган. Агар қайноқ бўлса юқори ҳароратда термоядро реакцияси содир бўлиши мумкин эди. Шу сабабдан қайноқ Оламнинг химиявий таркиби ҳам совукка қараганда катта фарқ қилиши мумкин. Бир неча йиллар давомида илмий муҳитда Олам ҳақидаги иккала модель («совук Олам» ва «қайноқ Олам») бир хил даражадаги фикрларда бўлиб келинган. Иккала тарафнинг ишонарли томонлари ҳам, шубҳаланган камчиликлари ҳам бўлган, уларга қарама-қарши фикр билдирувчилар ҳам бўлган. Бу муаммони бир тарафлама ечиш учун ишончли астрономик кузатишлар орқали исботлаш етишмовчилик бўлиб келган.



Фридман Александр Александрович (1888–1925) рус физиги, асосий илмий ишлари атмосфера физикасига, релятивистик космологияга бағишланган. 1922–1924-йиллари А. Эйнштейннинг гравитацион тенгламаларининг ностационар ечимларини топган. Бу назарий ечимга кўра Олам вақт ўтиши билан кенгайишда бўлган. 1929-йили америкалик астроном Э. Хабблнинг астрономик кузатишлар асосида олган Оламнинг кенгайиш қонунидан кейин Фридманнинг модели тўлиқ исботга эга бўлган. Бугунги кундаги космологиянинг эволюцияси Фридман моделига тўғри келади.

1946–1948-йиллари америкалик физик-назирийчи Г. А. Гамов (1904–1968) А. А. Фридманнинг космологик кенгайиш назариясига ва физиканинг умумий қонунларига таянган ҳолда, Оламдаги масса дастлаб зич бўлмасдан, ўта иссиқ бўлган деган тахминни таклиф этган. Бу назарий ғоя 1965-йили америкалик физик-амалиётчи экспериментаторлар Р. В. Вильсон (1936) ва А. А. Пензиас (1933) томонидан *реликт* радионурланиши топилганидан кейингина астрономик кузатиш сифатида тўлиқ исботлаш имкони туғилди. Бутун Олам барча йўналишлар бўйича бир хил-да тарқалган миллиметрли диапазондаги радионурланишлардан иборат эканлиги исботланган.

Вильсон билан Пензиас бу кашфиёти билан Олам дастлабки даврда ўта қайноқ ҳолатда бўлганлигини тўлиқ исботлаш билан ҳозирги даврдаги космологияга ўта зўр ҳисса қўшиб, Нобель мукофоти лауреатлари бўлишди. Кейинчалик улар тўлқин узунликлари 75 см дан 1 мм гача реликт нурланиш интенсивлигини ҳам ўлчашган. Бу ўлчашлар натижасида назарий йўл билан ҳисобланган ҳарорат 3 К га яқин абсолют қора жисмнинг спектри билан мос келган. Шундай қилиб, Оламнинг дастлабки қайноқ модели ҳозирги вақтдаги Олам ҳақидаги тушунчаларнинг тўлиқ назарияси бўлиб қолди. Унинг ечувчи аргументи бўлиб, реликт нурланишининг бўлиши ва унинг хоссалари ҳисобланади.

Бу радионурланишнинг «реликт нурланиш» деб номлашни дастлаб рус астрофизиги И. С. Шкловский таклиф қилган. Ҳақиқатда эса «реликт» қадимдан – Оламнинг бошланишидан бери қолган «қолдиқ» деган маънони билдиради.

Агар биз ҳар тарафдан келаётган бир хил тўлқин узунликларидаги реликт нурланиш интенсивлигини ўлчасак, унинг натижалари бир хил бўлиб чиқади. Бу натижа Оламнинг кенгайиши бугунги кунда ҳам изотроп (барча йўналишда бир хил) бўлмасдан, энг аввалги зичлиги ўта катта бўлган даврдан буён изотроп кенгайишда бўлишининг исботи бўлиб ҳисобланади. Реликт нурланиши бизга жуда узок масофалардан етиб келади.

Текширишлар реликт нурланиши юлдузлар пайдо бўлгандан кейин, ёки бўлмаса, радиогалактикалардан чиққан радиотўлқинлар каби қандайдир бир кейинги манбалардан пайдо бўлганлигини кўрсатади. Реликт нурланиши Оламнинг энг дастлабки кенгайиш бошлагандан бери тарқалиб келмоқда. Бу нурланишнинг манбаи сингулярликдан бошлаб (масса зичлиги чексиз бўлган ҳолатдан) кенгайган Оламнинг қайноқ моддаларида бўлган.

Бугунги кунда Оламдаги жисмлар массаларининг ўртача зичлиги 10^{-31} г/см^3 ни ташкил этади. Агар шу массани Оламнинг фазосига текис жойлаштирсак, унда 1 м^3 ҳажмга бир атомдан тўғри келган бўлар эди (водород атомининг массаси 10^{-24} г атрофида). Энди 1 м^3 ҳажмида реликт нурланишининг миллиардга яқин фотони жойлашган бўлади.

Реликт нурланишининг кашф этилиши бугунги кундаги фаннинг оламшумул ютуғи ҳисобланади. Бу кашфиёт Оламнинг дастлабки кенгайиш даврида ўта қайноқ бўлганлигини исботлайди. Реликт нурланишининг мавжудлиги Оламнинг кенгайиш назариясининг асосида олдиндан айtilган. Шу сабабдан реликт нурланишининг кашф этилиши яна бир бор А. А. Фридман назарияси тўғрилигини нгишончли исботи билан космологияга катта ҳисса қўшди десак янглишмаймиз.

- ?
1. Олам ҳақида дастлаб қандай фикрлар бўлган?
 2. Назарий йўл орқали «Қайноқ Олам» ким томонидан таклиф этилган?
 3. «Қайноқ Олам» астрономик кузатишлар орқали қачон исботланган?
 4. Реликт нурланишининг кашф этилиши қандай аҳамиятга эга?

61-§. Оламнинг космологик модели

Космология баъзи осмон жисмлари ва уларнинг системаларини эмас, умумий Оламнинг тузилиши ва унда юз бераётган жараёнларни текширади. Бундай жараёнларнинг бири бўлиб 59-§ да кўриб чиқилган метagalaktikaning кенгайиши ҳисобланади. Оламнинг вақт ўтиши билан кенгайишда бўлиши назарий йўл билан 1922–1924-йиллар ҳозирги космологиянинг асосчиси рус физиги математиги А. А. Фридман томонидан олдиндан айтилган. Фридман, Эйнштейннинг нисбийлик назариясининг умумий назариясидан фойдаланиб бир жинсли, изотроп Оламнинг моделини ишлаб чиққан. Бу модел бўйича Олам вақт ўтиши билан ўзгаришда бўлган.

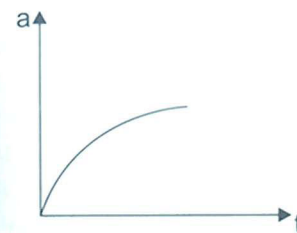
Америкалик астроном Э. Хаббл 1929-йили олис масофалардаги галактикалар чиқарган ёруғликни кузатиш билан бу нурланишнинг спектрал чизиқлари, спектрнинг қизил томонига силжиши орқали Фридманнинг модели тўғрилигини исботлаган.

Шундай қилиб, Оламнинг кенгайишда эканлигига ҳозирги кунда шубҳа йўқ. Бироқ келажакда қандай бўлади? Абадий кенгайишда бўладими ёки йўқми? Балки кенгайиш қандайдир бир вақтда қайтадан торайишга дуч келар. Бундай саволларга ҳозирча аниқ жавоб беришга илмий далиллар етарли эмас. Баъзи илмий тахминларгина бор. Улардан бири Фридманнинг назарияси ҳисобланади. Бу назария бўйича Оламнинг эволюцияси Оламдаги массанинг ўртача зичлигига боғлиқ. Агар Оламдаги массанинг ўртача зичлиги ($\rho_{\text{ўрт}} = 3 \cdot 10^{-31} \text{ г/см}^3$) критик зичликдан $\rho_{\text{кр}} = 10^{-29} \text{ г/см}^3$ катта бўлса, у ҳолда $\rho_{\text{ўрт}}$ кирган массанинг тортилиш кучи Оламнинг кенгайишини тўхтатиб, галактикаларни бир-бири билан яқинлашишга мажбур этади. Демак, Оламнинг кенгайиши унинг сиқилиши билан алмашинади. Аксинча $\rho_{\text{ўрт}} < \rho_{\text{кр}}$ бўлса, у ҳолда материянинг тортилиш кучи Оламнинг кенгайишини тўхтатишга етарли бўлмай, Олам доимо кенгайишда бўлаверади.

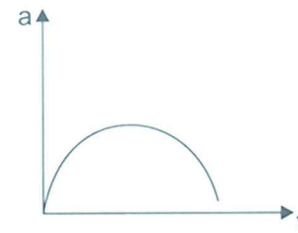
Оламнинг эволюцияси ҳақидаги иккинчи назарий тахминлар нейтринога боғлиқ. Нейтрино – зарядсиз элементар зарра. Тинчликдаги массаси 0 га тенг ёки тенг эмаслиги ҳозирча исботланган эмас. (1980-йили Россиялик физик экспериментаторлар томонидан нейтроннинг тинч ҳолатдаги массаси $5 \cdot 10^{-32} \text{ г}$ тенг эканлиги аниқланган. Бироқ бунинг ҳақиқат эканлигига бироз гумонлар бўлиб, қайтадан текширилмоқда).

Нима сабабдан бундай ўта кичик массали элементар зарра нейтрино (Агар тинч ҳолатдаги массаси нолга тенг бўлмаса), Олам чексиз эволюциясига катта таъсир этади? Чунки нейтрино Оламда чексиз кўп миқдорда 1 см^3 ҳажмда протонга қараганда ўрта ҳисобда миллиард мартага кўп. Демак, умуман жамлаганда массанинг кичиклигига қарамай нейтрино Оламдаги массанинг асосий қисмини ташкил этади. Шундай қилиб, нейтринолардан ташкил топган тортилиш кучи Оламнинг кенгайиш кинематикасида муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Бироқ шундай бўлсада тахминлар бор. Баъзи астрофизиклар (уларнинг ичида россиялик Л. И. Озерной ҳам бор) горизонтдан (кузатишларнинг чегарасигача) ташқарида, ҳозирча оптик асбоблар сеза олмаган, ўта кучсиз ёруғлик чиқарган, совук катта зичликдаги осмон жисмлари (кўринмас массалар) бор, шулар ҳисобидан Оламнинг зичлиги сақланмоқда. Агар кўринмас массанинг ҳисобидан Оламдаги массанинг зичлиги критик зичликдан кўп бўлиб кетса, $\rho_{\text{к}} < \rho_{\text{ўрт}}$, у ҳолда Оламнинг кенгайиши тўхтаб, қайтадан торайишга дуч келади. Шундай қилиб, назарий асосда Олам икки турдаги моделга эга: очик модели (доимо кенгаювчи, 63-расм) ва ёпик модели (катта торайиш орқали дастлабки ҳолатга келувчи, 64-расм).



63-расм



64-расм

Оламнинг кенгайиш қонунидан кейин Фридманнинг назарияси тўла исботланди. Бугунги кундаги космология, Фридман назарияси асосига тузилган.

- ❓ 1. Оламнинг вақт ўтиши билан кенгайишда бўлиши қачон ва ким томонидан кашф этилган?
2. А. Фридманнинг назарияси ким томонидан қандай йўл билан исботланган?
3. Қандай шароитда Олам доимо кенгайишда бўлади?

4. Оламнинг қайта торайиш қандай шартда содир бўлиши мумкин?
5. Оламнинг эволюциясида Нейтрино қандай аҳамиятга эга?
6. Нима сабабдан ўртача зичлик бир текис сакланмоқда?

62-§. Ер ва Қуёш системасининг бошқа жисмларининг ёши

Ер қатламининг ёшини аниқлаш радиоактив элементларни (уран, торий в.б.), шунингдек Калий, Аргон, Строний, Рубидий ва бошқалар каби радиоактив изотопларни текширишга асосланган. Радиоактив элементлар узлуксиз бўлинишда бўлади, бироқ бўлиниш жараёни ташки муҳитнинг таъсирига боғлиқ бўлмаслиги бизга маълум. Радиоактив бўлиниш вақтида Менделеев даврий жадвалидаги ёндош элементларнинг изотоплари пайдо бўлади. Бу изотопларнинг ўзи ҳам, кўпчилик ҳолларда радиоактив бўлиб қолади. Улар ҳам бўлинишга дуч келади. Бўлиниш радиоактив элементларнинг атомлари химиявий элементларнинг изотопларини радиоактив бўлмаган атомларига айланган даврадагина тўхтайди. Масалан, Ураннинг ^{238}U бўлиниши Қўрғошиннинг радиоактив эмас изотопи ^{206}Pb пайдо бўлиши билан тўхтайди.

- Радиоактив атомларнинг дастлабки атомларининг ярми қолгунча кетган вақт оралиғи ярим емирилиш даври (T) деб аталиб, бўлиниш тезлигини ифодалайди.

Ер қатлами ёшини аниқлаш учун секин ажралувчи изотоплар, масалан, ^{238}U ($T = 4,5 \cdot 10^9$ йил) Калийнинг радиоактив изотопи ^{40}K ($T = 1,3 \cdot 10^9$ йил) ва бошқалар қўлланилади. Бу мақсадда бир неча марта анализ қилинган радиоактив элементларнинг ўлчамини, уларнинг бўлинишдан кейинги ўлчами билан таққослаш усули фойдаланилади. Мана шундай таққослаш оркали Ер қатламининг ёши 4,5 млрд йилга яқин эканлиги аниқланди. Тахминан Ернинг сайёра сифатида пайдо бўлиш ёши ҳам шундай бўлиши керак. Шунингдек лаборатория шароитидаги текширишлар ҳам Ой жинслари тупроғи ва метеорларнинг ёши 3,5–4,5 млрд йилга яқин эканлигини кўрсатган. Қуёшнинг ёши эса Ер ва Ой ёшидан катта бўлиб, тахминан 5 млрд йил атрофида бўлиши керак.

- ?
1. Ярм емирилиш даври деб нимага айтилади?
 2. Ер қатламининг ёшини аниқлашда қандай усуллардан фойдаланилади?
 3. Қуёш олдин пайдо бўлганми ёки Ер?

63-§. Сайёраларнинг пайдо бўлиши ҳақида ҳозирги тушунчалар

Галактикалар, юлдузлар ва Қуёш системасининг пайдо бўлиши ва ривожланишнинг (эволюциясини) ўрганувчи Астрономиянинг бўлими *космогония* деб аталади. Сайёраларнинг пайдо бўлиш жараёни ҳам космогонияда ўрганилади. 300 йилдан ортиқ даврдан бери Қуёш системасининг дастлабки тарихи ҳақида турли гипотезалар айтилиб келинмоқда. Сайёралар системасининг пайдо бўлишини текширувчи назария қуйидаги саволларга жавоб бериши шарт:

- нима учун барча сайёраларнинг орбиталари Қуёш экваторининг текислигида ётади?
- нима учун сайёралар Қуёш атрофида айланага ўхшаш орбита бўйлаб ҳаракатда бўлади?
- нима учун барча сайёраларнинг Қуёш атрофида айланиш йўналишлари бир хил? (Венера ва Урандан ташқари)
- нима учун Қуёш системаси массасининг 99,8%, Қуёшга тегишли?
- нима учун сайёралар икки гуруҳга (Ер типидagi ва гигантларга) бўлинади?

Сайёраларнинг пайдо бўлиши ҳақидаги дастлабки гипотеза француз олими Р. Декарт (1596–1650) томонидан 1644-йили айтилган. У гипотезага кўра дунё фазосининг барчаси суюкликка тўлган, уларнинг бўлаклари уярма каби ҳаракатда бўлиб сайёралар пайдо бўлган. Бундан бир аср ўтгач 1745-йили француз олими Бюффон (1707–1788) сайёралар Қуёшдан бўлиниб чиққан моддаларни кометалар билан тўқнашувида пайдо бўлган деган тахминни айтган.

Немис файласуфи И. Кант (1724–1804) ҳам ўз ишларида дастлаб Олам фазоси тартибсиз ҳолатдаги материяга тўлиқ бўлган, тортилиш ва туртилиш кучларининг таъсири оркали вақтнинг ўтиши билан материя шаклига келган. Шундай қилиб, Қуёш ва унинг атрофида айланувчи сайёралар пайдо бўлган деган гипотезани таклиф қилган. Француз олими П. Лаплас (1749–1827) сайёраларнинг пайдо бўлиши ҳақида ўзгача фикрда бўлган. Қуёш дастлаб ўта қайноқ, секин айланувчи улкан катта туманликдан пайдо бўлган. Янги пайдо бўлаётган Қуёш, тортилиш кучи таъсирида

ОЛАМНИНГ МОДЕЛЛАРИ ҲАКИДА
ҚИСКАЧА ТУШУНЧА

кисилиб, унинг айланиш тезлиги ортиб борган. Шунинг асосида у ясси шаклга келган. Қачонки экваторда тортишиш кучи марказдан қочма куч билан мувозанатга келганда, ундан жуда катта ўлчамда туманлик бўлиниб чиқиб, совий бошлаб, айрим-айрим йиғилган қисмларга ажрайди. Мана шулардан сайёралар пайдо бўлган дейилади.

Сайёраларнинг пайдо бўлиши ҳақидаги бундан бошқа бир қанча гипотезалар америкалик олим Г. Рассел (1877–1957), россиялик олим О. Ю. Шмидт (1891–1956) ва бошқалар томонидан таклиф қилинган. Ҳозирги даврдаги сайёралар космогонияси бир қанча қийинчиликларга дуч келмоқда. Албатта юқорида қайд қилинган гипотезалар айрим тўлиқлашлар ва далиллар талаб қилади. Бироқ шунга қарамай ҳозирча сайёраларнинг пайдо бўлиши ҳақида, илмий изланишлар асосида ишончли турда қуйидаги хулосага келиш мумкин:

Сайёралар Қуёш атрофида айланаётган чанг ва газлардан ташкил топган туманликлардаги қаттиқ jismlar билан зарраларнинг бирикиши асосида пайдо бўлган. Энг аввал барча сайёралар нисбатан совуқ (уларнинг ҳарорати 1000 К дан ортиқ эмас) бўлиб, ҳеч қачон ўта қайноқ суюқ ҳолатида бўлган эмас. Сайёралар пайдо бўла бошлангандан бошлаб гравитацион ўзаро таъсирлар асосида ҳозирги даврдаги сайёраларга айланишга қадар маълум вақт талаб қилинган. Масалан, Ер ҳозирги ўлчамига етгунга қадар 100 млн йил ўтган.

- ?
1. Космогония деб нимага айтилади?
 2. Сайёралар системасининг пайдо бўлишини тадқиқот қилувчи назария қандай саволларга жавоб бериши керак?
 3. Сайёралар пайдо бўлиши ҳақида қандай гипотезалар таклиф қилинган?
 4. Қуёш ва сайёраларнинг пайдо бўлишлари ҳақида фикрлар қандай?

2011-йили физика бўйича берилувчи Нобель мукофоти астрономиянинг космология бўлими йўналишида бажарилган катта илмий кашфиётга берилди. Ҳозирги даврга қадар (1929-йилдан бери) Олам Хаббл қонуни ($v = Hl$, H – Хаббл доимийси, l – галактикагача бўлган масофа) бўйича v – тезлик бўйича кенгайишда эканлиги ҳақида айтилиб келинган. Бироқ 1998-йилдан бери назарий йўл билан Олам тезланиш билан кенгайиши ҳақида маълумотлар айтила бошланган. Бу маълумотларнинг экспериментал исботи америкалик астрономлар Сол Перлмуттер билан Адам Рисс ва австралиялик астроном Брайан Шмидт томонидан энг олисдаги галактикаларга ўта синчковлик билан олиб борилган кузатишлар орқали олинган. Шундай қилиб 2011-йили физика фани бўйича берилган Нобель мукофоти «Олам тезланиш билан кенгайишда» деб номланган илмий исботлари учун юқоридаги астрономларга берилди. Бу Астрономиядаги улкан кашфиёт. Шундан сўнг Олам моделларига қисқача тушунча бериб ўтиш зарурияти пайдо бўлди. Чунки ҳозирга қадар Оламнинг ҳар қандай моделлари тавсия қилиниб келинган.

Оламнинг ҳар қандай моделлари Альберт Эйнштейннинг умумий нисбийлик назарияси асосида олинган. Шу сабабдан бу назария ҳақида қисқача маълумот беришимиз мақсадга мувофиқ бўлади.

64-§. А.Эйнштейннинг нисбийлик назарияси

А. Эйнштейн 1905-йили махсус нисбийлик назариясини яратган. Бу назария ҳаракат тезлиги ёруғлик тезлигига нисбатан ноль бўлмаган $v/c \neq 0$ механиканинг тўлиқ назариясини кашф қилиб, релятив механикадан иборат бўлгани билан (бу ерда v – жисм тезланиш, c – ёруғлик тезлиги) бир қатор чеклашларга эга. Биринчидан, махсус нисбийлик назарияси инерциал санок системаларида (тўғри чизикли текис ҳаракатдаги) гина қонуниятга эга эга

бўлади. Иккинчидан, фазонинг вақт билан боғланиши қаралмайди. А. Эйнштейн эса 1915-йили яратган умумий нисбийлик назариясида физикавий ҳодисалар ноинерциал (тезланишга эга бўлган ёки йўналиши ўзгарган) санок системаларида қараш билан фазо вақтнинг материя билан боғлиқлиги асосий ўринни эгаллайди. Шундай қилиб, умумий нисбийлик назарияси (махсус нисбийлик назарияси умумлаштириб олинганлиги учун шундай аталиб қолинган) ҳозирги даврдаги релятивистик тортилиш назарияси бўлиб ҳисобланади.

Ньютоннинг тортилиш назариясида куч оний таъсир этади деб қабул қилинган. Бу эса сигнал ёки энергия бир зумда (оний) берилиши мумкин деганни билдиради. Бундай ҳулоса нисбийлик асосий принципларига зид бўлади: энергия ҳам, сигнал ҳам ёруғликдан тез тарқалиши мумкин эмас. Шу сабабли Эйнштейннинг релятив тортилиш назариясини яратиш зарурияти пайдо бўлади. У ўзининг янги назарияси нисбийлик принципларини каноатлантириши, ўша вақтда, гравитацион (Бутун Олам тортилиш қонуни ўринли) ва инертлик (Ньютоннинг биринчи қонуни ўринли) массалари тенг бўлиши керак деб ҳисобланган. Бу шарт Эйнштейннинг эквивалентлик принципининг ифодалашга олиб келди. Бу принцип, тортилиш кучининг майдони, тезланишга эга бўлган санок системасига *эквивалент* деган маънони билдиради.

Ҳар қандай масса ўзининг атрофидаги фазода гравитацион майдонни ҳосил қилади. Бу майдонда эркин ҳаракатда бўлган барча жисмларнинг троекториялари, шу масса томон йўналган эгриликда бўлади. Эйнштейннинг тенгламаси (гравитацион майдон тенгламаси) эгилган майдон манбаининг кучи (масса) билан боғлайди. Классик физика назарияси бўйича, жисм эгри чизикли троектория бўйлаб ҳаракатда бўлса, у тезланишга эга бўлади, демак унга қандайдир бир куч таъсир этади. Умумий нисбийлик назариясида ҳам шу каби жисмга гравитацион майдоннинг таъсир этувчисидан, эгри троекторияли ҳаракат пайдо бўлади. Демак, бундан эквивалентлик принципи ўринли бўлганлигини кўрамыз.

Эйнштейннинг умумий нисбийлик назарияси асосида Оламнинг эволюциясини характерловчи турли моделлар олинган. Уларга А. Эйнштейн, Де Ситтер, шунингдек А. Фридманнинг моделлари қиради. Юқорида номланган моделларга қисқача тўхталиб ўтамыз.

65-§. А. Эйнштейн модели

Биринчи космологик модел 1917-йили А. Эйнштейн томонидан таклиф қилинган. Умумий нисбийлик назарияси кашф этилганидан сўнг, Эйнштейн томонидан кўриб чиқилган муаммолардан бири Олам моделига қаратилган. Унинг илмий ишлари «Космологиянинг умумий нисбийлик назариясидаги масалалари» деб номланган.

Юқорида номланган олимларнинг ишларида масса фазода бир текис тақсимланган бўлиб, кузатиш олиб борилган нукталар бир-бирига эквивалент бўлган. Бироқ, Олам моделининг асосида стационар принципи ётади, яъни вақтнинг ўтиши билан Олам ўзгармайди деб ҳисобланган. Катта масштабда Оламнинг абадий ўзгармаслик тушунчаси, инсонларнинг узок юлдузларни кузатганда уларнинг билинар билинмас ўзгаришда бўлишлари сабаб бўлса керак. Қадимги замондаги қўлёмаларда олисдаги юлдузларнинг равшанлиги кузатилганда кескин ортиб кетганлиги хақида ҳам ёзилган. Бироқ, бу ёзилмалар Оламнинг абадийлиги ва стационарлиги (турғунлиги) хақидаги фикрни ўзгартира олмаган.

Фазодаги галактикалар бутун Олам тортилиши қонунига мувофиқ тортилиб, ҳаракатда бўлади. Бундай кучлар ҳеч қандай кучлар билан компенсацияланмайди. Шундай қилиб, Оламнинг стационарлиги амалга ошмай қолади. Бундай ҳолатдан чиқиш учун Эйнштейн тенгламасига туртилиш кучини берувчи қўшимча куч киритилган. Бу куч гравитацион тортилиш кучига қарама-қарши йўналган куч бўлиб ҳисобланган. Шундай қилиб, Эйнштейн ўзи қутган натижани олди. Бироқ, бу натижа (Эйнштейннинг Олам эволюцияси модели хақида) ҳақиқатга тўғри келмай қолган. Кейинчалик қачонгина Олам эволюцияда бўлиши хақида тўғри (астрономик кузатишларга тўғри келган) ҳулоса олинганда Эйнштейн, тенгламасидаги туртилиш кучининг киритилиши тўғри эмаслигини тан олган.

Эйнштейн моделининг камчилиги олисдаги юлдузлардан чиққан ёруғлик спектридаги қизилга силжишининг йўқлиги бўлган. Реал Оламда Хабблнинг астрономик кузатишларига мувофиқ қизилга силжиш ўринли бўлиб, ёритгичлар узоқлашаётган бўлади. Ҳулоса қилиб айтганда, космологик назарияни яратилишида стационар моделдан воз кечиб, ностационар моделга мурожаат этилишини талаб қилади.

1965 йили Эйнштейннинг моделидан тўлиғи билан воз кечилди, чунки ўша йили реликт нурланиш кашф этилган эди. Бу эса, Олам аввалги вақтда қайноқ бўлганлигининг ишончли исботи эди. Бугунги кунда стационар Олам назарияси космологияни ривожланиш тарихини ўрганишдагина аҳамиятга эга.

Дастлабки даврда Олам энг қайноқ, ўта юқори зичликда ва ўта тартибсиз ҳолатда бўлган. Изотроп бўлмаган, кенгайган газ ҳарорати пастлаб совуй бошлаган.

66-§. Де Ситтер модели

Гравитация назариясидан сўнг Эйнштейн томонидан яратилган Оламнинг биринчи модели билан танишиб чиқдик. Бу модел Оламнинг стационар принципи асосида олинган. Космологиянинг бошқа модели 1917-йили голландиялик физик Де Ситтер (1872–1935) томонидан таклиф этилган.

Де Ситтернинг модели – умумий нисбийлик назарияси тенгламаларининг вакуумдаги Олам учун бир жисмли ва изотропик ечими ҳисобланади. Бу моделни олишда гравитацион майдон тенгламаси туртилиш кучини ҳисобга олган ҳолда қўлланилади. Де Ситтернинг модели бўйича Олам қуйидаги ўлчамларга эга: Олисдаги юлдузлардан чиққан ёруғлик нурлари спектрлари қизилга томон силжишда бўлади. Кейинчалик америкалик космолог Робертсон 1928-йили унча мураккаб бўлмаган, бироқ ўта ақл билан юргизилган математик ўзгаришлар орқали Де Ситтернинг Олам ҳақидаги модели кенгаювчи Оламга ўзгартирилиши мумкин эканлигини кўрсатди. Бироқ, қарши Робертсон ўзгартишларидан олинган натижа массасиз бўш Оламни берган. Робертсоннинг ечимининг бундай ўзгачалиги унинг моделини реал Олам учун қўллашга имкон бермаган. Ҳақиқатда Оламни абслют бўшлиқда деб ҳисоблаб бўлмайди. Чунки Оламнинг кузатиш мумкин бўлган чегарасигача (10^{28} см) бўлган ҳудудларда бошқа осмон жисмларини ҳисобга олмаганда ҳам, 125 млн галактика мавжуд эканлиги Америка обсерваторияларида аниқланган. (1998-й.). Кейинги йиллардаги ҳисоблашлар бўйича Оламдаги массанинг ўртача зичлиги $3 \cdot 10^{-31}$ г/см³ га тенглиги аниқланди. Шундай қилиб, Де Ситтернинг моделининг ўзгача камчилиги унинг реал космологияга мос келмаганлигида ҳисобланади.

67-§. А. Фридманнинг модели

А. Эйнштейн билан Де Ситтернинг стационар (турғун) моделлари ҳам муҳим аҳамиятга эга. Чунки, бу моделлар мисолида умумий нисбийлик назариясига мувофиқ космологик моделлар яратиш имкони пайдо бўлди. Бундан ташқари бу моделлар реал (ҳақиқий) Оламни аввалги ва охириги эволюцияларига тўғри келади. Бироқ шундай бўлсада, реал Оламнинг охириги давридаги эволюция босқичини Эйнштейн ва Де Ситтернинг моделлари орқали тушунириб бўлмайди. Чунки Эйнштейн моделида олинган юлдузлардан келган ёруғлик қизилга силжимади, яъни юлдузлар узоклашмайди, Де Ситтернинг модели бўйича фазода ҳеч қандай масса ҳам, нурланиш ҳам бўлиши мумкин эмас.

Шунинг учун биз реал Оламни ифодалай оладиган умумий моделга ўтишимиз керак. Бизнинг галактикамиз ичидаги юлдузларнигина кузатиш мумкин бўлган аввалги тушунчаларга эга бўлган олимлар Оламни стационар ҳолатда қарашга мажбур бўлишган. Кейинчалик галактикамиздан ташқаридаги туманликлардан келган ёруғликнинг қизилга силжиши аниқланган даврда эса, Олам стационар эмас деган ҳулосага тўлиқ қелишимизга тўлиқ асос бор. Қизилга силжишнинг бўлиши галактикалардан ташқаридаги туманликларнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатда бўлиши, яъни бир-биридан узоклашаётганлигининг исботи бўлиб ҳисобланади. Бундан ташқари юлдузларнинг нурланиши уларнинг массаларининг ўзгариши ҳисобига бўлиши, массаларининг ўзгариши гравитацион майдоннинг вақт ўтиши билан ўзгаришига олиб қилиши, буларнинг барчаси эса Олам стационар ҳолатда бўлмаслигини тасдиқлайди.

Стационарликдан воз кечиш билан, бир қанча моделларга эга бўламиз, уларнинг назарий асосини А. Фридман яратган. Шундай қилиб, биринчи марта умумий нисбийлик назарияси (УНН) тенгламаларнинг ностационар ҳолат учун ечимини Фридман топган. Бу назарий кашфиёт релятивлик космологиянинг ривожланишига катта ҳисса қўшди.

Космологиянинг ҳозирги ривожланиш босқичида рус олими Фридманнинг 1922–1924-йиллардаги илмий ишлари туради. Тортилиш назарияси асосида тортилиш кучининг таъсири орқали Оламдаги моддалар ҳаракатларининг математик моделини яратган. Бу Оламдаги моддалар ҳаракатсиз ҳолатда (тинч) бўлиши

мумкин эмаслигини – Олам стационар ҳолатда бўлмаслигини, кенгайишда ёки торайишда бўлишини, демак Оламдаги моддаларнинг зичликлари камайишда, ёки кўпайишда бўлишни исботлаган. Шундай қилиб, Оламнинг эволюцияси назарий йўл билан Фридман томонидан кашф этилган.

Оламнинг кенгайиб боришига ҳозирги кунда ҳеч қандай шубҳа йўқ. Бу жараён Эйнштейн тенгламасини ечиш орқали ифодаланади. Бироқ, табиатда бу ечим космологияда қўлланилишининг физикавий сабаблари тушунарсиз ҳолда қолмоқда. Фридманнинг стационар модели гравитацион майдоннинг кучли тортилишига қарамай, дастлабки катта портлаш ҳосил бўлишини, унинг асосида галактикаларнинг бир-биридан узоклашишда бўла олишини тушунтира олмаган. Бу саволларга тахминий жавобни кейинги йилларда элементар зарралар физикаси ҳулосалар орқали жавоб бериш мумкин бўлди. Элементар зарраларнинг назарияси манфий босимни ифодаловчи ҳолат тенгламасини қўллаш мумкинлигини олдиндан айтиб бера олади.

68-§. Кенгаювчи Олам

Спектроскопиянинг ривожланиши кўплаб кашфиётлар очилишига сабаб бўлди. Унинг асосида Оламни ностационар эканлиги, вақтнинг ўтиши билан кенгайишда бўлиши исботланди. Бу кашфиётларнинг аҳамияти бебаҳодир. Хатто Эйнштейннинг ўзи ҳам гравитация бўйича дастлабки илмий ишларида Оламнинг кенгайишда бўлишига қарши чиққан.

Оламнинг охириги даврдаги манзарасини ўрганиш 1929-йилда бошланган. Ўша йили америкалик астроном Эдвин Хаббл бизнинг галактикамиз ёлғиз эмаслигини исботлаган. Ҳақиқатда бир-биридан жуда олис бўш масофаларда жойлашган кўплаб галактикаларнинг мавжудлигини исботлаган. Ҳозирда бизнинг Галактика бир неча миллиард галактикалардан бири эканлиги маълум бўлди (охирги 1998-йили сунъий йўлдошга ўрнатилган кўзгусининг диаметри 2,5 м бўлган космик телескоп «Хаббл» ёрдамида аниқланишича Оламнинг кузатилиш чегарасида 125 млрд галактика мавжуд эканлиги тасдиқланган). Шунингдек ҳар бир галактика ўша миқдордан кам бўлмаган юлдузлардан ташкил топган. Олам ҳақидаги тушунчамиз Ерни Оламнинг марказида жойлашган деб ҳисоблан-

ган кадимги юнон файласуфлари Аристотель ва Птоломейлардан бошлаб қанчалик ўзгарганлигини билиш мумкин.

Хабблнинг 1929-йили эълон қилган илмий иши буюк кашфиёт бўлган. Унда қизилга силжиш галактикаларгача бўлган масофага пропорционал эканлиги кўрсатилган. Бошқа-ча айтганда, галактика қанча узокда бўлса, у шунчалик биздан узоклашаётган бўлади. Бу эса Оламнинг аввал ўйлагандек стационар (турғун, ўзгармас) эмаслиги, ҳақиқатда у узлуксиз кенгайишда бўлишини, галактикалар орасидаги масофалар ортиб боришини кўрсатади.

Хаббл телескопи орқали олиб борилган кузатишлар асосида ҳозирги вақтда Олам тезланиш билан кенгайиб бориши тасдиқланди. Бироқ, аввал қизилга силжиш $z = 0,5$ бўлган вақтда кенгайиш тезлиги камайиб борган. Хаббл телескопи орқали текширилиб топилган ўта янги галактикалар ичидан 170 таси аввал бошқа телескоплар орқали топилган, 16 таси биринчи марта топилиб, уларнинг 6 таси эса энг олисдаги галактикалар ҳисобланади.

Кенгаювчи Оламнинг кашф этилиши XX асрдаги фаннинг ягона революцияси бўлиб ҳисобланади. Бу ғоя аввалда бирон-бир инсоннинг ҳаёлига ҳам келмаганига тан қолиш мумкин. Оламдаги массанинг ўртача зичлиги критик зичликдаги массада кичик бўлганда гравитацион майдоннинг таъсири кенгайишни тўхтатишга кучи етмай, кенгайиш чексиз давом этади. Буларнинг барчаси Ер сиртидан ракетани осмонга учирган ҳолатни эслатади. Агар ракетанинг тезлиги анча катта бўлмаса, унда гравитациянинг таъсири остида тезлик секин аста камайиб тўхтаб, яна қайта туша бошлайди. Ракетанинг тезлиги (11 км/с атрофида) катта бўлса, гравитация кучи уни тўхтата олмай, доимо Ердан узокланишда бўлади.

Оламнинг кенгайишда бўлиши Нютоннинг гравитацион назарияси асосида XVIII, XIX асрларда, хатто XVII асрда ҳам олдиндан айтилиши мумкин эди. Бироқ Оламнинг вақт ўтиши билан ўзгармас бўлиши ҳақидаги тушунча ўта кучли бўлган, бундай тушунча XX асрнинг бошларигача сақланиб келинган. 1917-йили умумий нисбийлик назариясини кашф этган А. Эйнштейн ҳам Оламнинг стационар эканлигига шубҳа қилмаган. Бу фикрини сақлаб қолиш учун у ўзининг назариясига космологик доимийликни қўшиш билан модификациялаган. Бунинг натижасида гравитацион тортилиш кучига ички туртилиш кучи мувозанатланиб, Олам стационар ҳолатда сақланади деб айтган. Фақат рус физиги

ва математики А. А. Фридман умумий нисбийлик назариясига тўла таянган ҳолда, уни космологияга тадбик этиш учун киришган.

Фридман иккита энг оддий дастлабки тахминларни киритди: биринчиси, қайси йўналишда кузатиш олиб борсак ҳам Олам бир хил бўлиниб кўринади, иккинчиси, бундай кўриниш кузатишни қандайдир бошқа жойдан олиб борилганда ҳам сақланади. Бундан бошқа ҳеч қандай тахминларга бормай туриб, Фридман Оламнинг стационар эмаслигини кўрсата олган. Фридман 1922-йили Хабблнинг кашфиётигача 7 йил аввал унинг натижасини олдиндан айтиб берган.

Ҳақиқатда Олам, барча йўналишлар бўйлаб бир хил деган тахминга тўғри келмайди. Бизнинг Галактикамизга қарасак умуман ундай эмас. Сомон йўлини олиб кўрайлик, у ўз холича бўлиниб оқарган худудни кўрсатади. Бирок энг олисдаги галактикаларни қарасак, унда уларнинг барча йўналишлар бўйлаб бир хил тақсимланган. Демак, Олам катта масштабда барча йўналишларда бир хил бўлади.

Астрономик маълумотлар бўйича катта масштабда, Оламини кузатиш олиб борилган қисмида $R \sim 10^{28}$ см, ўрта ҳисоб билан бир жинсли эмаслик $\frac{\delta\rho}{\rho}$ тахминан 10^{-4} дан ортмайди. Шу сабабдан Оламини текшириш учун бир жинсли космологик моделни кўриб чиқишга имконият пайдо бўлди.

Фридманнинг ечимлари ичидан бизнинг Оламга қайси бири тўғри келади? Олам охири кенгайишни тўхтатиб, қайта тора-йишга дуч келади ёки абадий кенгайидими? Бундай саволларга жавоб бериш учун Оламнинг ҳозирги пайтдаги кенгайиш тезлигини сўнгра унинг зичлигини билиш зарур.

Агар зичлик кенгайиш тезлигига боғлиқ бўлган критик зичликдан кичик бўлса, у ҳолда гравитацион тортилиш ўта кичик бўлиб, кенгайишни тўхтата олмайди. Агар зичлик, критик зичликдан катта бўлиб қолса, унда келажакда қандайдир бир вақтда, гравитация таъсири остида Оламнинг кенгайиши тўхтаб, қайта торая бошлайди.

Ҳозирги олинган маълумотлар бўйича Олам абадий кенгайишда бўлиши мумкин. Агар Олам қайта торая бошласа, унда бу торайиш камида 10 млрд йилдан аввал бўлмайди. Ҳеч бўлмаганда қанча вақт кенгайишда бўлса, шунча вақтдан сўнг торая бошлайди.

Оламнинг кенгайишда бўлиши ҳақида ҳеч қандай гумонга ўрин йўқ. Назарий йўл билан ҳам Эйнштейннинг тенгламалари ечимлари исботлаб турмоқда. Бирок Фридманнинг стандарт модели дастлабки Катта портлаш механизмини тушунтира олмаган. Бу саволга жавоб, сўнгги йилларда, элементар зарралар физикасидан, шунингдек Оламнинг дастлабки назариясидан олинган натижаларни қўллаш орқали тахминий олинди. Элементар зарралар назарияси қарши босимдаги ҳолат тенгламасини бўлишини олдиндан айтиб берди. Тортилишнинг релятивистик назариясида бундай ҳолат тенгламасига эга бўлган материя антигравитацияни пайдо қилади, мана шунинг ўзи Оламнинг кенгайишига олиб келади.

69-§. Кўринмас масса

Кўринмас масса – бу унинг мавжуд эканлигини динамик ўзгаришлар орқалигина билиш мумкин бўлган, аммо оптик кузатишлар орқали аниқлаш мумкин бўлмаган масса ҳисобланади. Ҳозирги пайтда Оламдаги массанинг асосий қисмини, барион турида бўлмаган (протон ва нейтронлардан ташкил топган) шаклдаги масса деб ҳисоблаш мумкин. Бундай шаклдаги материяларни бевосита кузатиш мумкин эмас, улар кўринмайди, бироқ уларни гравитацион таъсири орқалигини аниқлаш имкони бор. Шу каби шаклдаги материялар Оламдаги кўринмас массаларга киради. Ҳар қандай турдаги кўринмас массалар бўлиши мумкин. Улардан бири тури галактикалар ва уларнинг тўдалари атрофида пайдо бўлади. Уларнинг фазодаги жойлашишлари кўринган массалар орқа сиртида ҳам бўлиши мумкин.

Кўринмас масса юқори равшанликка эга бўлиши мумкин эмас, чунки астрономлар уларни бевосита кузатишлари мумкин бўлар эди. Бундан ташқари икки гипотеза таклиф қилинди. Улардан бири бўйича кўринмас масса, равшанлиги ўта паст бўлиб, улар кўриб бўлмайдиган энг кичик массали юлдузлардан ташкил топган. Иккинчи гипотезага кўра, кўринмас массани қўплаган коллапс жисмлар, балки энг аввалги даврда массив юлдузлардан пайдо бўлган қора туйнуқлар ташкил этади. Ҳозирча бу икки гипотезанинг қайси бири тўғри эканлиги тўла исботлангани йўқ. Бирок шундай бўлсада, кўринмас масса қандай шаклда бўлишига қарамай – бу муҳим астрофизик муаммо бўлиб қолмоқда. Умуман олганда

кўринмас массанинг муаммоси, унинг табиати, астрономияда мухим ўринни эгаллайди.

Оламдаги кўринувчи массаларнинг ўртача зичлиги $\rho_{\text{ўр}} \approx 3 \cdot 10^{-31} \text{ г/см}^3$. Бу киймат $\rho_{\text{кр}} \approx 10^{-29} \text{ г/см}^3$ критик зичликдан анча кичикдир.

Улар иккаласининг нисбати:

$$\Omega = \frac{\rho_{\text{ўр}}}{\rho_{\text{кр}}} \approx 0,03 \text{ га тенг.}$$

Агар Оламда кузатишлар даражасидаги бошқа масса бўлмаса, унда $\rho_{\text{кр}}$ ўрта зичликдан $\rho_{\text{ўр}}$ кўп марта катта бўлади, демак, Олам доимо кенгайишда бўлади.

Масалалар

1. 7 соат 12 минут 13 секунди ($7^{\text{h}}12^{\text{m}}13^{\text{s}}$) бурчакнинг градус ўлчови оркали ифодаланг.

Ечилиши: 7-§ да сутка ичидаги 24 соатни 360° ли бурчак катталиги оркали ифодаланиши берилган. Бундан $24 \text{ соат} = 360^\circ$; $1 \text{ соат} = 15^\circ$; $1 \text{ мин} = 15'$; $1 \text{ сек} = 15''$ га тўғри келади. Демак, $7 \text{ соат} \rightarrow 15 \cdot 7 = 105^\circ$, $12 \text{ мин} \rightarrow 15' \cdot 12 = 180' = 180' = 3^\circ$, $13 \text{ сек} \rightarrow 15'' \cdot 13 = 195'' = 3'' + 15''$, Шундай қилиб, 7 соат 12 мин 13 сек градус ўлчови $108^\circ 3' 15''$ га тенг.

2. Катта Ит юлдузлар туркумининг α юлдузи Сириус 10° баландликда юкори кульминацияда бўлади. Кузатилувчи жойнинг географик кенглигини топинг. Сириуснинг оғиши $\delta = -16^\circ$ га тенг.

Берилган: $h = 10^\circ$, $\delta = -16^\circ$

Топиш керак: $\varphi = ?$

Ечилиши: Кузатилувчи жойнинг географик кенглигини топиш учун $h = 90^\circ - \varphi + \delta$ (5.1) формуладан фойдаланамиз. Бундан $\varphi = 90^\circ - h + \delta$ формулани оламиз. Қийматларни ўрнига қўйиб, $\varphi = 90^\circ - 10^\circ - 16^\circ = 64^\circ$ келиб чиқади.

Демак, $\varphi = 64^\circ$ экан.

3. Агар Марснинг Куёш атрофида айланиб чиқишнинг юлдуз даври 1,9 йилга тенг бўлса, унда Марснинг рўпара туриши (синодик айланиш даври) қанча вақт оралиғида такрорланади. (Ернинг сидерик айланиш даври $T_{\oplus} = 1$ йил).

Берилган: $T = 1,9$ йил, $T_{\oplus} = 1$ йил

Топиш керак: $S = ?$

Ечилиши: Бу учала даврлар орасидаги математик боғланиш (19.2) тенглик берилган. (Ташки сайёралар учун): $\frac{1}{S} = \frac{T}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T}$ бу ердан $S = \frac{T \cdot T_{\oplus}}{T - T_{\oplus}}$ келиб чиқади. Демак $S = \frac{1,9 \cdot 1}{1,9 - 1} = 2,1$ йил.

Жавоб: $S = 2,1$ йил.

4. Агар Венера сайёрасининг Куёш билан юкори қўшилиши 1,6 йилда такрорланиб турса, унда Венеранинг Куёш атрофини айланиб чикувчи юлдуз даврини топинг?

Берилган: $S = 1,6$ йил, $T_{\oplus} = 1$ йил

Топиш керак: $T - ?$

Ечилиши: Венера сайёраси ички сайёрага киради, Демак, (19.1) тенглигидан фойдаланамиз:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\odot}}, \text{ бундан } T = \frac{S \cdot T_{\odot}}{T_{\odot} + S}, \text{ демак } T = \frac{1,6 \cdot 1}{1,6 + 1} = \frac{1,6}{2,6} = 0,61 \text{ й.}$$

Жавоб: $T = 0,61$ йил.

5. Юпитер сайёрасининг Қуёш атрофида айланиш юлдуз даври 12 йилга тенг. Юпитердан Қуёшгача бўлган масофани топинг?

Берилган: $T_1 = 12$ йил

Топиш керак: $a_1 - ?$

Ечилиши: Юпитердан Қуёшгача бўлган масофани топиш учун Кеплернинг III қонунининг (20.1) формуласидан фойдаланамиз: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ Бу ерда T_2 Ернинг Қуёш атрофида айланиш даври, a_2 – Ердан Қуёшгача бўлган масофа. Агар $T_2 = 1$ йил, $a_2 = 1$ а.б. (астрономик бирлик) деб олсак, унда $a_1 = \sqrt[3]{T_1^2} \cdot a_2$ га тенг бўлади. Сон қийматини қўйсак $a_1 = \sqrt[3]{12^2} \cdot a_2 \approx 5 \text{ а.б.}$

Жавоб: $a_1 = 5 \text{ а.б.} \approx 750 \text{ млн км.}$

$1 \text{ а.б.} \approx 150 \text{ млн км.}$

6. Сатурннинг горизонтал параллакси $0,9''$ га тенг бўлса, у Ердан канча масофада бўлади?

Берилган: $P = 0,9''$

Топиш керак: $D - ?$

Ечилиши:

Бу масофани топиш учун (21.2) формулани $\frac{D}{D_{\odot}} = \frac{P_{\odot}}{P}$ қўллаемиз. Қуёшгача бўлган масофа $D = 1 \text{ а.б.}$, Қуёшнинг параллакси $P_{\odot} = 8,8''$ эканлиги маълум. Демак, $D = \frac{1 \text{ а.б.} \cdot 8,8''}{0,9''} \approx 9,8 \text{ а.б.}$

Жавоб: $D = 9,8 \text{ а.б.} \approx 1,5 \text{ млрд км.}$

7. Марснинг чизиқли радиуси 3400 км, горизонтал параллакси $18''$ бўлса, рўпара туришидаги бурчак радиуси қандай бўлади? Ернинг радиуси 6400 км деб қабул қилинган.

Берилган: $r = 3400 \text{ км}$, $P = 18''$, $R = 6400 \text{ км}$

Топиш керак: $\rho - ?$

Ечилиши: Бу масалани ечишда (21.4) формуладан $\left(r = \frac{\rho}{P} R \right)$ фойдаланамиз. Бундан $\rho = P \frac{r}{R}$, $\rho = \frac{18'' \cdot 3400 \text{ км}}{6400 \text{ км}} \approx 9,56''$.

Жавоб: $\rho \approx 9,56''$

8. Вега (Лиранинг α си) юлдузининг йиллик параллакси $0,12''$ га тенг. Вега юлдузигача бўлган масофани аниқланг (парсек ва ёруғлик йили орқали ифодаланг).

Берилган: $\pi = 0,12''$

Топиш керак: $D_{\text{пк}} - ?$ $D_{\text{ё.й.}} - ?$

Ечилиши: Юлдузгача бўлган масофа парсек орқали (41.5) формуласидан $D_{\text{пк}} = \frac{1}{\pi}$ ҳисоблаб топилади. Демак, $D_{\text{пк}} = \frac{1}{\pi} = \frac{1}{0,12} \text{ пк} = 8,33 \text{ пк}$; ($1 \text{ пк} = 3,26 \text{ ё.й.}$). Шундай қилиб, $D_{\text{ё.й.}} = 8,33 \cdot 3,26 \approx 27,16 \text{ ё.й.}$

Жавоб: $D_{\text{пк}} = 8,33$; $D_{\text{ё.й.}} = 27,16 \text{ ё.й.}$

9. Капелланинг (Аравакашнинг α си) кўринма юлдуз катталиги $m_1 = +0,2$, Денеб (Ок Қушнинг α си) юлдузиники $m_2 = +1,3$ га тенг. Бу икки юлдузнинг солиштирма равшанлигини топинг?

Берилган: $m_1 = +0,2$, $m_2 = +1,3$

Топиш керак: $\frac{I_1}{I_2} - ?$

Ечилиши: Икки юлдузларнинг равшанликлари нисбати $\frac{I_1}{I_2}$ (42.1) тенгликдаги $\left(\frac{I_1}{I_2} = 2,512^{m_2 - m_1} \right)$ орқали топилади. Уни логарифмласак $Ig \frac{I_1}{I_2} = (m_2 - m_1) Ig 2,512 = 1,1 \cdot Ig 2,512$. Энди $Ig 2,512 = 0,4$, демак, $Ig \frac{I_1}{I_2} = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44$. Бундан $\frac{I_1}{I_2} = 2,75$ ни оламиз.

Жавоб: $\frac{I_1}{I_2} = 2,75$

10. Сириус (Катта Ит юлдузлар туркумининг α -юлдузи) юлдузининг кўринма юлдуз катталиги $-1,6$ га тенг. Ёруғлик ундан

Ерга 8,7 йилда етиб келади. Сириус юлдузининг ёркинлигини аниқланг.

Берилган: $m = -1,6$, $D = 8,7 / 3,26 \approx 2,7$ пк, $M_{\odot} = 4,8$.

Топиш керак: $L - ?$

Ечилиши: Дастлаб (42.3) формуладан ($M = 5 - 5 \lg D + m$) фойдаланиб, абсолют юлдуз катталигини топамиз $M = 5 - 5 \lg 2,7 + (-1,6) = 3,4 - 5 \cdot 0,4 = 1,4$. Энди (42.6) тенгликдан $\lg L = 0,4 \cdot (M_{\odot} - M) = 0,4 \cdot (4,8 - 1,4) \approx 1,4$ ни оламиз, бундан $L = 25$. Куёшнинг ёркинлиги $L_{\odot} = 1$ деб олинганлиги учун $L = 25 \cdot L_{\odot}$ бўлади.

Жавоб: $L = 25 \cdot L_{\odot}$.

11. Ёркинлиги Куёшникидан 100 марта юкори бўлган юлдузнинг харорати Куёш харорати билан бир хил бўлса, шу юлдузнинг радиуси Куёш радиусидан неча марта катта.

Берилган: $\frac{L}{L_{\odot}} = 100$, $T = T_{\odot}$ ёки $\frac{T}{T_{\odot}} = 1$

Топиш керак: $\frac{r}{r_{\odot}} - ?$

Ечилиши: Бу масалани ечиш учун (42.7) формуладан $\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{r}{r_{\odot}}\right)^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^4$ фойдаланамиз. Масаланинг шартига кўра $\frac{L}{L_{\odot}} = 100$, $\frac{T}{T_{\odot}} = 1$, демак $\frac{r}{r_{\odot}} = 10$, ёки $\frac{r^2}{r_{\odot}^2} = 100$, ёки $\frac{r}{r_{\odot}} = 10$. Юлдузнинг радиуси Куёшнинг радиусига нисбатан 10 марта катта экан.

12. Қўшалок юлдузларнинг айланиш даври 100 йилга тенг. Кў-ринма орбитасининг катта ярим ўқи $a = 2,0''$, параллакси $\rho = 0,05''$ Юлдузлар масса марказидан $\frac{1}{4}$ нисбатига тўғри келган масофада турган пайтдаги юлдузларнинг массалари йиғиндисини ва ҳар бир юлдузнинг массасини аниқланг.

Берилган: $T = 100$ йил, $a = 2,0''$, $\rho = 0,05''$, $\frac{A_1}{A_2} = \frac{1}{4}$.

Топиш керак: $m_1 - ?$ $m_2 - ?$ $m = m_1 + m_2?$

Ечилиши: (47.3) тенглигидаги $\frac{A_1}{A_2} = \frac{m_2}{m_1}$ бўйича $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$, бун-

дан $m_1 = 4m_2$. Энди (47.2) тенглигидан $\left(m_1 + m_2 = \frac{A^3}{T^2}\right)$, $m_2 = \frac{A^3}{T^2 \cdot 5}$

ни оламиз. Агар a билан ρ ёй секунди оркали ифодаланса, унда A а. б. $= \frac{a}{\rho}$ бўлишини эсга олиб, A а. б. $= \frac{2,0''}{0,05''}$ эканлигини топамиз.

Унда $m_2 = \frac{40^3}{100^2 \cdot 5} = 1,28$ бўлади, демак $m_1 = 4 \cdot 1,28 = 5,12$. Қўшалок юлдузларнинг массалари йиғиндисини $m = m_1 + m_2 = 1,28 + 5,12 = 6,4$ га тенг. Шундай қилиб $m_1 = 1,28$ Куёш массасига, $m_2 = 5,12$ Куёш массасига, энди қўшалок юлдузлар массаларининг йиғиндисини $m = 6,4$ Куёш массасига тенг бўлади.

13. Галактика $1,5 \cdot 10^4$ км/с тезлик билан узоклашади. Кузатувчи-гача бўлган масофани аниқланг?

Берилган: $v = 1,5 \cdot 10^4$ км/с, $H = 75 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$

Топиш керак: $R - ?$

Ечилиши: Хаббл конуни бўйича $v = HR$ (R – галактика-гача бўлган масофа) бундан $R = \frac{v}{H}$. Қийматларини қўйсак,

$$R = \frac{1,5 \cdot 10^4 \text{ км/с}}{75 \text{ км/с Мпк}} = 200 \text{ Мпк.}$$

Жавоб: $R = 200 \text{ Мпк.}$

14. Метагалактикадаги массаларнинг ўртача зичлиги нимага тенг? У қандай топилади?

Берилди: $H = 75 \frac{\text{км}}{\text{с} \cdot \text{Мпк}}$, $c = 3 \cdot 10^5$ км/с

Топиш керак: $\mu_{\text{ср}} - ?$

Ечилиши: 60-§ ўртача зичликнинг сон қиймати кўрсатилган. Оламнинг кенгайиши Хаббл конуни $v = HR$ бўйича топилади. Бу ерда v – Оламнинг кенгайиш тезлиги. H – Хаббл доимийси, R – Метагалактиканинг радиуси (Оламни кузатиш мумкин бўлган қисми Метагалактика деб аталади). Хаббл конуни-дан $R = \frac{v}{H}$ ни оламиз. $1 \text{ Мпк} = 3,08 \cdot 10^{19}$ км эканлигини ҳисоб-га олсак, $H = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}$ бўлади. R нинг максимал қиймати-да v кенгайиш тезлиги ёруғлик тезлигига яқинлашади, демак $v \approx c = 3 \cdot 10^5$ км/с деб оламиз. Унда Метагалактиканинг радиуси $R = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ км/с}}{2,4 \cdot 10^{-18} \text{ с}^{-1}} = 1,25 \cdot 10^{23} \text{ км} = 1,25 \cdot 10^{26} \text{ м}$ га тенг эканлигини то-памиз.

АҚШнинг сунъий йўлдошига ўрнатилган «Хаббл» номли телескопида 1998-йили олинган маълумот бўйича Метагалактикада тахминан 100 млрд галактика ($N = 10^{11}$), ҳар бир галактикада ҳам $n = 10^{11}$ та юлдуз мавжуд деб тахмин қилинмоқда. Агар ҳар бир юлдузнинг массаси Қуёш массасига ($M_{\odot} = 25 \cdot 10^{30}$) тенг деб ҳисобласак (гигант юлдузлар қанча кўп бўлса, қарлик юлдузлар ҳам шунчалик сероб). Метагалактиканинг $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ ҳажмида $M = N \cdot n \cdot M_{\odot}$ шунча масса бўлади.

Демак, Метагалактикадаги массаларнинг ўртача зичлиги

$\mu_{\text{ўр}} = \frac{M}{V}$ орқали топилади. Натижада

$$\mu_{\text{ўр}} = \frac{M}{V} = \frac{N \cdot n \cdot M_{\odot}}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{10^{11} \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 (1,25 \cdot 10^{26} \text{ м})^3} = 3 \cdot 10^{-27} \text{ кг} / \text{м}^3$$

ёки $\mu_{\text{ўр}} = \frac{M}{V} = 3 \cdot 10^{-30} \text{ г} / \text{см}^3$ бўлади.

Машқлар

1. 12 соат 15 мин 18 сек бурчакнинг градус катталиқ орқали ифодаланг.

Жавоби: $183^{\circ} 49' 30''$

2. Оғиши 12° бўлган ёритгич географик кенглиги 60° ли жойда кузатилса, у қандай баландликда юқори кульминацияда бўлади?

Жавоби: $h = 42^{\circ}$

3. Меркурийнинг Қуёшни айланиш юлдуз даври 0,24 йилга тенг бўлган ҳолат учун Меркурийнинг синодик айланиш даврини аниқланг.

Жавоби: $S = 0,32$ йил

4. Қуёшнинг горизонтал параллакси $8,8''$ га тенг. Юпитернинг горизонтал параллакси $1,5''$ га тенг бўлса, у Ердан қанча масофада бўлади?

Жавоби: $D = 5,9 \text{ а. б.}$

5. Йиллик параллакси $0,123''$ бўлган осмон жисмига қараб бўлган масофани топинг.

Жавоби: $D = 1677000 \text{ а. б.}$

6. Чаён (Скорпион) юлдузининг кўринма юлдуз катталиги $m = 3$, унга қараб бўлган масофа 7500 э.й. га тенг бўлса, унинг ёрқинлиги қандай? (Қуёшнинг ёрқинлиги $L_{\odot} = 1$ деб олинади).

Жавоби: $L = 3,3 \cdot 10^5$

7. Абсолют юлдуз катталиги 1 га тенг бўлган юлдуз кузатувчидан 1000 пк масофада жойлашишган. Бу юлдузнинг кўринма юлдуз катталигини топинг?

Жавоби: $m = 11$

8. Кузатувчи юлдуз тўдаси ичидан 100 пк масофада жойлашган у $m = 10$ кўринма юлдуз катталигидаги юлдузга кўрган. Шу юлдузнинг абсолют юлдуз катталигини топинг?

Жавоби: $M = 5$

9. Кўринма юлдуз катталиги 19, абсолют юлдуз катталиги 1 га тенг бўлган юлдуз кузатувчидан қанча масофада бўлади?

Жавоби: $r = 10^5 \text{ пк}$

10. Узоқдаги галактиканинг спирал бутоклари биздан 15000 км/с тезлик билан узоқлашади. Шу галактикагача бўлган масофани аниқланг? ($H = 100 \text{ км/с Мпк}$)?

Жавоби: $r = 150 \text{ Мпк}$

11. Биздан узоқлашаётган галактикада кўринма юлдуз катталиги $m = +18$, абсолют юлдуз катталиги $M = -7$ га тенг бўлган янги юлдуз пайдо бўлса, у галактикагача бўлган масофани ва галактиканинг узоқлашиш тезлигини топинг?

Жавоби: $r = 10^6 \text{ пк}$; $v = 100 \text{ км/с}$

12. Агар Арктур юлдузнинг ёркинлиги 100, ҳарорати 4500 К бўлса Арктур Қуёшдан неча марта катта бўлади?

Жавоби: $r / r_{\odot} = 18$ марта катта

13. Бир юлдуз иккинчисидан 16 марта равшанроқ бўлса, уларнинг кўринма юлдуз катталикларининг фарқи нимага тенг?

Жавоби: $m_2 - m_1 = 3$

ИЛОВАЛАР

Ўзгача ёруғ юлдузлар

Юлдузларнинг номи	Кўринма юлдуз катталиги m	Тўғри чиқиш α (соат. мин.)	Оғиши δ°	Масофа $пк$ (парсек)
Альдебаран Савр (Телец) нинг α си	1,06	4 ^h 33 ^m	+16 25	20,8
Ригель Орионнинг β си	0,34	5 ^h 12,1 ^m	-8 15	330
Капелла Аравакаш (Возничий) α си	0,21	5 ^h 13 ^m	+45 57	13,7
Бетельгейзе Орионнинг α си	0,92	5 ^h 52,5 ^m	+7 24	200
Сириус Катта Итнинг α си	-1,58	6 ^h 42,9 ^m	-16 39	2,7
Кастор Эгизакларнинг β си	1,99	7 ^h 31,4 ^m	+32 00	13
Процион Кичик Итнинг α си	0,48	7 ^h 36,7 ^m	+5 21	3,5
Поллукс Эгизакларнинг β си	1,21	7 ^h 42,3 ^m	+28 09	10,7
Регуль Асад (Лев) нинг α си	1,34	10 ^h 05,7 ^m	+12 13	25,6
Спика Сумбула (Дева) нинг α си	1,21	13 ^h 22,6 ^m	-10 54	47,7
Арктур Хўкизбокар (Волопас) нинг α си	0,24	14 ^h 13,4 ^m	+19 27	11,1
Антарес Акроб (Скорпион) нинг α си	1,22	16 ^h 26,3 ^m	-26 19	52,5
Вега Лиранинг α си	0,14	18 ^h 35,2 ^m	+38 41	8,1
Альтоир Бургутнинг α си	0,89	19 ^h 48,3 ^m	+8 44	5,0
Денеб Оккушнинг α си	1,33	20 ^h 39,7 ^m	+45 06	290
Фомальгаут Жанубий Баликнинг α си	1,28	22 ^h 54,9 ^m	-29 53	7,0

Ер хақидаги асосий маълумотлар

Экваториал радиуси	6378,16 км
Қутбий радиуси	6356,78 км
Массаси	$5,9 \cdot 10^{27}$ з ($5,9 \cdot 10^{24}$ кг)
Ўртача зичлиги	$5,5 \cdot 10^3$ кг/м ³ ($5,5$ з/см ³)
Ўртача орбитал тезлиги	29,8 км/с
Эркин тушиш тезланиши	9,8 м/с ²
Ҳажми	$1,1 \cdot 10^{27}$ см ³
Юзаси	510 069 000 км ²
Ер сиртининг қуруқлик қисми	29,1%
Ер сиртининг сув қоплаган қисми	70,8%
Ер сиртининг доимий муз ва қор қоплаган қисми	0,1%

Ой хақидаги асосий маълумотлар

Ердан ўртача узоқлиги	384 400 км
Диаметри	3477 км
Ҳажми	$2195,3 \cdot 10^7$ км ³
Массаси (Ер массасини 1 га тенг десак)	0,01
Ўртача зичлиги	$3,3 \cdot 10^3$ кг/м ³ ($3,3$ з/см ³)
Сидерик даври	27,3 сутка
Синодик даври	29,5 сутка
Орбитаси эксцентриситети	$e = 0,0549$
Эркин тушиш тезланиши	1,6 м/с ²

Қуёш хақидаги асосий маълумотлар

Ергача бўлган ўртача масофа	$1,496 \cdot 10^8$ км = 1 а. б.
Диаметри	$1,99 \cdot 10^6$ км
Массаси	$2 \cdot 10^{30}$ кг
Ўртача зичлиги	$1,4 \cdot 10^3$ кг/м ³ ($1,4$ з/см ³)
Қуёш марказидаги зичлиги	98 з/см ³

Эркин тушиш тезланиши	274 м/с ²
Қуёш сиртининг юзи	$608,7 \cdot 10^{10}$ км ²
Қуёшнинг ҳажми	$1,4 \cdot 10^{18}$ км ³
Кўринма юлдуз катталиги	-26,8 ^m
Абсолют юлдуз катталиги	+4,8 ^m
Фотосферадаги ҳарорат	$6 \cdot 10^3$ К
Қуёш тожи ҳарорати	$1,5 \cdot 10^6$ К
Қуёшнинг Галактика маркази атрофида айланиш тезлиги	250 км/с
Қуёшнинг галактика марказидан узоқлиги	10 ⁴ пк
Қуёшнинг галактика маркази атрофида айланиш даври	$2 \cdot 10^8$ йил

АСТРОНОМИЯНИНГ ҚИСҚАЧА ТАРИХИЙ БОСҚИЧЛАРИ (охирги 6000 йил ичидаги)

Астрономиянинг илк бошланиши: юлдузли осмоннинг такрор ўзгариб туриши ва ундаги ўзгача ҳодисаларнинг кузатила бошланиши.

э.а. IV аср

Баъзи юлдузлар туркуми турли халқлар томонидан ажратила бошланиши (зодиак (бурж) юлдузлар туркумини ҳам), қадимги замондаги Қуёш тутилиши ва кометаларнинг кузатила бошланиши (Хитой), Меридиан йўналишини аниқловчи асбоб – гноменни ва бурчакни ўлчовчи дастлабки курулнинг ихтиро қилиниши (Вавилон, қадимги Миср), календарнинг жорий этилиши (365 кунли, қадимги Миср).

э.а. III аср

Дастлабки юлдуз хариталарининг тузилиши (Англия), астрологиянинг пайдо бўлиши (Хитой, қадимги Миср).

э.а. II аср

Олимпиадалар бўйича йил ҳисобининг бошланиши (Греция).

э.а. 776-йил

«Римнинг асосланганидан кейинги» римлик йил ҳисобининг бошланиши.

э.а. 753-йил

Қуёш тутилишларининг Хитойда системали қайд этиб борилиши.

э.а. 720-йил

Осмонда Сомон йўлининг аниқланиши (Хитой), сайёралар номлари билан 7 кунлик ҳафтанинг киритилиши, (Ҳиндистон, Қадимги Грециядан бир қанча вақт аввал), Осмонда Қутб юлдузи билан Кичик Айиқ (Малой Медведицы) юлдузлар туркумининг аниқланиши, (Фалес, Қадимги Греция), юлдузли осмон фонида 5 сайёранинг ҳаракатининг ўрганилиши, Ернинг шар шаклида эканлиги ҳақидаги биринчи тахминларнинг пайдо бўлиши (Фалес, Пифагор), Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши (Экфант ва Хикетас, кейинчалик Пантийлик Гераклит).

э.а. VI аср

Сомон йўли юлдуз тўдалари эканлиги ҳақидаги биринчи гипотезаларнинг пайдо бўлиши (Демокрит, Қадимги Греция).

Оламнинг биринчи математик геоцентрик моделининг – юлдузлар каталогларининг (жадвали) илк пайдо бўлиши (Эндокс Книдский, қадимги Греция).

э.а. V асрнинг охири
IV асрнинг бошланиши.

э.а. 60-йиллар

Оламнинг биринчи гелиоцентрик системасининг пайдо бўлиши ва Қуёш, Ойгача бўлган масофаларнинг тахминий аниқланиши (Аристарх Самосский).

э.а. 265-йил

Компасни ихтиро қилиниши (Хитой), Қуёшнинг бурчак диаметрини биринчи бўлиб старли даражада аниқ ўлчанилишининг ва осмон глобусининг пайдо бўлиши (Архимед).

э.а. III асрнинг ўрталари

Ер шари ўлчамларини аниқланиши (Эратофен, Александрия).

э.а. 150-йиллар

Юлиан календарини жорий этилиши.

э.а. 45-йил

Осмонда 124 юлдуз туркумини аниқланиши (Хитой).

Бизнинг эра-мизни I а. охири II а. боши

Клавдий Птоломей томонидан Оламнинг геоцентрик системасини кашф этилиши (Александрия).

140-йиллар

Хўкиз (Телец) юлдуз туркумида ўта янги юлдузни кузатилиши.

1054-йили

Беруний томонидан Ер меридиан ёйи узунлигининг аниқланиши (Хоразм).

1031-йил

Улуғбек раҳбарлигида Самарканд атрофида дунёда энг катта обсерватория қурилишини тугалланиши.

1425-йил

Н. Коперникнинг «Осмон сфераларининг айланиши ҳақида» китобини эълон қилиниши, Оламнинг гелиоцентрик системасини тўла тасдиқланиши.

1543-йил

Тито Браге обсерваториясининг қурилиши (Дания).	1576-йил
Григорян календарининг жорий этилиши.	1582-йил
Юлдузларни грек алфавити оркали белгилашни киритилиши (И. Байер, Германия).	1603-йил
Астрономияда телескопнинг қўлланила бошланиши (Г. Галилей, Италия).	1610-йил
Қуёшнинг ўз ўки атрофида айланишининг кашф этилиши.	1612-йил
И. Кеплер томонидан сайёралар ҳаракатига доир уч қонуннинг кашф этилиши.	1618–1619-й.й.
Ян Гевелий обсерваториясининг қурилиши (Гаданьск, Польша).	1641-йил
Х. Гюйгенс томонидан Сатурн халкасининг кашф этилиши.	1656-йил
Юпитернинг катта қизил доғининг аниқланиши (Р. Гук, Англия, Ж. Кассини, Франция).	1665-йил
Парижда обсерваториянинг қурилиши.	1667–1672-й.й.
И. Ньютоннинг рефлектор телескопини ихтиро қилиниши.	1668-йил
Гринвич обсерваториясининг асосланиши.	1677-йил
И.Ньютоннинг «Натурал фалсафанинг математик бошланиши» асарининг чоп этилиши.	1687-йил
Россияда янги йил ҳисобининг киритилиши ва янги йилни 1-январдан бошланилиши (Петр I).	1699-йил
Россияда астрономиянинг ўқитила бошланиши.	1701-йил
В. Гершель томонидан Уран сайёрасининг кашф этилиши (Англия).	1781-йил
«Қора туйнуклар» нинг мавжудлиги ҳақида гипотезаларнинг айтилиши. (Ж. Миччел, П. Лаплас).	1783-йил

Галактиканинг ҳажми ва шакли тўғрисида илк тушунча пайдо бўлган (В. Гершель, Англия).	1785-йил
Энг биринчи астероид – Цереранинг кашф этилиши (Ж. Пиаци, Италия).	1801-йил
Қуёш нури спектридан фраунгофер чизиклари-ни топилиши.	1815-йил
Университет қошида Москва обсерваториясини қурила бошланиши.	1831-йил
Биринчи марта юлдузгача бўлган масофани аниқланилиши (В. Я. Струве, Россия).	1837-йил
Пульково обсерваториясининг асосланилиши (В. А. Струве).	1839-йил
Доплер эффектининг кашф этилиши.	1842-йил
Нептун сайёрасининг кашф этилиши (Ж. Адамс, Англия, У. Ж. Леверье, Франция).	1846-йил
Астрофизикадаспекториаланализнингқўлланила бошланиши (Г. Кирхгоф, Р. Бунзен, Германия).	1859-йил
Қуёш таркибидаги гелийнинг кашф этилиши (Жансен, Локье, Франция).	1868–1871-й.й.
Марс сайёраси йўлдошларининг кашф этилиши (А. Холл, АҚШ).	1877-йил
АҚШда объективининг диаметри 1,02 м бўлган энг катта рефрактор телескопининг ясаилиши.	1897-йил
К. Э. Циолковскийнинг космосга учиб мумкин эканлигининг назарий асослаган асарининг нашр этилиши (Россия).	1903-йил
Маунс Вильсон обсерваторияси асосланган (Ж. Хейл, АҚШ).	1904-йил
Тунгус метеоритининг тушиши (Россия).	1908-йил 30-июнь
Космик нурларнинг кашф этилиши.	1912-йил

Маунс Вильсон обсерваториясида объективи 2,5 м телескопнинг ўрнатилиши.	1917-йил
Оламнинг ностационар релятивистик моделининг яратилиши (А.А. Фридман, СССР).	1922-йил
Галактиканинг айланишда бўлишининг этилиши (Б. Линдбланд, Швеция; Я. Оорт, Голландия).	1926–1927-й.й.
Хаббл конунининг кашф этилиши (АҚШ).	1929-йил
Плутон сайёрасининг кашф этилиши (К. Томбо, АҚШ).	1930-йил
Космик радионурланишларнинг кашф этилиши (К. Янский, АҚШ).	1931-йил
Оламда кўринмас масса (темное вещество) бўлиши ҳақидаги фикрларнинг пайдо бўлиши.	1933-йил
Нейтрон юлдузлар бўлиши ҳақида гипотезаларнинг айтилиши.	1934-йил
Куёш ва бошқа юлдузлар қаърида термоядро реакциялари бўлиши ҳақидаги назариянинг яратилиши.	1937-йил
Эйнштейннинг умумий нисбийлик назарияси асосида «Қора туйнуклар»нинг бўлиши ҳақида олдиндан айтилиши.	1939-йил
Юлдузлараро муҳитда молекула мавжудлигининг биринчи марта айтилиши.	1940-йил
«Қайноқ Олам» («Горячая Вселенная») назариясининг кашф этилиши (Ж. Гамов, АҚШ).	1946-йил
Маунт Паломар обсерваториясининг асосланилиши (АҚШ).	1947-йил
Маунт Паломар обсерваториясида объективининг диаметри 5 м бўлган рефлектор телескопнинг ўрнатилиши.	1948-йил
Дунёда биринчи бўлиб СССРда Ернинг сунъий йўлдошининг учурилиши.	1957-йил. 4-октябрь

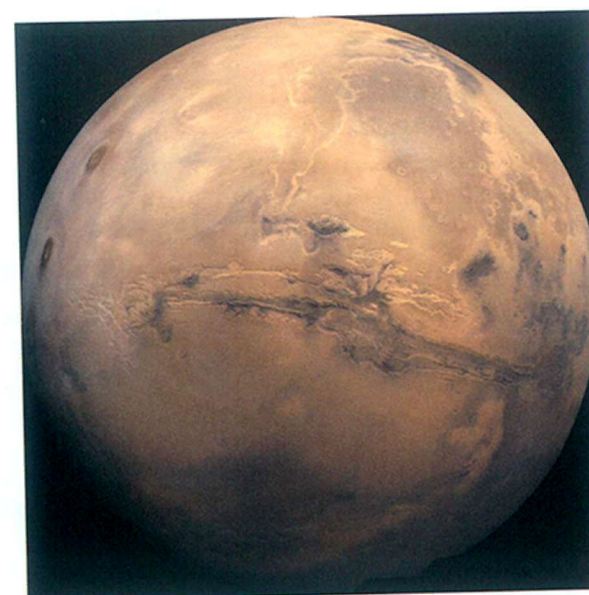
Квазарларнинг кашф этилиши (М. Шмидт, АҚШ).	1963-йил
Реликт нурланишининг кашф этилиши.	1965-йил
Шимолий Кавказда СССР Фанлар Академиясининг Махсус астрофизик обсерваторияси (МАО) нинг асосланилиши.	1966-йил
Пульсарларнинг кашф этилиши (Ж. Белл, Э. Хьюиш, Англия).	1967-йил
«Қора туйнуклар» ни «бугланилиши» мумкинлигининг исботланилиши (С. Хокинг, Англия).	1974-йил
Европада объективи 6 м бўлган рефлектор телескопнинг курила бошланиши (СССР ФА МАО).	1976-йил
РАТАН-600 радиотелескопнинг курила бошланиши.	1977-йил
Оламнинг «инфляция» кенгайиш назарияси пайдо бўлиши (СССР, АҚШ).	1970–1980-й.й.
Дунёда энг катта рефлектор телескопларининг курила бошланиши (диаметри 8,2 м дан бўлган 4 кўзгули энг катта телескоп) (Чили).	1990–2000-й.й.
2008-йили дунёдаги энг катта экспериментал тезлатгич ҳисобланган «Адронли катта коллайдер (АКК)» нинг ишга туширилиши. У Женева атрофидаги Швецария билан Франция чегараси яқинида ядровий текширишлар Европа кенгаши илмий текшириш марказида очилган. Унинг экспериментал текширишига: «қора туйнуклар» даги физикавий жараёнларнинг бориши, шунингдек Оламдаги «Катта портлаш», «физик сингулярлик» каби назарий гипотезаларни тажриба орқали текшириш ишлари киради. (Лекин баъзи техник сабабларга АКК 2008-йилнинг 19-сентябригача ишлаган. Унинг қайта ишга киритилиши, 2009-йил 15-сентябрдан бошлаган).	2008-йил 10-сентябрь

Космик фазони забт этишдаги муҳим саналар

Дунёда биринчи марта СССР да Ернинг сунъий йўлдошининг учирилиши.	1957-йил 4-октябрь
Ойнинг сиртига СССР герби туширилган вимпелнинг етказилиши («Луна-2»).	1959-й. 14-сентябрь
Ойнинг орқа томонининг фотосуратга олиниши («Луна-3») (63-расмга қаранг).	1959-йил 7-октябрь
Ю. Гагарин бошқарган «Восток» кемасининг Ерни тўлиқ бир марта айланиб чиқиши.	1961-йил 12-апрель
Космосга биринчи аёл кишининг парвоз қилиши (В. Терешкова, Восток-6).	1963-йил (16–19-июнь)
Инсоннинг биринчи бўлиб кемадан очик фазога чиқиши (А.А. Леонов, Восход-2, СССР).	1965-йил 18-март
Яқин масофадан Марс сайёрасининг фото-суратга олиниши («Маринер-4» автоматик сайёралараро станцияси, АҚШ, 64-расмга қаранг).	1965-йил 15-июль
Ойнинг сиртига биринчи бўлиб охиста кўнишининг амалга оширилиши («Луна-9»).	1966-йил 3-февраль
Биринчи марта сайёралараро космик аппаратнинг Венерага етиб бориши (Венера-3).	1966-йил 1-март
Ойнинг биринчи сунъий йўлдошининг учирилиши («Луна-10»).	1966-йил 31-март
Автоматик сайёралараро станцияси биринчи марта Ойни айланиб ўтиб, Ерга қайтиб қўниши («Зонд-5»).	1968-й. 15–21-сентябрь
Ойга биринчи марта одамлар бошқарган экспедициянинг етиб бориши («Аполлон-11» кемаси; Н. Армстронг, Э. Олдрин, М. Коллинз).	1969-йил (16–24 июнь)
Автоматик аппарат ёрдамда Ой тупроғининг биринчи марта Ерга етказилиши («Луна-16»).	1970-й. 12–24-сентябрь



63-расм



64-расм

Ўзи юрадиган «Луноход-1» лаборатория-сининг Ой сиртига етказилиши («Луна-17»).

Венера сайёрасига биринчи марта сайёралараро автоматик аппаратнинг охиста қўндирилиши («Венера-7»).

Узок муддат космосда парвоз қилувчи орбитал станциянинг чиқарилиши («Салют»).

Марс сайёрасига автоматик аппаратнинг охиста қўндирилиши («Марс-3»).

Юпитер сайёрасининг якин масофадан фотосуратга олиниши («Пионер-10» сайёралараро автоматик станцияси, АҚШ).

Меркурий сайёрасининг якин масофадан фотосуратга олиниши («Маринер-10» сайёралараро автоматик станцияси, АҚШ, 65-расмга қаранг).

«Союз» – «Аполлон» программаси бўйича биринчи марта халқаро космик тажрибанинг ўтказилиши.

«Викинг-1» ва «Викинг-2» (АҚШ) сайёралараро автоматик станцияларининг Марс сиртига қўниб, Марс сирти манзарасини, тупроғини текшириб натижаларини (унда ҳеч қандай биологик активлик белгилари топилмаган), Ерга юборилиши (66-расмга қаранг).

Венера сайёрасининг сирти манзарасини телевизион тасвирини биринчи марта Ерга узатилиши (Венера-9, Венера-10 сайёралараро автоматик станциялари).

«Салют-6» – «Союз» биринчи орбитал илмий текшириш комплексини қурилиши.

«Вега-1», «Вега-2» сайёралараро автоматик станцияларининг Галлей кометасига яқинлаши.

1970-йил
17-ноябрь

1970-йил
15-декабрь

1971-йил
19-апрель –
12-октябрь

1971-йил
2-декабрь

1973-йил
3-декабрь

1974-йил
30-март

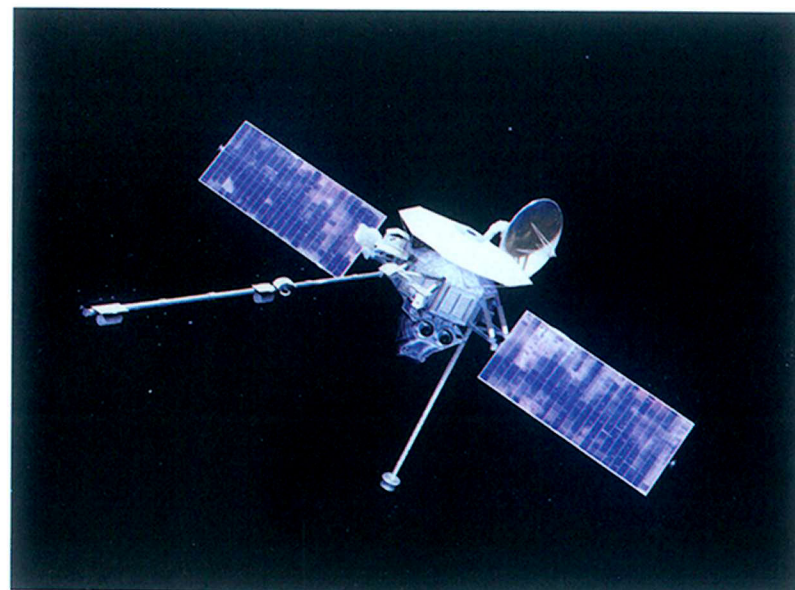
1975-йил
(15–20 июль)

1975-йил
20-август,
9-сентябрь

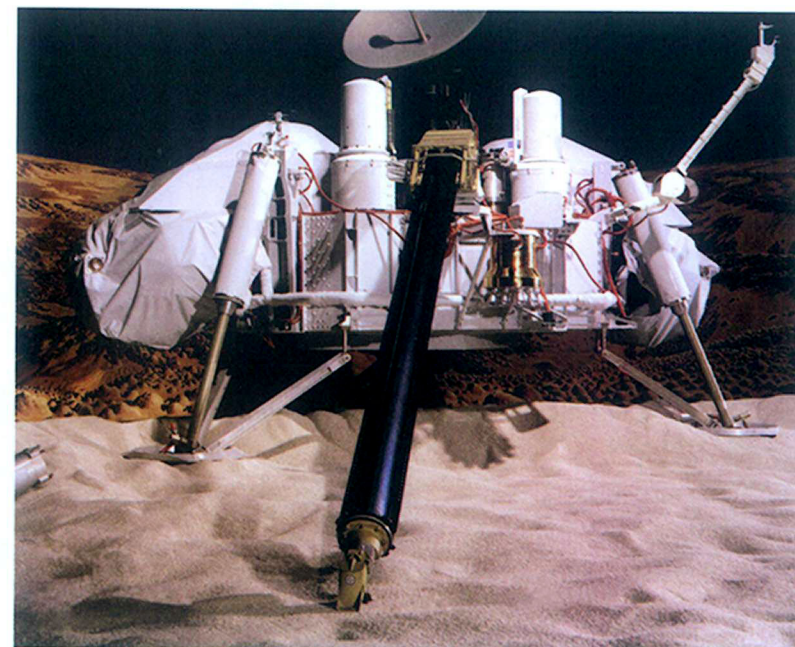
1975-йил
22-октябрь,
25-октябрь

1978-йил
январь

1986-йил
6–9 март



65-расм



66-расм

«Мир» орбитал илмий станциясининг учирлиши (орбитал станцияларининг учинчи авлоди). Бу станция 2001-йил 30-мартга қадар 15 йил давомида муваффақиятли ишлаган. Совет Иттифоқининг бу фаройиб станциясида турли даврларда юздан ортиқ хизматларини ўташган. В.В. Поляков унда узок вақт орбитал учиб бўйича дунё рекордини қўйиб (438 сутка), асосий уч экспедицияга қатнашган (67-расмга қаранг).

Биринчи марта Галлей кометаси ядросининг фотосуратга олиниши («Вега-1»).

1977-йил 20-августда учирилган «Вояджер-2» АҚШ сайёралараро автоматик станцияси 1979-йили июль ойида Юпитерга, 1981-йили август ойида Сатурнга, 1986-йили январь ойида Уранга, 1989-йили август ойида Нептунга яқинлашади; «Вояджер-2» орқали юқоридаги сайёралар, уларнинг йўлдошлари ва халқаларининг фотосуратлари олинган. «Вояджер-2» нинг ҳаракат троекторияси 68-расмда кўрсатилган.

«Хаббл» номли космик телескопни (АҚШ) Ернинг айланиш орбитасига чиқарилиши (69-расм).

Биричи марта астероид сиртининг фотосуратга олиниши (Гаспра, Галилео САС, АҚШ).

Венера сайёраси сиртининг радиолокацион йўл билан суратга олиниши («Магеллан» САС, АҚШ).

Россиянинг элтувчи ракетаси «Протон-К» орқали «Заря» юк ташувчи блок ерга яқин орбитага чиқарилган. (70-расмда) 16 мамлакатнинг иштирокида қурилган орбитал станция – халқаро космик станциясининг қўрилиши.

1986-йил
20-февраль –

2001-йил
16-март

1986-йил
9-март

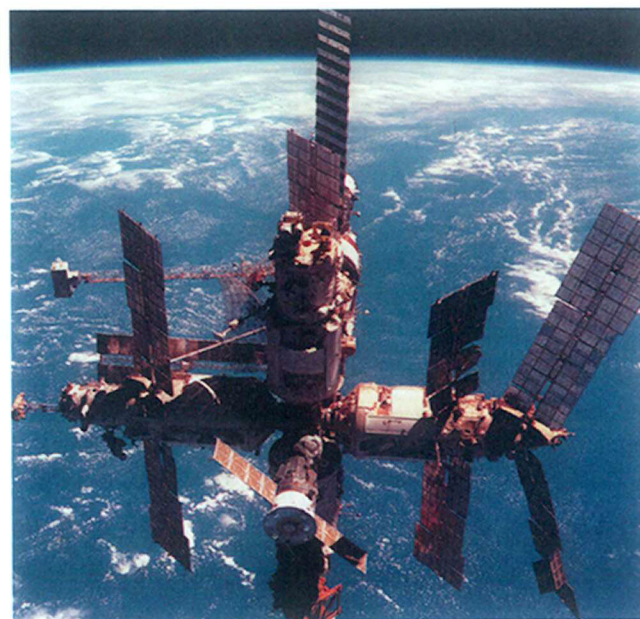
1979–1989-й.й.

1990-йил
25-апрель

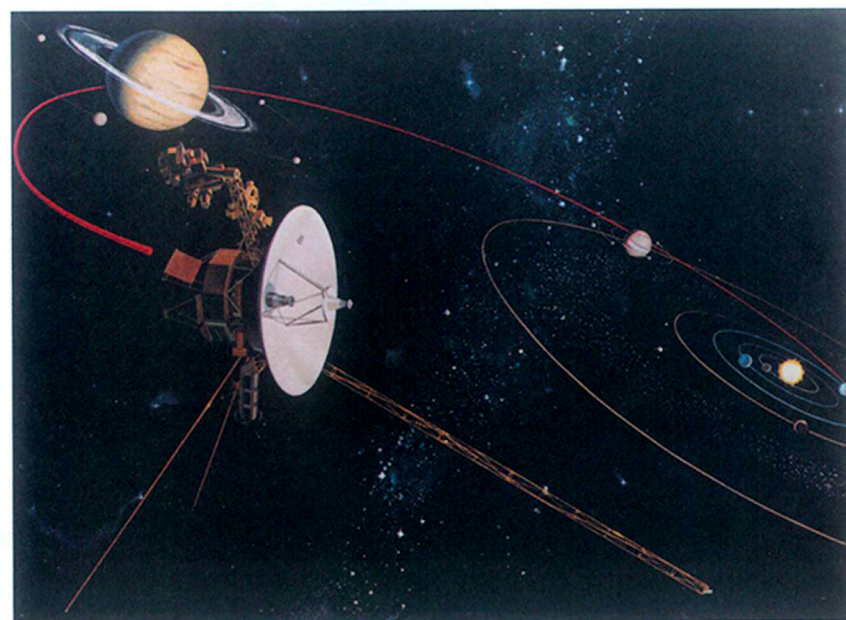
1991-йил
29-октябрь

1990–1994-й.й.

1998-йил
28-ноябрь



67-расм



68-расм

АҚШнинг «Шумайкер» космик кемасининг Эрос астроида сиртига қўниши.

«Новые горизонты» САСни Плутон сайёраси томон учирилиши. У Плутонга 2015-йили яқинлашади.

Куёш табиатини тўлиқ ўрганиш мақсадида «Дельта-2» элтувчи ракетанинг учирилиши (АҚШ). Шундай мақсадда 2006-йили 22-сентябрда Япония «М-V» космик кемасининг орбитага чиқарилиши.

Россиянинг «Союз-5» ва АҚШнинг «Спейс Шаттл» элтувчи ракеталари Халқаро космик станцияга (ХКС)² юк элтиш мақсадида учирилиши.

2001-йил
12-февраль

2006-йил
19-январь

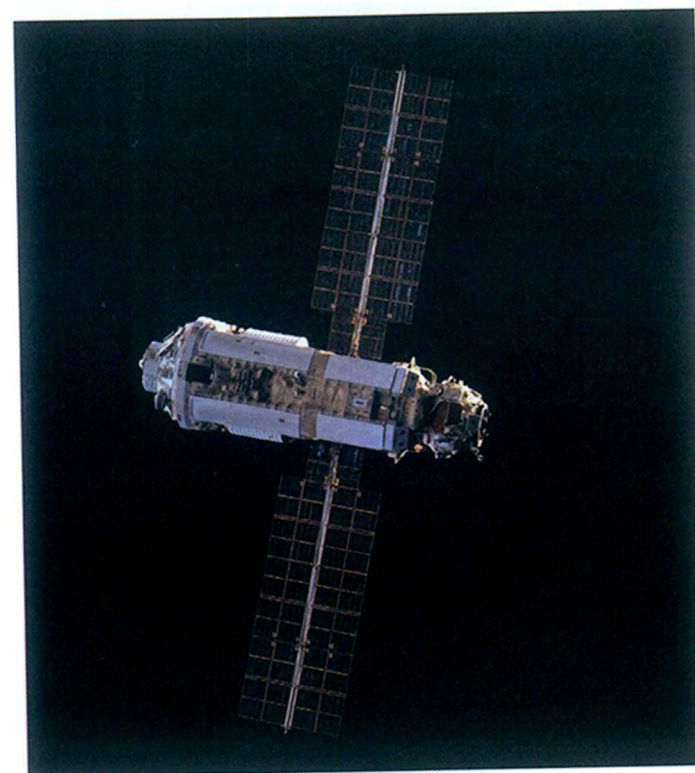
2006-йил
26-октябрь

2007-йил
18-январь,
2007-йил
8-июнь

² 1998-йилнинг ноябрь ойида Ерга яқин орбитага Халқаро космик станция (ХКС) чиқарилган. Уни тўла қурилиб битишига 16 мамлакатнинг олимлари жалб қилинган. ХКС нинг умумий массаси 470 тонна, комплекснинг эни 88,4 м, узунлиги 109 м, учир орбитасининг Ер сиртидан узоклиги 400–500 км. У камида 2014-йилгача ишлаши режалаштирилган.



69-расм



70-расм



Космосни ўзлаштиришда Қирғизистон фарзанди Солижон Шокирович Шариповнинг ҳам катта хиссаси бор!

Солижон Шокирович Шарипов 1964-йили Ўш вилояти Ўзган шаҳрида туғилди. 1982-йил армия хизматида чакарилиб. Приморье ўлкасидаги авиация полкида хизмат қилди. Сўнгра Харьков учувчилар тайёрловчи авиация билим юртига ўқишга кириб, 1987-йили тамомлади. Учувчи сифатида турли самолётларда 950 соат парвоз қилган.

1990-йили Совет космонавтлари сафига танлов асосида қабул қилинади. С.Ш. Шарипов Союз ТМ ва «Мир» орбитал станциялари командири сифатида тўлиқ тайёргарликдан ўтди. С.Ш. Шариповнинг космосга биринчи парвози 1998-йили 22-январь АҚШ да STS-89 «Эндевур» кемасида, 8 сутка 19 соат 46 мин давом этди. «Мир» орбитал станциясига туташтирилди. Иккинчи парвози 2004-йили 14-октябрда Россиянинг «Союз ТМА-S» космик кема командири сифатида 193 сутка давом этди. 2 мартта очик фазога чиқди, 40 дан ортиқ тажрибалар ўтказди. 2005-йилнинг октябрь ойидан 2006-йилнинг май ойигача Ю. А. Гагарин номи космонавтлар тайёрловчи марказнинг, АҚШ нинг Хьюстондаги Жонсон номи космик маркази вакили бўлиб ишлаган.

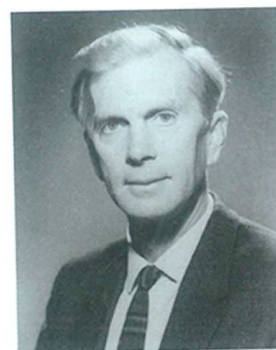
Космик парвоздаги эришган ютуқлари учун С.Ш. Шарипов Россия Федерацияси, Қирғизистон, Ўзбекистон ва Тожикистон ҳукуматининг Олий мукофотларига сазовор бўлган.

Астрономия бўйича Нобель мукофоти совриндорлари

Нобель мукофоти Швециялик инженер-химик Альфред Нобель номи билан берилувчи Халқаро мукофот. Бу мукофот А. Нобельнинг 1995-йили 27-ноябрида ёзган васиятномаси асосида уюштирилган. Бу мукофот дунё бўйича ўта юқори даражадаги кашфиётларга, (физика, химия, физиология ва медицина бўйича) ғоявий йўналишдаги адабий асарларга, шунингдек миллатлараро тинчлик посбонларига берилади.

Дастлабки Нобель мукофоти 1901-йили немис амалиётчи физиги Вильгельм Рентгенга унинг номи билан аталувчи нурларни кашф этганлиги учун берилган. Шундан бери 110 мукофот берилиб, унинг 4-си астрономияга таалукли. Қуйида шу Нобель мукофот астрономияга қандай кашфиётлар учун берилганлигига тўхталиб ўтамыз.

- 1974-йили Нобель мукофотида англиялик **Мартин Райл** билан **Энтони Хьюиш** сазовор бўлган. М. Райл илмий кузатишларни олиб боришда апертурли синтез усулини киритганлиги учун, Э. Хьюиш эса пульсарларни кашф қилишдаги катта хиссаси учун тақдирланган.



Мартин Райл
1918-йили Англияда
туғилган. 1984-йили
вафот этган



Энтони Хьюиш
Англияда туғилган.
1971-йилдан бери
Кембридж университе-
ти профессори

- 1978-йили америкалик олимлар Арно Аллан Пензиас билан Роберт Вудро Вильсонга микротўлқинли реликт радионурланишларини кашф этганликлари учун тақдирланганлар.



Пензиас Арно Аллан
1933-йили АҚШ да
туғилган. АҚШ нинг
миллий фанлар
академияси аъзоси.



Роберт Вильсон
1936-йили АҚШ
да туғилган.
Радиоастрономия
бўйича мутахасис

- 2006-йили америкалик олимлар Жон Мазер билан Жорж Смутлар космик нурланишларнинг энергетик спектрларини изотроп эмаслигини ва қора жисм тузилишида эканлигини тасдиқлаганликлари учун тақдирланганлар.



Жон Мазер 1945-йили
АҚШ да туғилган.
Мериленд штатидаги
космосга учуш
марказининг катта
астрофизиги.



Жорж Смут 1945-йили
АҚШ да туғилган.
Берклидаги Калифорния
университети
профессори

- 2011-йилги Нобель мукофоти ҳам астрономиянинг асосий бўлими бўлган космология бўйича энг муҳим кашфиётга: Оламнинг тезланиш билан кенгайишда эканлигини аниқлаганлиги учун берилди. Бу кашфиётнинг муаллифлари америкалик олимлар Сол Перлмуттер билан Адам Рисс ва австриялик Брайан Шмидтлардир. Муаллифлар томонидан вақт ўтиши билан



Сол Перлмуттер
1959-йили АҚШ да
туғилган. Калифорния
университети
профессори



Адам Рисс 1969-йили
АҚШ да туғилган.
Жонс Хопкинс
университети
профессори



Брайан Шмидт 1947-
йили АҚШ да туғил-
ган. Австралиядаги
миллий университет
қошидаги Маунт-
Стромло обсерватори-
ясининг илмий ходими

Оламнинг тезланиш билан кенгайишда бўлишининг кашф этилиши, уларнинг энг олис галактикадаги юлдузларни синчиковлик билан олиб борган кузатишлари натижасида пайдо бўлган. Оламнинг тезланиш билан кенгайиши унда ҳозиргача номаълум энергияга эга бўлишига боғлиқ деб ҳисобланади. Бироқ, бу энергиянинг пайдо бўлиши ва табиати ҳозиргача жумбоқ бўлиб қолмоқда. Кузатишлар бир неча телескоплар орқали олиб борилган, уларнинг ичида оптик линзалари 3,6 метрли ва 8,2 метрли телескоплардан ҳам фойдаланилган.

Юкорида космосга учирилган ракеталар ва космосга учган космонавтлар хакида айтиб ўтдик. Ўша космик ракеталарнинг айрим эҳтиёт қисмлари бизнинг Бишкек шаҳримиздаги космик бюрода ҳам тайёрланган. Бир неча йиллар давомида бу бюрода 1-тоифадаги конструктор, раҳбар ва бош конструктор бўлиб бизнинг ватандошимиз Бургеев Жолдошбай Асангазиевич ишлаган.



РФ нинг биринчи президенти Б.Н. Ельцин
Ж.А. Бургеевга мукофот топшираётган пайти.
Москва, 1986-йил.

У киши раҳбарлигида учирилган ракеталарга (Восток, Восход, Венера ва бошқа) ўрнатиладиган «Лима-Д» номли эҳтиёт қисм (қурилма) ва «ИСАВ-СЕ» номли спектр-фотометр ясалган. Шунингдек космосни текширишда зарур бўлган бошқа қурилмаларни ҳам тайёрлашда қатнашган. Ж.А. Бургеев раҳбарлигида ясалган космосни текширишда қўлланиладиган қурилмалар тегишли олимлар томонидан юкори баҳоланган. 1986-йили СССР Олий Совети фармони билан Ж. А. Бургеев космосни текширишда қўшган хиссаси учун «Меҳнатдаги муваффақияти учун» медали билан тақдирланган. Шунингдек Халқаро кўргазмалар медаллари ва бошқа мукофотларга сазовар бўлган.

Сайёралар хакида қисқача маълумотлар

Сайёра- ларнинг номлари	Куёштача бўлган ўртача масофаси a , d , ларга	Йилларнинг силерик даври; йили хисоби	Орбитанинг эксцентри- тети	Орбита тезлиги km/c	Ўртача радиуслари km	Айланмиш ўқининг орбита текислигига оқмалиги ($^\circ$) да	Айланмиш даврлари	Ўртача зичликлари $10^3 kg/m^3$	Массаси, Ер массасига нисбатан $M_{\oplus} = 1$; $M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24} kg$	Эркин тушиб тезланиши, m/c^2	Йўлловларнинг сонини	Атмосфералари
Меркурий	0,39	0,24	0,206	47,9	2440	89	$58,7^\circ$	5,5	0,06	—	—	Сийрак
Венера	0,72	0,61	0,007	35,0	6050	$-86,6$	$243,1^\circ$	5,2	0,82	9,8	—	Ўта зич
Ер	1,00	1,00	0,017	29,8	6371	66,5	$23^\circ 56' 4''$	5,5	1,0	3,7	1	Зич
Марс	1,52	1,88	0,093	24,1	3397	65,5	$24^\circ 37' 22''$	3,9	0,11	25,8	2	Суюк
Юпитер	5,20	11,86	0,048	13,1	69900	87	$9^\circ 50''$	1,3	3,18	11,3	63	Ўта зич
Сатурн	9,54	29,46	0,054	9,6	58000	63,5	$10^\circ 14''$	0,7	95,2	9,0	47	$\wedge$
Уран	19,19	84,02	0,046	6,8	25400	—8	$10^\circ 49''$	1,4	14,6	11,6	27	$\wedge$
Нептун	30,07	164,78	0,008	5,4	24300	61	$15^\circ 48''$	1,6	17,2	—	13	$\wedge$
Плутон	39,52	247,7	0,253	4,7	1140	≈ 15	$6,4^\circ$	2,0	0,002	—	3	$\wedge$

МУНДАРИЖА

Бош сўз	3
Астрономияда қўлланилган асосий кискартмалар	4
Кириш сўз.....	5

I БОБ. АСТРОНОМИЯНИНГ АМАЛИЙ АСОСИ

1-§. Юлдузли осмон. Юлдузлар туркуми. Асосий юлдузлар туркуми	10
2-§. Юлдузлар харитаси.....	12
3-§. Ёритгичларнинг кўринма ҳаракати. Бир сутка давомида осмоннинг кўринишини ўзгариши.....	14
4-§. Осмон сфераси ва унинг айланиши.....	16
5-§. Осмон координатаси. Ёритгичларнинг кульминацияси	18
6-§. Қуёшнинг бир йиллик кўринма ҳаракати (эклиптика) ва юлдузли осмон кўринишининг ўзгариши.....	21
7-§. Вактни ҳисоблаш. Вактни географик узунлик билан боғланиши	23
8-§. Календарлар. Йилларни ҳисоблашга оид тушунчалар	26

II БОБ. АСТРОНОМИК КУЗАТИШЛАР

9-§. Астрономик кузатишлар	30
10-§. Астрономик кузатишларнинг аҳамияти.....	31
11-§. Астрономик кузатишларнинг хусусиятлари	32
12-§. Кузатишга доир кўрсатмалар	34
13-§. Осмон жисмлари ва ҳодисаларини қуролланмаган кўз орқали кузатиш	35
14-§. Телескоплар.....	37

III БОБ. ҚУЁШ СИСТЕМАСИ

15-§. Қуёш системаси ҳақида умумий маълумот.....	41
16-§. Қадимги астрономия. Оламнинг геоцентрик системаси	44
17-§. Оламнинг гелиоцентрик системаси ва унинг шаклланиши.....	46
18-§. Сайёраларнинг ҳаракати ва конфигурацияси.....	48
19-§. Сайёраларнинг юлдуз (сидерик) ва синодик даврлари	50
20-§. Кеплер қонунлари	52
21-§. Қуёш системасидаги осмон жисмларига бўлган масофаларни ва уларнинг ўлчамларини аниқлаш.....	55

IV БОБ. ҚУЁШ СИСТЕМАСИДАГИ ЖИСМЛАРНИНГ ФИЗИК ТАБИАТИ

22-§. Ернинг ҳаракати ва шакли	59
23-§. Ой ҳақида тушунча (физик шароитлар, Ойнинг сирти).....	63
24-§. Ой фазалари	65

25-§. Қуёш ва Ой тутилишлари	67
26-§. Ойнинг тупроғи	69
27-§. Ер типидagi сайёраларнинг умумий характеристикаси ва атмосфералари.....	71
28-§. Ер типидagi сайёраларнинг ташки кўриниши.....	76
29-§. Улкан (гигант) сайёралар, уларнинг характеристикалари ва ўзгачаликлари.....	79
30-§. Сайёраларнинг йўлдошлари ва халқалари.....	80
31-§. Астероидлар (кичик сайёралар), метеоритлар ва кометалар (думли юлдузлар).....	83

V БОБ. ҚУЁШ ВА ЮЛДУЗЛАР

32-§. Қуёш ҳақида умумий маълумот	89
33-§. Қуёш сиртининг телескопда кўриниши.....	91
34-§. Қуёшнинг катталиги, массаси ва ёруғлиги.....	93
35-§. Қуёш доимийси	95
36-§. Қуёшнинг химиявий таркиби ва ҳарорати	96
37-§. Қуёш атмосфераси (фотосфера, хромосфера, Қуёш тожи ва Қуёш активлиги).....	98
38-§. Қуёш энергияси ва ички тузилиши	104
39-§. Қуёшнинг Ер шарига таъсири.....	107
40-§. Юлдузлар ҳақида тушунча	109
41-§. Йиллик параллакс. Юлдузларгача бўлган масофани аниқлаш	112
42-§. Кўринма ва абсолют юлдуз катталиклари	116
43-§. Юлдузларнинг физик табиати	118
44-§. Оқ митти, нейтрон юлдузи ва қора туйнуклар.....	119
45-§. Юлдузларнинг ички тузилиши ва энергия манбалари	124
46-§. Юлдузларнинг ранги ва ҳарорати	126
47-§. Юлдузларнинг массаси ва ўртача зичлиги.....	127

VI БОБ. ОЛАМНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ЭВОЛЮЦИЯСИ

48-§. Олам тузилиши ва эволюциясига қисқача тушунча	130
49-§. Бизнинг Галактика.....	133
50-§. Юлдуз тўдалари. Сомон йўли	135
51-§. Галактиканинг тузилиши ва туманликлар	138
52-§. Космик нурлар ва магнит майдони.....	140
53-§. Галактикадаги юлдузлараро газ ва чанглар	141
54-§. Галактиканинг тузилиши ва унинг айланиши	142
55-§. Галактикадаги юлдузларнинг хусусий ҳаракати	144
56-§. Галактикадаги радионурланишлар	147
57-§. Бошқа Галактикалар ва уларни кашф этилиши.....	148

58-§. Галактикаларгача бўлган масофаларни ва уларнинг массаларини аниқлаш.....	151
59-§. Метагалактика ва унинг кенгайиши.....	154
60-§. «Қайноқ Олам» ҳақидаги илмий тахминлар.....	155
61-§. Оламнинг космологик модели.....	158
62-§. Ер ва Қуёш системасидаги бошқа жисмларнинг ёши.....	160
63-§. Сайёраларнинг пайдо бўлиши ҳақида ҳозирги тушунчалар.....	161
VII боб. ОЛАМ МОДДАЛАРИ ҲАҚИДА ҚИСҚАЧА ТУШУНЧА	
64-§. А. Эйнштейннинг нисбийлик назарияси.....	163
65-§. А. Эйнштейн модели.....	165
66-§. Де Ситтер модели.....	166
67-§. А. Фридманнинг модели.....	167
68-§. Кенгаювчи Олам.....	168
69-§. Кўринмас масса.....	171
Масалалар.....	173
Машқлар.....	179
Иловалар.....	181

1-расм	http://mirkosmosa.ru/download/content/201504/image_5520cea58cb887.62002603.jpg
11-расм	http://images.bankoboev.ru/big/bankoboev.ru-sputnikovye_radary-212138.jpg
21-расм	http://cs633222.vk.me/v6332221725e10/uw4re5KS3Cg.jpg
22-расм	http://sciencynews.com/wp-content/uploads/2013/10/moonshot.jpg
23-расм	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Lunar_crater_Daedalus.jpg
24-расм	http://www.krugosvet.ru/images/1002092_0550_003.jpg
28-расм	http://i2.cdn.turner.com/cnnnext/dam/assets/160207003524-harrison-schmitt-walks-on-the-moon-exlarge-169.jpg
29-расм	https://erc.europa.eu/sites/default/files/content/success_stories/earth.jpg
30-расм	http://www.galaxyphoto.com/high_res/Yankee_RCX_moon.jpg
31-расм	http://mostinfo.su/most/Venus-planeta.jpg
32-расм	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b2/Mars_duststorm.jpg
33-расм	http://bm.img.com.ua/berlin/storage/orig/3/4f/6316fc3849eb550bcb3590a8fa20e4f3.jpg
34-расм	http://nhsjs.com/wp-content/themes/Yen/timthumb.php?src=http://nhsjs.com/wp-content/uploads/2009/12/tumblr_m5a3c287mn1r4itgfo6_r1_1280-1024x640.jpg&w=580&z=1
35-расм	http://astroinformer.com/c107_plugins/my_gallery/image.php?file=Gallery/pictures/meteorite/tv_hoba.jpg
36-расм	http://ruskievesti.ru/assets/images/2016-01-167575784496868759-3.jpg
37-расм	http://ru.convdocs.org/pars_docs/refs/37/36895/36895_html_m4c81f9db.jpg
39-расм	http://radikal.ru/lfp/s39.radikal.ru/i086/1003/f3/07163729a2c0.jpg/htm
40-расм	http://cdn.biguniverse.ru/media/2013/07/11-470x474.jpg
42-расм	http://orig06.deviantart.net/c102/f/2012/340/d/1/the_structure_of_the_sun_by_vitazheltiyakov-d5n8p99.jpg
43-расм	https://pp.vk.me/c622827/v622827605/1afcf/vUADwBHQjRs.jpg
44-расм	http://fotorelax.ru/wp-content/uploads/2016/03/Solar-Eclipse-2016-01.jpg
45-расм	http://drobs.ru/kartinki/solnce_nachalo_zhizn_konec_smert_aktivnost_protuberancy_pyatna_korona
46-расм	http://www.pereplet.ru/pops/suridin/ecl/che_ecl.jpg
51-расм	https://cdn.eso.org/images/thumb700x/eso1302a.jpg
52-расм	http://img-fotki.yandex.ru/get/6412/64843573.155/0_91401_1f3e52a5_orig.jpg
53-расм	http://www.look.com.ua/pic/201209/2560x1440/look.com.ua-3699.jpg
54-расм	http://www.nix.ru/art/pic/web_news/2009/feb/pb1234187236.jpg
55-расм	http://www.nat-geo.ru/universe/812792-10-samykh-udivitelnykh-tumannostey/
56-расм	http://www.galaxy.vinnica.ua/bilyk/Image16.gif
60-расм	https://lenta.co/images/a/16/cb/575f049ceca77.jpg
61-расм	https://lenta.co/images/a/52/b1/575f0494ab0ce.jpg
62-расм	https://lenta.co/images/a/20/fc/575f04975fb7c.jpg
63-расм	http://100-faktov.ru/wp-content/uploads/2014/11/ebdb1f04ae1a63bbe80a.jpg
64-расм	http://www.geet.ru/astronomy/image/mars/nssdc_vol_mg07s078.jpg
65-расм	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/Mariner_10.jpg
66-расм	http://smartblog.kz/wp-content/uploads/2016/04/06-2.jpg
67-расм	http://ruscosmos.narod.ru/KA/glavnaia/MIR/Oksmir/Mir12June1998.jpg
68-расм	http://сезоны-рода.рф/sites/default/files/Voyager-2_1.jpg
69-расм	http://img.joinfo.ua/i/2016/02/56d43dd4e222a_2(1667).jpg
70-расм	http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/90/Zarya_from_STS-88.jpg
Николай Коперник	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/28/Copernicus.jpg?uselang=ru
Иоганн Кеплер	http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/74/Johannes_Kepler_1610.jpg
А. А. Белопольский	http://v-kosmose.net/wp-content/uploads/2015/09/BelopolskiyAA-before_1933.jpg
А. А. Боруаев	http://www.gezitter.org/files/media/21/21195.jpg
Я. Б. Зельдович	http://elementy.ru/images/eltpub/yakov_borisovich_zeldovich_768.jpg
А. А. Фридман	http://xn---7sbbazuatxpyidedi7gqh.xn--p1ai/i/anomalia/Parallel/10.jpg
Мартин Райл	http://www.nndb.com/people/889/000099592/martin-ryle-1-sized.jpg
Энтони Хьюиш	http://astro-era.narod.ru/img/astronomy/hewish.jpg
Пензиас Арно Аллан	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Penzias.jpg
Роберт Вильсон	http://physics.bsu.by/sites/all/other/astronomy/images/Robert%20Wilson.jpg
Жон Мазер	http://www.eduspb.com/public/img/biography/m/mather.jpg
Жорж Смут	http://group-global.org/files/43/3d147b3715b8832ca67661ae4ce1/89.png
Сол Перлмуттер	http://www.nyjewishimprints.info/P/Perlmutter.jpg
Адам Рисс	http://nuclphys.sinp.msu.ru/persons/images/riess_adam.jpg
Брайан Шмидт	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d0/Brian_Schmidt.jpg/640px-Brian_Schmidt.jpg

Қўлланилган дарслик ҳақида маълумот

№	Ўқувчининг исми, фамилияси	Ўқув йили	Китобнинг ахволи	
			йил бошида	йил охирида
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Оқуу басылмасы

Ө. Шаршекеев

АСТРОНОМИЯ

Жалпы билим берүү мектептердин 11-классе үчүн оқуу китеби

Ўқув нацири

О. Шаршекеев

АСТРОНОМИЯ

Умумтаълим мактабларининг 11-синф учун дарслик

Бош мухаррир А. Ўринбоев

Техник мухаррир М. Ахмедов

Мусаххих М. Амурханова

Саҳифаловчи Н. Зиядинова, М. Болтабоева

Теришга 23.08.2016 рухсат берилди. Босишга 23.08.2016 имзо чекилди.

Офсет коғоз №1. Формат 60x90 1/16. «Таймс» гарнитураси.

Шартли босма тобоғи 13 вкл. тет.

Адади 5200 нусха.

ОсОО «V.R.S. Company» босмахонасида чоп этилди.

Киргиз Республикаси, Бишкек ш., Кулатов кўч., 8/1

e-mail: vrs-co@mail.ru