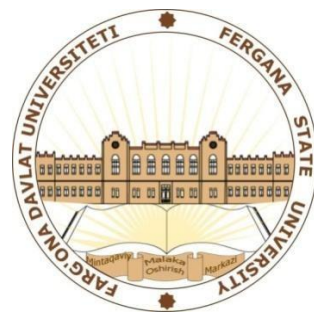




ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ



**“Коинот структураси ва эволюцияси,
материянинг янги формалари”**

**МОДУЛИ БЎЙИЧА
ЎҚУВ –УСЛУБИЙ МАЖМУА**

Ф.-м.ф.д., проф. К.Э.Онаркулов

2021

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди ва ФарДУ Илмий кенгашининг 2020 йил «28» декабрдаги 2-сонли қарори билан тасдиқланган.

Тузувчи:

Ф.-м.ф.д., проф.
К.Э.Онаркулов

Тақризчи:

Ф.-м.ф.д. проф.
Расулов Р.Я.

МУНДАРИЖА

Ишчи дастур	5
Модулни ўқитишда фойдаланадиган интерфаол таълим методлари	11
Назарий машғулот материаллари	17
Амалий машғулот материаллари	100
Кейслар банки	101
Мустақил таълим мавзулари	102
Глоссарий	103
Адабиётлар рўйхати	116

ИШЧИ ДАСТУР

Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонлари ҳамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорларида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Дастур доирасида берилаётган мавзулар таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлигига қўйиладиган умумий малака талаблари ва ўқув режалари асосида шакллантирилган бўлиб, унинг мазмуни кредит модул тизими ва ўқув жараёнини ташкил этиш, илмий ва инновацион фаолиятни ривожлантириш, педагогнинг касбий профессионаллигини ошириш, таълим жараёнига рақамли технологияларни жорий этиш, махсус мақсадларга йўналтирилган инглиз тили, мутахассислик фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг креатив компетентлигини ривожлантириш, таълим жараёнларини рақамли технологиялар асосида индивидуаллаштириш, масофавий таълим хизматларини ривожлантириш, вебинар, онлайн, «blended learning», «flipped classroom» технологияларини амалиётга кенг қўллаш бўйича тегишли билим, кўникма, малака ва компетенцияларни ривожлантиришга йўналтирилган.

Қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишининг ўзига хос хусусиятлари ҳамда долзарб масалаларидан келиб чиққан ҳолда дастурда тингловчиларнинг мутахассислик фанлар доирасидаги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларига қўйиладиган талаблар такомиллаштирилиши мумкин.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

Модулининг мақсади: педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш курси тингловчиларини “Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари” соҳасидаги сўнгги янгиликлар, замонавий экспериментал технологиялар ва хорижий адабиётлардаги маълумотларни ўртоқлашиш, бу борадаги муаммоларни аниқлаш, таҳлил этиш ва баҳолаш. Шунингдек уларда илғор тажрибаларни ўрганиш ва амалда қўллаш кўникма ва малакаларини шакллантириш.

Модулнинг вазифалари:

- Тингловчиларга таълим-тарбия масалалари бўйича илғор таълим технологияларининг концептуал асослари, келиб чиқиш тарихи тўғрисида маълумотлар бериш, замонавий модулли технологиялардан фойдаланиб тингловчиларни мазкур йўналишда малакасини оширишга кўмаклашиш;
- Таълим-тарбия жараёнида модулли янгиликларни қўллашнинг афзалликларини ёритиш ва тингловчиларда улардан фойдаланиш маҳоратини шакллантириш;
- Юксак малакали мутахассис кадрлар тайёрлаш борасидаги ислохотларни амалга ошириш жараёнида жаҳоннинг илғор тажрибасини ўрганиш ва улардан самарали фойдаланиш маҳоратини ошириш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар

“Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари соҳасидаги асосий янгиликлар ва замонавий адабиётлардаги янгиликлар;
- сўнгги йиллардаги аниқланган қонуниятлар, кашфиётлар ва тамойиллар;
- ҳозирги замон эксперимент ва кузатувлардан самарали фойдаланиш *ҳақида билимларга эга бўлиши;*

Тингловчи:

- педагогик фаолият жараёнини модуллаштириш;
- назорат жараёнини тез ва самарали ўткази олиш;
- назоратнинг турли шаклларида самарали фойдаланиш;
- интерактив методларни мақсадли равишда тўғри танлаш ва фойдаланиш *кўникмаларини эгаллаши;*

Тингловчи:

- “Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари” ўқув курсининг модулини тузиш;
- модулини структуралаштириш;
- талабаларнинг мустақил амалий фаолиятини ташкил этиш;
- талабалар билимининг назоратини ташкил этиш ва эришилган натижаларини таҳлил этиш;
- интерактив методлардан фойдаланиш *малакаларини эгаллаши*;

Тингловчи:

- ўз соҳасига оид ахборотни мантиқий блокларга ажратиш ва аниқ, раво хамда тушунарли равишда баён этиш;
- модулли ёндашув асосида ўқув жараёнини ташкил этиш;
- тажриба технологияларига ёндашув асосида таълим ва тарбия жараёнини бошқариш;
- коммуникативликни ва мустақил фаолиятни ташкил этиш юзасидан *компетенцияларни эгаллаши лозим*.

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари” модули маъруза, ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан фойдаланиш;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий хужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш;

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Коинот структураси ва эволюцияси, материянинг янги формалари” модули мазмуни ўқув режадаги “Назарий физика” “Нанофизика асослари”, “Квант алоқа. Физик жараёнларни компьютерда моделлаштириш” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг таълим жараёнида нанофизика асослари дан фойдаланиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчиларнинг мутахассислик фанлари бўйича замонавий фан янгиликларини билан танишадилар ва улардан таълим жараёнини ташкил этишда фойдаланадилар, технологик ёндашув асосларини ва бу борадаги илғор тажрибани ўрганадилар, уларни

таҳлил этиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимоти

№	Модуль мавзулари	Аудитория укув юкламаси			
		Жами	жумладан		
			Назарий	Амалий машғуло	Кўчма машғуло
1.	Коинот тўғрисидаги тасаввурлар пайдо бўлиши ва ривожланиши. Замонавий космология ҳақида қисқача маълумот. Катта портлаш ва инфляция. Оламнинг ривожланишидаги ҳал қилувчи босқичлар, элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметрияси.	4	2	2	
2.	Бирламчи ядровий реакциялар ҳамда дастлабки нуклеосинтез ва энгил элементларининг тарқалиши. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши ва эволюцияси.	4	2	2	
3	Замонавий релятивистик космологияда материянинг янги формалари: қоронғи материя ва қоронғи энергия.	2	2		
4	Хозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши. Ўта янги юлдузлар.	4	2	2	
5	Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши. Ядровий геохронология.	6	2	2	2
6	Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси. Нейтрон юлдузлар. Квазарлар. Замонавий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси. Астрономияда гравитацион тўлқинлар.	4	2		2
7	Қора ўралар ва нейтрон юлдузларнинг тўқнашуви натижасида ҳосил бўлган	2	2		

гравитацион тўлқинларни қайд қилиш ва уларнинг манбалари. Галактика марказидаги ўта массив қора ўралар. Айланувчи қора ўралар атрофида оптик ва энергетик жараёнлар.				
Жами:	26	14	8	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Коинот тўғрисидаги тасаввурлар пайдо бўлиши ва ривожланиши. Замонавий космология ҳақида қисқача маълумот. Катта портлаш ва инфляция. Оламнинг ривожланишидаги ҳал қилувчи босқичлар, элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметрияси. (2 соат).

- 1.1. Коинот тўғрисидаги тасаввурлар пайдо бўлиши ва ривожланиши.
- 1.2. Замонавий космология ҳақида қисқача маълумот. Катта портлаш ва инфляция.
- 1.3. Катта портлаш ва инфляция.
- 1.4. Оламнинг ривожланишидаги ҳал қилувчи босқичлар, элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметрияси.

2-мавзу. Бирламчи ядровий реакциялар ҳамда дастлабки нуклеосинтез ва энгил элементларининг тарқалиши. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши ва эволюцияси. (2 соат).

- 2.1. Бирламчи ядровий реакциялар ҳамда дастлабки нуклеосинтез ва энгил элементларининг тарқалиши.
- 2.2. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши ва эволюцияси.

3-мавзу. Замонавий релятивистик космологияда материянинг янги формалари: қоронғи материя ва қоронғи энергия. (2 соат).

- 3.1. Замонавий релятивистик космологияда материянинг янги формалари
- 3.2. қоронғи материя ва қоронғи энергия.

4-мавзу. Ҳозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши. Ўта янги юлдузлар. (2 соат).

- 4.1. Ҳозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши.

4.2. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши.

4.3. Ўта янги юлдузлар.

5-мавзу. Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши. Ядровий геохронология. (2 соат).

5.1. Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши.

5.2. Ядровий геохронология.

6-мавзу. Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси. Нейтрон юлдузлар. Квазарлар. Замонавий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси. Астрономияда гравитацион тўлқинлар. (2 соат).

6.1. Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси.

6.2. Нейтрон юлдузлар. Квазарлар.

6.3. Замонавий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси.

6.4. Астрономияда гравитацион тўлқинлар.

7-мавзу. Қора ўралар ва нейтрон юлдузларнинг тўқнашуви натижасида ҳосил бўлган гравитацион тўлқинларни қайд қилиш ва уларнинг манбалари. Галактика марказидаги ўта массив қора ўралар. Айланувчи қора ўралар атрофида оптик ва энергетик жараёнлар. (2 соат).

7.1 Қора ўралар ва нейтрон юлдузларнинг тўқнашуви натижасида ҳосил бўлган гравитацион тўлқинларни қайд қилиш ва уларнинг манбалари.

7.2. Галактика марказидаги ўта массив қора ўралар

7.3. Айланувчи қора ўралар атрофида оптик ва энергетик жараёнлар.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);
- давра суҳбатлари (кўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи.

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айти пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантикий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда ўқувчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

Методни амалга ошириш тартиби:



тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 4-5 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материалларни



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади;



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу

Намуна:

Юқори энергияли зарралар ва уларнинг қўлланиши					
фанда		техникада		Бошқа соҳаларда	
афзаллиги	камчилиги	Афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги
Хулоса:					

“Кейс-стади” методи.

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ходиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ходисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари.

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўлларини ишлаб чиқиш	✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўлларини ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
4-босқич: Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспектларини ёритиш

Кейс. Қуёш батареялари ва шамол агрегатлари ноънанавий энергия манбаси сифатида қўлланилади. Амалиётда кўпроқ уларнинг қайси биридан фойдаланиш қулайроқ?

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Келтирилган усулларнинг камчиликлари ва уларнинг сабабларини аниқланг(индивидуал ва кичик гуруҳда);
- Ҳар бир усулни афзалликлари ҳақидаги маълумотларни жамлаб изоҳланг(жуфтликдаги иш);

«ФСМУ» методи

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустаҳкамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;

- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:

Ф	• фикрингизни баён этинг
С	• фикрингизни баёнига сабаб кўрсатинг
М	• кўрсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
У	• фикрингизни умумлаштиринг

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.

Намуна.

Фикр: “Оламнинг пайдо бўлиши ҳақидаги тасаввурлар”.

Топширик: Мазкур фикрга нисбатан муносабатингизни ФСМУ орқали таҳлил қилинг.

“Ассесмент” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод таълим олувчиларнинг билим даражасини баҳолаш, назорат қилиш, ўзлаштириш кўрсаткичи ва амалий кўникмаларини текширишга йўналтирилган. Мазкур техника орқали таълим олувчиларнинг билиш фаолияти турли йўналишлар (тест, амалий кўникмалар, муаммоли вазиятлар машқи, қиёсий таҳлил, симптомларни аниқлаш) бўйича ташҳис қилинади ва баҳоланади.

Методни амалга ошириш тартиби:

“Ассесмент” лардан маъруза машғулотларида тингловчиларнинг мавжуд билим даражасини ўрганишда, янги маълумотларни баён қилишда, семинар, амалий машғулотларда эса мавзу ёки маълумотларни ўзлаштириш даражасини баҳолаш, шунингдек, ўз-ўзини баҳолаш мақсадида индивидуал шаклда фойдаланиш тавсия этилади. Шунингдек, ўқитувчининг ижодий ёндашуви ҳамда ўқув мақсадларидан келиб чиқиб, ассесментга қўшимча топшириқларни киритиш мумкин.

Намуна. Ҳар бир катакдаги тўғри жавоб 5 балл ёки 1-5 балгача баҳоланиши мумкин.

“Инсерт” методи

Методнинг мақсади: Мазкур метод тингловчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билмларни ўзлаштирилишини енгиллаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод тингловчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методни амалга ошириш тартиби:

➤ ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпут-матнни тарқатма ёки тақдимот кўринишида тайёрлайди;

➤ янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намойиш этилади;

➤ таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар. Матн билан ишлашда талабалар ёки қатнашчиларга қуйидаги махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади:

Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“V” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“–” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

Белгиланган вақт якунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод тингловчилар ёки қатнашчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича дастлабки билимлар даражасини ташхис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қондалари билан таништирилади;
- тингловчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- тингловчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тўғри ва тўлиқ изоҳини ўқиб эшиттиради ёки слайд орқали намоиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан ўзининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

Намуна: “Модулдаги таянч тушунчалар таҳлили”

Тушунчалар	Сизнингча бу тушунча қандай маънони англатади?	Қўшимча маълумот
Ўта ўтказгич	Қаршилиги нолга тенг бўлган материал	
нанотехнология	Метрнинг миллиарддан бир қисмига тенг бўлган ўлчамдаги жараёнлар билан иш кўрувчи технологик жараёнлар	
Инфрақизил нурланишлар	Тўлқин узунлиги 0,76 мкмдан узун бўлган электромагнит тўлқинлар.	
галактика	Кўзимизга кўринадиган осмон юлдузлари мажмуи.	

Изоҳ: Иккинчи устунчага қатнашчилар томонидан фикр билдирилади. Мазкур тушунчалар ҳақида қўшимча маълумот глоссарийда келтирилган.

Венн Диаграммаси методи

Методнинг мақсади: Бу метод график тасвир орқали ўқитишни ташкил этиш шакли бўлиб, у иккита ўзаро кесишган айлана тасвири орқали ифодаланади. Мазкур метод турли тушунчалар, асослар, тасавурларнинг анализ ва синтезини икки аспект орқали кўриб чиқиш, уларнинг умумий ва фарқловчи жиҳатларини аниқлаш, таққослаш имконини беради.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар икки кишидан иборат жуфтликларга бирлаштириладилар ва уларга кўриб чиқиладиган тушунча ёки асоснинг ўзига хос, фарқли жиҳатларини (ёки акси) доиралар ичига ёзиб чиқиш таклиф этилади;

- навбатдаги босқичда иштирокчилар тўрт кишидан иборат кичик гуруҳларга бирлаштирилади ва ҳар бир жуфтлик ўз таҳлили билан гуруҳ аъзоларини таништирадилар;

- жуфтликларнинг таҳлили эшитилгач, улар биргалашиб, кўриб чиқиладиган муаммо ёхуд тушунчаларнинг умумий жиҳатларини (ёки фарқли) излаб топадилар, умумлаштирадилар ва доирачаларнинг кесишган қисмига ёзадилар.

Намуна: физика ва астрономия фанидаги замонавий ёндашувлар ва инновациялар тушунчаси ва унинг тарихи. Фан сифатида ривожланиши



“Брифинг” методи

“Брифинг”- (инг. briefing-қиска) бирор-бир масала ёки саволнинг муҳокамасига бағишланган қиска пресс-конференция.

Ўтказиш босқичлари:

1. Тақдимот қисми.
2. Муҳокама жараёни (савол-жавоблар асосида).

Брифинглардан тренинг яқунларини таҳлил қилишда фойдаланиш мумкин. Шунингдек, амалий ўйинларнинг бир шакли сифатида қатнашчилар билан бирга долзарб мавзу ёки муаммо муҳокамасига бағишланган брифинглар ташкил этиш мумкин бўлади. Тингловчилар томонидан олимборилган тажрибалар натижаларини тақдимотини ўтказишда ҳам фойдаланиш мумкин.

“Портфолио” методи

“Портфолио” – (итал. portfolio-портфель, ингл.хужжатлар учун папка) таълимий ва касбий фаолият натижаларини аутентик баҳолашга хизмат қилувчи замонавий таълим технологияларидан ҳисобланади. Портфолио мутахассиснинг сараланган ўқув-методик ишлари, касбий ютуқлари йиғиндиси сифатида акс этади. Жумладан, тингловчиларнинг модул юзасидан ўзлаштириш натижасини электрон портфолиолар орқали текшириш мумкин бўлади. Олий таълим муассасаларида портфолионинг куйидаги турлари мавжуд:

Фаолият тури	Иш шакли	
	Индивидуал	Гуруҳий
Таълимий фаолият	Талабалар портфолиоси, битирувчи, докторант, тингловчи портфолиоси ва бошқ.	Талабалар гуруҳи, тингловчилар гуруҳи портфолиоси ва бошқ.
Педагогик фаолият	Ўқитувчи портфолиоси, раҳбар ходим портфолиоси	Кафедра, факультет, марказ, ОТМ портфолиоси ва бошқ.

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу:

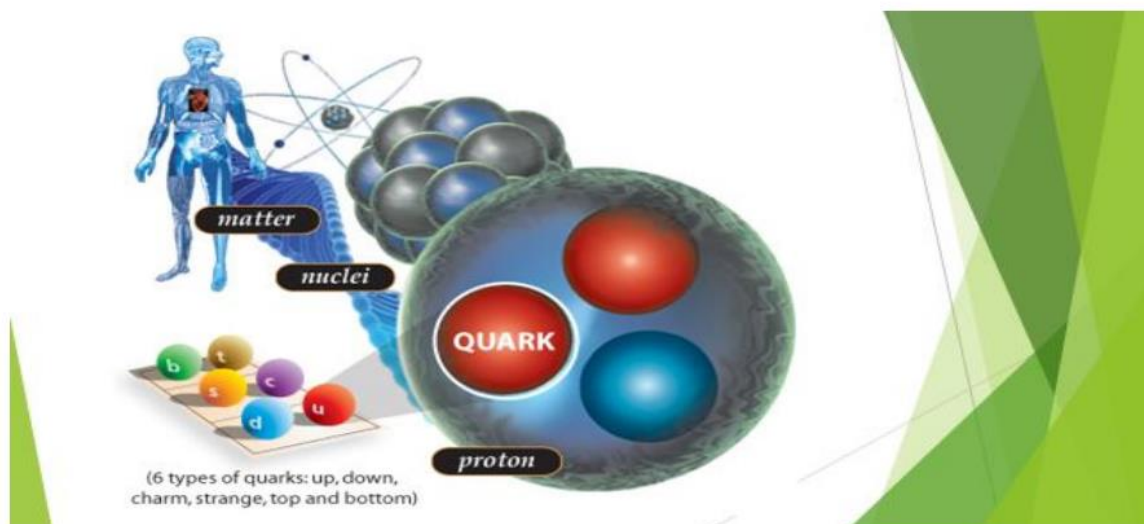
Коинот тўғрисидаги тасаввурлар пайдо бўлиши ва ривожланиши. Замонавий космология ҳақида қисқача маълумот. Катта портлаш ва инфляция. Оламнинг ривожланишидаги ҳал қилувчи босқичлар, элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметрияси.

РЕЖА:

1. Коинот тўғрисидаги тасаввурлар пайдо бўлиши ва ривожланиши.
2. Замонавий космология ҳақида қисқача маълумот. Катта портлаш ва инфляция.
3. Катта портлаш ва инфляция.
4. Оламнинг ривожланишидаги ҳал қилувчи босқичлар, элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметрияси.

Таянч иборалар: Коинот, космология, астрофизика, коинот, элементар зарралар.

Инсонни доимо икки савол қизиқтириб келган: 1) моддалар ва одамнинг ўзи қандай элементар заррачалардан ташкил топгани ҳамда 2) Коинотнинг тузилиши ва эволюцияси. Ўзининг билимини кенгайтириш доирасида инсон иккита қарама-қарши йўналишларда фикр юритган: 1) куйи йўналишда ҳаракатланиб (молекула – атом – ядро – протонлар, нейтронлар – кварклар) инсон кичик масофалардаги жараёнларни тушунишга ҳаракат қилди; 2) юқори йўналишда ҳаракатланиб (планета – Қуёш системаси – галактика), коинотнинг умумий тузилиши ва таркиби ҳақида тасаввурларга эга бўлди.



Тадқиқотлар натижасида шу нарса маълум бўлдики, Коинотнинг ўзи бундан 13 млрд. йил аввал «Катта портлаш» натижасида пайдо бўлган ва дастлабки даврда микроскопик ўлчамларга эга бўлган. Шу нуқтаи назарда элементар зарралар ҳақидаги ҳозирги замон тажриба қурилмалари ёрдамида олинган маълумотлар Коинот ривожланишининг дастлабки этапидаги физик жараёнларни тушунишга ёрдам беради. Хусусан, тезлатгичлардаги тўқнашувчи заррачаларнинг энергияси қанчали катта бўлса, материянинг тадқиқ этилаётган қисмининг ўлчамлари шунча кичик бўлади, шунингдек Коинот эволюциясининг кўрилаётган даври шунчалик олдинроқ бўлади. Шундай қилиб микро- ва макро-оламларнинг уйғунлашуви содир бўлди.

Астрофизика осмон жисмларининг ички тузилишини ва физик хусусиятларини, юлдуз ва Қуёш энергияси манбааларини, юлдузлараро фазодаги диффуз материяни урганади. Амалий астрофизика шар хил астрофизик кузатишлар техникасини ва унга тегишли инструментлар назариясини текширади. Назарий астрофизика кузатишлар ва физик қонуниятларга асосланиб, юлдузларнинг ички тузилишларини ва уларнинг энергия манбаларини, атмосфера тузилишларини ҳамда юлдузлар эволюциясини урганади. Юлдузларни статистик усуллар ёрдамида галлактикадаги юлдузлар ва юлдуз тудаларининг тарқоқлиги ва щаракатини, Галлактика тузилишини, бошқа Галлактика ва Галлакттик системалар тузилишини урганади. Шунингдек, Қуёш системасидаги сайёралар системасини физик хусусиятлари ва кинематик, динамик шолатларни урганади. Оламнинг асосий хоссаларидан бири унинг структураси булиб, унинг айрим масштабли элементлари булган Галлактикалар тупламининг катталиги миллион ва баъзан ун миллионлаб ёруғлик йилига тенг. Ҳозирги кунда 700 минга яқин шу хилдаги Галлактикалар туплами маълум. Бизнинг Галлактикамиз узига яқин 7 қушни галлактика билан мащаллий тудани ташкил этиб, у билан ташқи галлактика тудалари орасидаги улчами миллионлаб ёруғлик йилига тенг булган бушлиқлар кузатилади. Бу бушлиқлар атрофини галлактикалар ва улар туламларининг занжирлари ташкил қилади. Мазкур занжирларни толалар деб айтилади. Толаларнинг қалинлиги 30-35 миллион ёруғлик йили билан улчанади. Урта щисобда галактикаларда ун миллиарддан тортиб юз миллиардгача юлдузлар мавжуд. Галлактикалар ташқи қуринишга кура асосан 4 турга булинади.

Эллиптик, спирал, линзасимон ва нотекис булади.

Ҳозирги замон астрофизика энг асосий йуналишларга эга булиб у бир неча фанлар мажмуасидан иборат. Демак, астрофизиканинг узи амалий ва

назарий астрофизика булимларига булинади. Амалий астрофизика бевосита асбоб-ускуналарнинг ривожланиши ва телескопларнинг қурилиши билан боʻлиқдир. Назарий астрофизика булими эса том маънода осмон жисмларининг назарий моделларини яратиш ва шу моделлар асосида уларнинг тартибларини урганишдан иборат.

Астрофизиканинг узи фан сифатида шаклланиши учун қатор фанларни илмий ютуқларига таяниб иш куради. Астрофизика физика туʻридан-туʻри астрономия фанлари билан боʻлиқдир. Астрофизиканинг кучли ривожланиб бориши бугунги кунда биология, космогония, космология билан боʻланиб кетди. У айниқса химия фанларнинг энг сунгги ютуқларидан фойдаланиб иш курадиган булди. Астрофизика фани айниқса физиканинг молекуляр, электромагнетизм, оптика ва атом ядро булимлари билан узаро боʻланиб кетганлиги бу фанни ривожланиб кетишини асосий омили ҳисобланади. Оламнинг ягона физик манзараси шаклида фикр юритилар экан шу нарса аниқки, у албатта атом-ядро ва элементар заррачалар узаро боʻланишига булган процесслар билан боʻлиқ.

Коинот табиатнинг туганмас китобидир. Унинг сирларини урганган инсон уз тарихини замон ва келажакни билиб олади. Коинот объектларидан келаятган нурланишни урганувчи асосий асбоб-телескопдир. Астрофизика ва астрономия амалиётига радиоэлектроника, ракета ва йулдош методлари кескин кириб келишига қарамай оптик астрономия турли туман бебаҳо информация бериб келаяпти. XVII асрни бошларигача коинотни кузатиш фақатгина оддий куз билан олиб борилган эди. Телескопни яратган биринчи олим Галилео Галилей булган. Галилей линзалар ёрдамида курган мосламасидан 1609 йилда қатор кузатишлар олиб борган қатор кашфиётлар қилган. Дастлабки телескопларни линзасининг диаметри атиги 3 см булган ва атиги 7 марта катталаштирган. Ҳозирги замонавий телескоплар жуда катта булиб техник жиҳатдан мураккаб тузилишга эгадир. Уларнинг вазифалар ҳам Ҳозирги кунга келиб анча кенгайган. Ҳозирги вақтда объективини диаметри 12-16 метргача булган телескоплар мавжуд. Бундай телескоплар Гавана оролларида қурилиб, ишга туширишганлиги аниқ. Кавказ тоʻлари баʻридаги Зеленчукская станциясига жойлашган диаметри 6 метрли телескоплар бугунги кунда тарихга айланди. Бутун дунё миқёсида астрономик станциялар қатори Ўзбекистонда астрономик станцияларда телескоплар қурилган. Бинобарин Тошкент шаҳридаги АИ даги телескоплар +ашқадарё вилояти +амаши баланд тоʻидаги АЗТ-22 каби телескоплар фикримиз далилидир.

Классик физика тушунчаси буйича нурланиш бу электромагнит майдони тебранишидир. Щар бир жисм щаракатга эга булса, атрофига нур

тарқатади. Нур тулқин узунлиги λ , частотаси эса ν билан тасвирланади. Нур жуда ката тезлик билан тарқалади. Нурнинг ушбу λ, c ва ν параметрлари куйидагича боланади:

$$c = \lambda \nu \quad (1)$$

Коинотдан келадиган нурларнинг частотаси ва тулқин узунлиги шархил булади. Тулқин узунлигига мос равишда E - энергия ҳам турлича булади. Тулқин узунлиги $\lambda < 10^{-14}$ м дан $\lambda < 10^{-12}$ м гача Гамма нурлар. Тулқин узунлиги $\lambda < 10^{-3}$ м дан каттаси радиотулқинлар.

Куз курадиган оптик диапазонни атиги $3,8 \cdot 10^{-5}$ дан $7,5 \cdot 10^{-5}$ гача, демак электромагнит тулқинлар шкаласи 10^{-14} дан то 2000 м гача булса, одам кузи бир қисмини куради, холос. Телескоплар ана шу диапазондаги моддалар хусусияти ёрдамида оптик нурларни йибиб беради. Астрономик объектлар узаро жойлашгани учун улардан асосан параллел нурлар телескопга етиб келади.

Оптикадан маълумки, нур бир мухитдан иккинчи мухитга утганда уларнинг синдириш курсатгичи n_1 ва n_2 булса, тушиш бурчаги i_1 синиш бурчаги i_2 га тенг булади. Бу эса бизга маълум

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2 \quad (2)$$

формула билан ифодаланади. Шишанинг бундай физикавий хусусияти линзалар ёрдамида нурни йибиб беришга имкон беради. Одам кузи шунинг шисобига линза сифатида ишлайди, чунки Ер атмосфераси ва куз қорачиқининг нур синдириши шархил, гуё n_1 ва n_2 кабидир.

Демак телескоп куриш бурчагини катталаштиришга имкон яратади. Унинг оптик жишатдан ишлаш принципини урганамиз.

Телескопларни катташлатиришни купинча объектив ва окуляр фокус мософаларининг нисбати олинади.

$$k \approx F_{об} / f_{ок} \quad (3)$$

Объективнинг диаметри D йиётган ёруғлик микдори унинг сатшига тури пропорционалдир, яъни:

$$I \approx a D^2 \quad (4)$$

Худди шунингдек равшанликнинг нисбий тешиги ҳам ёки ёритиш кучи

$$\beta \approx \frac{D}{f} \quad (5)$$

билан боланади. Шунингдек уни ёрқинлик даражасини ҳам ёзилади.

$$E \approx \left(\frac{D}{F} \right)^2 \quad (6)$$

Демак телескоп куриш бурчагини катталаштириш билан бирга иккинчи вазифаси (6) асосан ёруғликни купроқ йи\иб берар экан. Масалан: диаметри 60 см булган телескоп оддий куз билан қараганда 10 000 марта купроқдир. Фоқал текисликдаги тасвирни 300 марта катташтириш учун

$$k \approx \frac{F}{f} = \frac{75''}{0,25''} = 300 \text{ марта (7)}$$

Бу дегани $F \approx 75$ м булиши керак дегани бу асло мумкин эмас, сабаби жуда бесунақай телескоп булади. Кейинчалик ахроматик объект яшаш мумкинлиги назарияси яратилди. Эйлернинг бу фикрини оптик Доланд амалда исботлади. Бу эса катталаштирмасдан астрономик объектларни катталаштириш имконини беради. Бундай телескопни принципиал схемасини тасвирини келтирамиз.

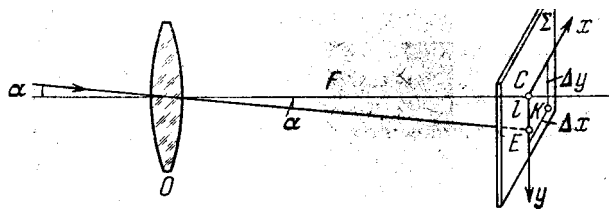
Демак бу шолда биринчи линзанинг фоқал текислиги иккинчисини фокус нуқтасига тенг булиши керак. Умуман, линза объектив ва окулярдан иборат система телескоп системаси дейилади.

Телескоплар асосан уч турга булинади.

1. Рефракторли телескоплар- бу телескоп Галелей томонидан 1609 йилда яратилди. Бу инглиз тилида булиб, линзали деган маънони англатади. Ҳозирги вақтда нур йи\илишини кучайтириш мақсадида линза юзи кумуш ёки алюминий қоплам билан қопланади.

2. Рефлекторли телескоплар- И. Ньютон томондан 1668 йили яратилди. Бу телескоп асоси линзадан эмас асосан кузгудан иборат.

3. Линзали кузгули телескоплар- унга Максудов типидagi телескоплар қиради. Бундай кузгулар линза ва кузгудан иборат булади. Тасвир катталиги шақида фикр юритамиз. (1-расм)



$$\frac{1}{2} = \tan \alpha h \quad (8)$$

$$1/2 \approx F \tan \alpha \approx F \tan \alpha \sqrt{2} \quad 1/2 \approx F \frac{L}{2} \quad (9)$$

$$L \approx \tan \alpha \quad (10)$$

(10)радиан бурчак катталикларидан фарқи шундаки, унинг улчами йук .Демак $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha$ қ α дан фойдаланишдан олдин бурчакларни радианларга айлантириш керак.

$$\begin{aligned} 2\pi &\approx 360^\circ \\ 1^\circ &\approx \frac{1}{57.3} \text{ рад} \approx 0,0175 \approx 0,02 \\ 1' &\approx 2,9238 \cdot 10^{-4} \\ 1 \text{ рад} &\approx 2 \cdot 10^5 \end{aligned}$$

Кометаларнинг орбиталари гиперболик ва эллиптик булиб , уларнинг параллаксига қараб , Қуёш системасига кирувчи осмон жисми эканлигини 1577 йил Тихо Браче аниқлади. XVIII асрга келиб эса, Галелей кометалар жадвалини тузиб чиқди. Бу жадвалга кура 1508, 1687 й ва 1758 й шисобланган кометаларнинг орбитаси бир хил эканлиги курсатилган. Кометалар асосан ядро ва дум қисмидан иборат булади Унинг $m_k(10^{-4}-10^{-5})$ $m_{\text{ер}}$ тақрибан тенг булиб, диаметри 30 кмни ташкил этади. Думининг узунлиги 10^6 км Кометалрнинг думи Қуёш нурунинг босими остида шосил булади. Кометалрнинг думи шар хил чанг ва газ заррачаларидан иборат булиб, унинг таркибини асосан $\text{NH}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2$ ташкил қилади. Думининг шосил булиши шарти унг тортиш кучидан босим кучининг катталигидир Худди шундай агар кометанинг 10 баробар катта булса, у вақтда комета думининг узунлиги $1 \cdot 10^8$ км Бу пропорция унинг айланиш орбитасининг перигейсида сақланади.

Аввал ҳеч нарса билан ажралмайдиган лекин бирданига чакнаб қисқа вақт ичида ярақлаши бир неча юз ёки минг марта ошиб осмондаги бошқа юлдузларга нисбаптае яккол сезиладиган юлдузлар янги юлдузлар дейилади. Янги юлдузлар ярақлаши маълум вақт утгандан кейин чакнашдан олдинги ярақлашига қайтади. Яъни юлдузларни иккига булиш мумкин.

- 1 Тез янги юлдузлар
- 2 Секин янги юлдузлар.

Маълум галактикада тахминан 100 йил ичида утаянги юлдузларнинг чакнаши 1-2 мартагина булиши мумкин. Тарихда бизнинг Галактикамизда ҳам бир неча ута янги юлдузларнинг чакнаши кузатилган. Булар ичида Савр юлдуз туркумида 1054 йилда Хитой астрономлари томонидан кузатилгани энг қувватлиларидан шисобланади. Бу юлдузни бир неча кун давомида портлашдан сунг кундузи ҳам куришнинг иложи булди. 1572 йили бошқа бир ута янги юлдуз Тихо Браге томонидан Кассиопея юлдуз туркумида, 1604 йили эса, Кеплер томонидан Илон Элтувчи юлдуз туркумида кузатилди.

Гарчи чакнаш механизмига доир назария шали тула ишлаб чиқилмаган булса-да, Ҳозирча юлдузларнинг портлаши улар эволюциясининг охириги стадиясида вужудга келадиган мувозанат- сизликнинг оқибати деб каралади. Юлдузларнинг спектрлари еттита асосий спектрал синфларга гурушланган. Улар лотин имлосида ифодаланиб куйидаги тартибда жойлашади:

О - В - А - F - G - K - M.

Маълум синфларга гурушланган спектрлар, уз навбатида яна унтадан синфчаларга ажратилган. Масалан А синф юлдузлари А0, А1, А2, . . . А9 синфчаларга булинган. (Куёш уз спектрига кура G2 синфга киради).

Синфлар кема-кетлиги, энг аввало, юлдузларнинг температураси ва ранглари кетма- кетлигида уз аксини топади. Нисбатан совуқ қизил юлдузларнинг спектрида нейтрал атомларнинг ва шатто молекуляр бирикмаларнинг чизиқлари куп учраган шолда, кайноқ шаворанг юлдузларнинг спектрида ионлашган атомларнинг чизиқлари куп учрайди.

О — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида - ионлашган гелий, азот ва кислорднинг интенсив ютилиш чизиқлари, шунингдек, спектрнинг ультрабинафша қисмида айрим химик элемент - атомларининг куп марта ионлашган чизиқлари ҳам учрайди.

В — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрада нейтрал гелий чизиқлари жуда интенсив булади.

А — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида водороднинг ютилиш чизиқлари интенсив булиб, юлдуз оқ рангда булади.

F — кирувчи юлдузларнинг спектрида водород чизиқлари кучсизланиб, кальцийнинг ионлашган чизиқлари интенсив булади.

G — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида (жумладан Куёшникида) металлларга тегишли нейтрал ва қисман ионлашган атомларнинг интенсив ва кенг тарқалган булади. Водороднинг чизиқлари анча кучсизланган (интенсивлиги пасайган) булади.

K — синфга кирувчи юлдузлар спектрида металлларнинг ютилиш чизиқлари билан бирга, молекуляр бирикмаларнинг ҳам чизиқлари кузатилади.

M— синфга кирувчи юлдузлар спектрида эса, металлларнинг спектрал полосалари (айникса титан оксидига тегишли) интенсив тус олади.

Юлдузларнинг спектрал синфлари ва уларнинг температуралари орасида бо\ланиш борлиги кузатишлардан маълум булди. Шунингдек, юлдузларнинг ёркинлиги, уларнинг абсолют юлдуз катталиклари оркали ифодаланиши ҳам мумкин эканлиги аниқ булгач, олимлар бу икки жуфт бо\ланишлар орасида ҳам бо\ланиш булиши керак деган гумон билан уни кидиришга киришдилар. Ва ниҳоят, бир- бирларидан беҳабар шолда

асримизнинг бошида Нидерландиялик астроном Герцшпрунг ва америкалик астроном Расселл юлдузларнинг спектрлари ва ёрқинликлари орасида боʻланиш борлигини кашф этдилар.

БИЗНИНГ ГАЛАКТИКАМИЗ. Тунда қоронғу осмонга қараб бутун осмон буйлаб чузилган ёруғ камарга кузимиз тушади. Бу — Сомон йулдир. Сомон йули буйлаб кузатилса, унинг ҳамма қисмининг кенглиги бир хил эмаслигига кузимиз тушади. Оддий дала дурбин ёхуд кичикроқ телескопдан Сомон йулиги қаралгандаёқ у \иж-\иж юлдузлардан ташкил топгани куринади. Унинг айрим қисмларида юлдузлар асло куринмайди. Бунинг сабаби, Сомон йулининг шу қисмида жойлашган газ-чанг булутлар булиб, уларда юлдузларнинг нурланишлари ютилиб бизга куринмайди. Осмонда куринадиган барча юлдузлар, Галактикамининг таркибини ташкил қилади.

Бизни Қуёш ҳам (бир оддий юлдуз сифатида), шу улкан юлдузларнинг тудасининг аъзоси булгани учун биз уни Бизнинг Галактикамининг деб номлаймиз. Галактикаминингга кирувчи юлдузларнинг асосий қисми фазода эгаллаган формаси қавариқ линза курунишига ухшайди. Линза курунишидаги Галактикамининг диаметри салкам 100 минг ёруғлик йилига тенг, қалинлиги эса 7 минг ёруғлик йилига тенгдир. Қуёш системаси, Галактикамининг марказидан унинг радиусининг $\frac{2}{3}$ қисмига тенг масофада (33 минг ёруғлик йили) жойлашади. Агар Галактикамининг дискига (яъни Сомон йули текислигига) тепадан туриб, бошқача айтганда, унинг текислигига тик йуналиш томонда туриб қаралса, Галактикамининг - марказдан спирал курунишда тарқалувчи, соат маятниги пружинасини эслатувчи енглар курунишини олади. Қуёш системаси томондан қаралганда, Галактикамининг марказий ядроси +авс юлдуз туркумига проекцияланади.

Щисоб-китоблар, Галактикаминингга, 150 млрд га яқин юлдуз борлигини маълум қилади. Махсус кузатишлар эса, юлдузларнинг улкан бу тудаси унинг маркази атрофида айланишини маълум қилади. Барча юлдузлар, жумладан Қуёш (уз “оила аъзолари”- планеталарни эргаштириб), Галактикамининг ядроси атрофида Сомон йули текислигига (Галактикамининг экватор текислиги ҳам дейилади) параллел равишда айланади. Бунда юлдузларнинг тезликлари, уларнинг Галактикамининг ядросига яқин ёки узоқ жойлашганига кура шар хил булади. Қуёш ва унинг яқинида жойлашган юлдузларнинг айланиш тезликлари секундига 250 км ни ташкил қилиб, даври тахминан 200 млн йилга тенг.

Юлдузлар Галактикамининг асосий қисмини ташкил қилади. Бироқ бу деган суз, у фақат юлдузлардан тузилган дегани эмас, унда юлдузлардан ташқари юлдузларнинг турли системалари (қушалок юлдузлар, каррали юлдузлар, юлдуз тудалари ва гужлари), юлдузлараро газ ва чанг муҳит

(булутлар ва туманликлар), космик нурлар (водород ва гелий атомлари ва бошқалар) учрайди. Галактикада материя: шар иккала куринишда модда ва майдон (электромагнит ва гравитацион майдон куринишида) ҳам учрайди.

Биздан жуда узоқ масофаларда галактикалар тўдаларининг тўдалари ҳам борлигини маълум қилди. Улар фанда ўтагалактикалар деб ном олди. Ўтагалактикалар, бугунги кунда, Коинотда кузатиладиган энг йирик система ҳисобланади.

Умуман Ҳозирги замонда кўзга кўринадиган коинотнинг қисми (унинг радиуси 10- 12 миллиард ёруғлик йилини ташкил этади) эса Метагалактика деб юритилади. Метагалактикада юзлаб ўтагалактикалар кузатилиб, унинг чегараси ичидаги барча галактикаларнинг сони 10 миллиардга яқин деб тахмин қилинади.

Муҳитнинг (ҳаво, сув, пружина, арқон ва бошқалар) қандайдир бир нуқтаси тебранма ҳаракатга келтирилса, у ҳолда бирор вақт ўтиши билан бу муҳитнинг бошқа нуқталари ҳам тебрана бошлайди, яъни тебраниш бутун муҳитга тарқалади. Бироқ муҳитнинг нуқталари тебраниш манбаларидан тобора узоқлашиб борган сари кейинги нуқталарининг тебранма ҳаракати дастлабкисидан кечикади, яъни муҳитнинг ҳар бир нуқтасини тебраниши олдинги нуқта тебранишидан фаза жихатдан орқада қолади.

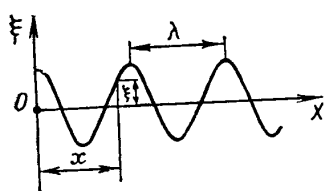
Тебранишларнинг фазода тарқалиши тўлқин ҳаракат дейилади. Тебранишларнинг муҳитда тарқалиш жараёни тўлқин деб юритилади. Тўлқин тарқалаётган вақтда муҳитнинг зарралари тўлқин билан бирга силжимасдан, балки ўзининг мувозанат вазияти атрофида тебранади. Тўлқиннинг тарқалиш йўналиши нур деб аталади. Ихтиёрий т вақтда тебранишлар етиб келган муҳит зарраларнинг геометрик ўринлари эса тўлқин fronti деб аталади. Ўз навбатида, тўлқин frontини муҳитнинг тебранаётган зарраларининг тебраниши хали бошланмаган зарралардан ажратиб турувчи чегаравий сирт тарзида тасаввур қилиш мумкин.

Тўлқин frontининг шакли, муҳит хоссалари, тебраниш манбаининг шакли ва ўлчамларига боғлиқ. Масалан, нуқтавий тебраниш манбаидан тарқалаётган тўлқинларнинг fronti сферик шаклда бўлади. Ундан тарқалаётган тўлқинлар эса сферик тўлқинлар деб ном олган. Агар тебраниш манбаи текислик шаклида бўлса, манбага яқин соҳалардаги тўлқин fronti ҳам текисликдан иборат бўлади. Шу сабабли бу тўлқинлар ясси тўлқинлар деб аталади. Иккала ҳолда ҳам нур тўғри чизик бўлиб, у тўлқин frontига перпендикуляр бўлади. Зарраларнинг тебраниши тўлқин тарқалаётган йўналишга нисбатан қандай йўналганлигига қараб тўлқинлар бўйлама ва кўндаланг тўлқинларга бўлинади. Агар муҳит заррасининг тебраниши

тўлқиннинг тарқалиш йўналишида содир бўлса, бундай тўлқинларга бўйлама тўлқинлар дейилади.

Бўйлама тўлқинга мисол қилиб сиқилган пружинанинг тебранишлари, товуш тўлқинлари ва бошқаларни олиш мумкин. Бўйлама тўлқинлар эластик моддада қаттиқ, суюқ ва газсимон жисмларда юзага келиши мумкин. Агар муҳит заррасининг тебраниши тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр бўлса, бундай тўлқинларга кўндаланг тўлқинлар дейилади. Кўндаланг тўлқинларга мисол қилиб сув юзасида ҳосил бўлган ва арқон бўйлаб йўналган тўлқинларни олиш мумкин. Аслида кўндаланг тўлқинлар фақат қаттиқ жисмлардагина юзага келади. Суюқликлар ва газларда кўндаланг тўлқинлар ҳосил бўлмайди, чунки газ ва суюқликларда эластик кучлар вужудга келмайди. Суюқликнинг сиртида кўндаланг тўлқинлар тарқалади, бу ҳолда шаклнинг эластиклигини оғирлик кучлари ва сирт ҳамда таранглик кучларини таъминлаб туради. Шундай қилиб, кўндаланг тўлқин тарқалиш йўналишида муҳит зарраларининг дўнгликлари ва чуқурликлари, бўйлама тўлқинда эса муҳит заррачаларининг зичлашиши ва сийраклиниши даврий ҳосил бўлади.

Тўлқин тўсиққа дуч келганда қайтади, бир муҳитдан иккинчи муҳитга ўтганда эса синади. Бир тебраниш даври давомида тўлқиннинг тарқалиш масофаси тўлқин узунлиги дейилади. Бошқача айтганда, тўлқин узунлиги



1. - расм.

тўлқиннинг бир хил фазода тебранаётган икки яқин нукталари орасидаги масофадир. Агар тебраниш даврини T билан, тўлқин узунлигини λ билан белгиласак, у ҳолда тўлқин тезлиги қуйидагича аниқланади:

$$u = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu \quad (1.2) \text{ бунда } \nu - \text{тебраниш частотаси.}$$

Тўлқин тарқалиш жараёнида манбадан табора узоқроқда жойлашган муҳит зарралари тебрана бошлайди. Бу жараёнда тўлқин, худди ўзини вужудга келтирган манбадан «югуриб қочаётгандек» туюлади, шу боисдан уни югурувчи тўлқин деб аталади. Бирор 0 нуктадан x масофа узоқликдаги (1-расм) зарранинг ихтиёрий t вақтдаги силжиши, манбага бевосита тегиб турган зарранинг $t = \frac{x}{u}$ вақтдаги силжишига тенг бўлади, яъни

$$\xi = A \cos \omega \left(t - \frac{x}{u} \right) \quad (1.3)$$

Бу ифода югурувчи тўлқин тенгламаси деб аталади. Тўлқин тарқалаётган муҳит ихтиёрий заррасининг мувозанат вазиятидан силжиши (ξ) ни вақт t ва зарранинг тебраниш манбаидан узоқлиги (x) нинг функцияси

сифатида аниқланади. (1.3) тенгламага t ва x га нисбатан симметрик кўриниш бериш учун тўлқин сони деб аталувчи k катталики киритамиз:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (1.4)$$

(1.2) ва (1.4) дан тўлқин сони k , айланиш частотаси ω ва тўлқиннинг фаза тезлиги u орасида қуйидагича муносабат бор деган хулоса чиқади:

$$u = \frac{\omega}{k} \quad (1.5)$$

(1.3) даги ζ нинг (1.5) қиймат билан алмаштириб ва ичига ω ни киритиб, ясси тўлқин учун қуйидаги ктринишдаги тенгламани ёзамиз:

$$\xi = A \cos(\omega t - kx) \quad (1.6)$$

Бу x – нинг камайиши томонига қараб тарқалувчи тўлқин тенгламасидир. r - радиусли сферик тўлқин тенгламасини (1.6) га ўхшатиб қуйидаги кўринишда ёзишимиз мумкин:

$$\xi = \frac{A}{2} \cos \omega \left(t - \frac{r}{u} \right) \quad (1.7) \quad \text{ёки} \quad \xi = \frac{A}{2} \cos(\omega t - kr)$$

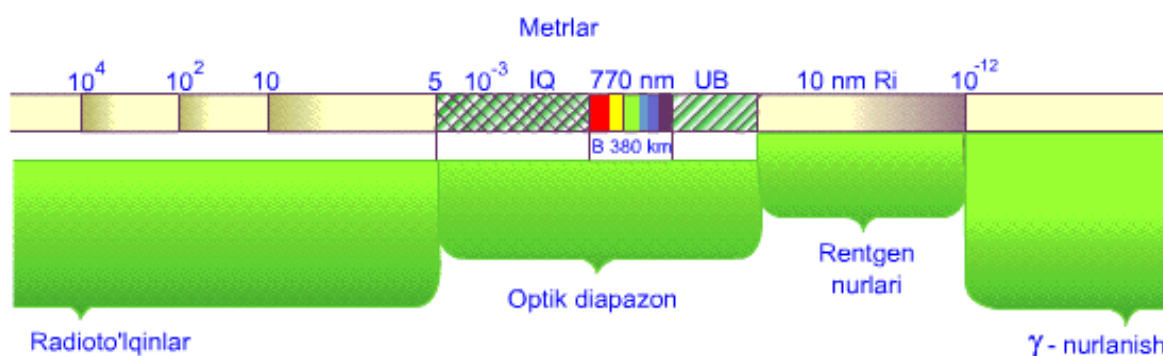
бундан r – радиусли тўлқин сиртида ётувчи зарралар $\omega \left(t - \frac{r}{u} \right)$

фаза билан тебранади, деган хулосага келамиз. Бизни ўраб олган бутун фазода электромагнит нурланишлар ўтади. Қуёш, бизни ўраб олган жисмлар, радиостансия ва телевизион узаткичлар, антенналар электромагнит тўлқинларни тарқатади. Улар тебраниш частоталарига қараб турлича номланади, яъни радиотўлқинлар, инфрақизил нурланиш, кўринадиган ёруғлик, рентген нурлари (2- расм).

Бу беҳисоб энергия оқими атом ва молекулалар электр зарядларининг тебранишларини хосил қилади. Агар заряд тебраниб турса, у тезланиш билан ҳаракатланаётган бўлади, демак электромагнит тўлқинлар чиқаради. Ўзгарувчи индукция оқими уюрма электр майдонни, у эса ўз навбатида уюрма магнит майдонни уйғотади. Бу жараён бирин-кетин фазонинг ҳамма нуқталарини қамрайди. Тарқалаётган электромагнит майдонга электромагнит тўлқин дейилади. Унинг вакуумдаги тарқалиш тезлиги $c = 299.792.458 \pm 1,2$ м/с.

1860 йилларда инглиз олими Ж. Максвелл яратган электромагнит майдон назарияси шундай хулосага олиб келади. Максвеллдан кейин тез орада немис олими Г.Герс электромагнит тўлқинларнинг мавжудлигини тажрибада исботлади. Унинг ихтиёрида жуда оддий қуроллар, яъни юқори кучланишлар манбаи, вибраторлар ҳаво билан ажратилган металл стержен жуфтлари бор эди. Ҳозир Герснинг шундай оддий аппаратлар ёрдамида электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезликларини ўлчашни ҳам ўз ичига олган жуда нозик тажрибаларни ўтказа олганлигига ишониш қийин.

Вибратор ҳаво оралиғини тешиб ўтиши учун зарур бўлган кучланишгача зарядланган. Тешиб ўтиш пайтида вибраторда электромагнит тебранишлар ҳосил бўлган, улар вибраторнинг электр энергияси электромагнит нурланишга ва ўтказгичнинг қизишига сарфланиб бўлишига қараб сўнган. Нурланиш кичик оралиқни тешиб ўтадиган қабул қилувчи вибратор билан қайд қилинган. Қабул қилувчи ва тарқатувчи вибраторлар бир хил хусусий тебранишлар частотасига эга бўлган. Шунинг учун тарқалаётган электромагнит тўлқин қабул қилувчи вибраторда катта амплитудали резонанс тебранишларни уйғотган ва унинг ўтказгичлари оралиғида тешилиш юз берган майда учқунлар ҳосил бўлган. Бу учқунларга қараб, қабул қилувчи қурилмадаги электромагнит нурланиш интенсивлиги тўғрисида фикр юритиш мумкин бўлган.

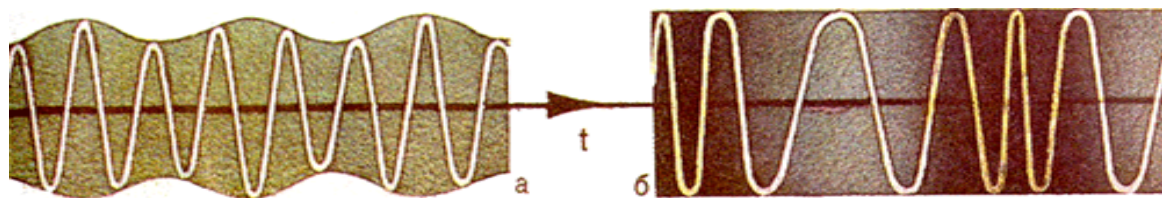


2-расм. Электомагнит тўлқин шкаласи.

Герс нурланишни катта метал тахтага йўналтирган. Тушаётган, қайтаётган ва югурма тўлқинлар қўшилиб, турғун тўлқинни ҳосил қилган. Қабул қилувчи вибраторни силжитиб, Герс А ва В турғун тўлқинларнинг дўнгликларини топди, улар орасидаги масофани ўлчади ва тўлқин узунлигини аниқлади. Вибратор элементларининг геометрик ўлчамлари бўйича, унинг сиғими ва индуктивлигини нурланаётган тўлқинлар частотасига тенг бўлган хусусий тебранишлар частотасини ҳам ҳисоблаш мумкин. Худди шуни Герс қилди, сўнгра электромагнит тўлқинларнинг тарқалиш тезлигини аниқлади. Шундай қилиб ёруғлик тезлигига тенг катталиқ олинди. Бу ёруғликнинг электромагнит табиатига эга эканлигини исботлади.

Рус олими А. С. Попов когерент радиотўлқинларни қайд қилиш учун икки электрод орасига майда металл қиринди жойлаштирилган шиша трубкадан фойдаланди. Электромагнит тўлқин таъсирида когерент ўз электр қаршилигини кучли даражада ўзгартиради ва ўзгармас ток занжирига уланганда телеграф аппарати ишини бошқариши мумкин. Когерент

электромагнит нурланиш Герс вибраторига қараганда анчагина сезгирдир. Бу мукаммаллашган бошқа қуроллар туфайли А.С.Попов 1895 йил 7 майда тарихда биринчи бўлиб радиоалоқани амалга оширди: 250 м масофага «Генрих Герс» сўзини узатди.



3-расм. Электромагнит тўлқинларнинг амплитуда (а) ва частота (б) модуляси.

Максвелл тенгламаларининг ечимларидан келиб чиқадиган а тезланиш билан харакатланаётган заряд нурланишининг интенсивлиги a^2 га пропорционалдир. Маълумки, тебраниб турган электроннинг тезланиши, ҳар қандай зарранинг тебраниши сингаридир. Шундай қилиб, электронлар нурланишининг антеннадаги интенсивлигига пропорционаллиги келиб чиқади. Нурланиш қувватининг частотага бунчалик кучли боғлиқлиги ўзгарувчан ток саноат манбалари амалда электромагнит тўлқинлар чиқармаслигига сабаб бўлади.

Частоталар юз минг герсга етганда интенсив нурланиш бошланади. Бунда когерент электромагнит тўлқинлар тарқатувчи когерент қурилманинг, масалан радиоузаткичнинг нурланишларини, унинг ўлчамларига ва тарқалаётган тўлқин узунлигига нисбатан катта масофаларда ўзгарувчан дипол моменти, бу ерда-дипол моментининг энг катта қиймати эквивалент электр дипол нурланиши билан алмаштириш мумкин. Бундай дипол чизиқли гармоник осцилятор дейилади.

Гармоник осцилятордан тарқалаётган тўлқин монохроматик ва когерент бўлади. Унга ясси монохроматик тўлқин сифатида қаралади, унинг структураси келтирилган. Бундай тўлқиннинг тебранишлари частотаси ўзгармас бўлади, e ва H векторлар тўлқиннинг тарқалиш йўналишига перпендикуляр текисликда ётади: $x = x_0$ ўзгармас қиймат билан аниқланадиган текисликда ва векторларнинг учлари тўғри чизиқ бўйлаб харакатланади. Шунинг учун бундай тўлқин чизиқли қутбланган тўлқин вектор, Ox нур жойлашган текислик эса қутбланиш текислиги дейилади. Умумий ҳолда ясси қутбланган тўлқин векторларининг учлари эллипсоидни чизади ва бундай тўлқин эллиптик қутбланган тўлқин дейилади.

Электромагнит тўлқинининг қутбланиши унинг жуда муҳим хусусияти ҳисобланади. Тўлқиннинг қайтариш коэффициенти, тўлқин энергиясининг

кристаллар томонидан ютилиши ва бир жинслимасликлардан сочилиш характери кутбланиш текислигининг қайтарувчи сиртига нисбатан вазиятига боғлиқ.

Реал электромагнит тўлқинлар мураккаб тузилишга эга. Амалда когерент тўлқин деб, у ёки бу ходисани кузатаётган вақтда фазаси ўзгармайдиган тўлқинга айтилади. Шунинг учун бир тажрибада айна бир манбадан чиқаётган тўлқинни когерент, иккинчи тажрибада эса ўзгарувчи фазали тўлқин деб қараш мумкин. Монохроматик когерент тўлқин шу тўлқин нурлаткичи мавжудлигидан бошқа маълумотни ўзида ифодалай олмайди, уларнинг бир тебраниш даври иккинчи тебраниш давридан фарқ қилмайди. Инсон овозини радиоузаткич тўлқинида ёзиш ёки товушни телевизион стансия тўлқинида акс эттириш электромагнит тўлқин частотасини, амплитудасини ёки фазасини ўзгартириш йўли билан амалга оширилади. Бундай жараён модуляция дейилади. Исталган модуляция хили оқибат натижасида нурланишнинг вақт бўйича частотаси ўзгаришига келтирилади. Масалан, амплитуда модуляцияли тўлқин, юқори частотали нурланиш амплитудасига нисбатан паст частота билан ўзгарса, иккита модуланмаган, лекин турли частотали тўлқин кўринишида ифодаланиши мумкин.

Лазерлар физикаси фан сифатида 19 аср охирлари ва 20 аср бошиларидаги ёруғлик ҳақидаги тушунчалар, термодинамика ва квант механикаси фанлари асосида ташкил топди.

Ўша вақтга келиб, оптикадаги турли физик жараёнларни тушунтиришда ёруғликнинг тўлқин ва корпускуляр (заррача) назарияларидан фойдаланиш йўллари ишлаб чиқиб бўлинганди. Дифракция, интерференция ва кутбланиш ходисаларини ёруғликнинг тўлқин табиати билан тушунтириш мумкин. Бу ҳолда ёруғликни электромагнит тўлқин сифатида қаралиб, у электр ва магнит майдонларининг амплитудаси, частотаси ν ёки тўлқин узунликлари λ билан тавсифланади.

Ушбу икки ν ва λ катталиклар қуйидаги

$$\lambda = c / \nu \quad (1)$$

муносабат билан боғланга.

Бу ерда c -ёруғликнинг вакуумдаги тезлиги.

Электромагнит тўлқинларнинг энергетик тавсифи сифатида электромагнит майдон энергиясининг ўртача ҳажмий $\bar{\rho}$ зичлигини

$$\bar{\rho} = \int_0^{\infty} \rho_{\nu} d\nu = \frac{(E^2 + H^2)}{8\pi} \quad (2)$$

кўринишда ифодалаш мумкин. Бу ерда ρ_{ν} -электромагнит нурланишининг спектрал ҳажмий зичлиги бўлиб, ўлчамлиги Ж/см³·Гц бўлиб, E^2 ва H^2 -лар

электромагнит тўлқиннинг ўртача квадратик электр ҳамда магнит кучланганликларидир.

Электромагнит тўлқинларнинг модда билан ўзаро таъсирла-шувининг табиати ва эффективлиги электромагнит тўлқин оқи-мининг зичлигига ёки I интенсивлигига боғлиқ бўлади. Электро-магнит тўлқиннинг электр майдон кучланганлиги E унинг интен-сивлиги I билан қуйидаги

$$E = (4\pi I/c)^{1/2} \quad (3)$$

муносабат орқали боғланган.

Геометрик оптика нуктаи назардан ёруғликни бир жинсли муҳитда с тезлик билан тарқалаётган ёруғлик фотонлари (заррачалари) оқимидан иборат деб қараш мумкин. Фотонларнинг энергияси уларнинг частотасига боғлиқ бўлади ва

$$\epsilon_{\phi} = h\nu \quad (4)$$

ифода билан аниқланади. Бу ерда h-Планк доимийси бўлиб, қиймати $6,62 \cdot 10^{-34}$ Ж·с. Ушбу маънода монохраматик ёруғликнинг интенсив-лиги фотонларнинг ҳажмий n_{ϕ} концентрацияси ва энергияси орқали белгиланиши мумкин, яъни

$$I = h \cdot \nu \cdot n_{\phi} \cdot c \quad (5)$$

Йигирманчи асрнинг бошида термодинамик мувозанатли системалар нурланишининг спектрал зичлигини тушинтириш йўллари номаълум эди. Классик термодинамика асосида Рэлей-Жинслар томонидан чиқарилган

$$\rho_{\nu} = 8\pi\nu^2 kT/c^3 \quad (6)$$

формула эса спектрал $\rho(\nu)$ зичликнинг частотага боғлиқлигини фақат катта тўлқин узунликларда, яъни $h\nu \ll kT$ шарт бажарилганда модданинг электромагнит нурланиш жараёнини тўғри тушунтириб берар эди. Бу ерда $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Ж/К бўлиб, у Больцман доимийси дейилади.

Моддалар томонидан нурланишнинг тажрибада аниқланаётган спектрал зичликнинг частотага боғлиқлик тақсимоти Планк таклиф этган эмперик

$$\rho_{\nu} = (8\pi\nu^2/c^3) \cdot [h\nu/(e^{h\nu/kT}-1)] \quad (7)$$

формуладаги тақсимот билан яхши мос тушган эди.

А. Эйнштейн 1916 йили квант тушунчалар асосида, яъни квант тизим томонидан ёруғликнинг ютилиши ёхуд нурланиши, ушбу тизимнинг бирор энергетик ҳолатдан бошқа энергетик ҳолатга ўтишида, мажбурий нурланиш жараёни бўлиши мумкинлиги ҳақидаги ўз гипотезаси асосида (7) эмперик формулани келтириб чиқарди. Бунинг маъноси қуйидагича: квант тизимда, яъни дискрет энергетик ҳолатли тизимда зарраларнинг бир ҳолатдан

бошқасига спонтан нурланиш чиқариб ва нурланишсиз ўтишидан ташқари ташқи электромагнит майдон нурланиши таъсирида, мажбурий ўтишлари рўй бериши мумкин. Бу мажбурий ўтишда зарра чиқарган электромагнит нурланишнинг параметрлари уни мажбурловчи электромагнит нурланишнинг параметрлари билан айнан бир хил бўлади. Ушбу жараёнда квант тизимлар томонидан чиқарилаётган нурланишнинг когерентлик хусусияти пайдо бўлади.

Киришига электромагнит нурланиш бериладиган ва уни кучайтирадиган оптик кучайтиргичлардан фарқли ўлароқ, оптик квант генератор, радиочастоталар диапазонидаги автогенераторлар каби, оптик диапазондаги когерент электромагнит нурланишларни ҳосил қилади. Шунинг учун оптик квант генератор ёки лазер, мусбат тескари боғланишли қурилма бўлиб, мажбурий нурланишлар коге-рент кучайтириш орқали электромагнит нурланишни ҳосил қилади.

Табиатда электромагнит нурланишнинг энг кенг тарқалган тури иссиқлик нурланиши бўлиб, у модданинг атомлари ва молекулаларининг иссиқлик харакати энергияси ҳисобига ҳосил бўлиб, яъни модданинг ички энергияси ҳисобига ҳосил бўлиб, нурланаётган жисмнинг совишига олиб келади. Иссиқликнинг нурланишида энергия тақсимоти температурага боғлиқ: паст температурада иссиқлик нурланиши, асосан, инфрақизил нурланишидан, юқори температураларда кўринадиган ва ультрабинафша нурланишдан иборат.

Хар қандай жисм ўз нурланиши билан бирга атрофдаги жисмлар чиқараётган нур энергиясининг бир қисмини ютади. Бу жараён нур ютиш дейилади. Бирор юза орқали ўтаётган Φ оқим деб вақт бирлиги ичида шу юзадан ўтаётган нурланиш энергияси тушунилади.

$$\Phi = \frac{dW}{dt} \quad (1)$$

Нурланиш оқими бирор пластинкага тушаётган бўлсин. Бу оқим қисман қайтади (Φ_k), қисман жисмда ютилади ($\Phi_{\text{ю}}$), қолгани жисмдан ўтади ($\Phi_{\text{ў}}$), яъни

$$\hat{O}_e + \hat{O}_p + \hat{O}_o = \hat{O} \quad (2)$$

$\Phi_k/\Phi = \rho$ - жисмнинг нур қайтариш қобиляти;

$\Phi_{\text{ю}}/\Phi = a$ - жисмнинг нур ютиш қобиляти;

$\Phi_{\text{ў}}/\Phi = d$ - жисмнинг нур ўтгазиш қобиляти;

Бу белгилардан фойдаланиб (2) ни қуйидагича ёзамиз:

$$\rho + a + d = 1 \quad (3)$$

Нисбатан қалинроқ бўган жисмлар учун $D = 0$, у ҳолда (3) қуйидаги кўринишни олади. $\rho + a = 1$ (4)

Тажрибаларнинг кўрсатишича ρ ва a нинг қийматлари λ ва T ларнинг функциясидир $\rho_{\lambda,T} + a_{\lambda,T} = 1$ (5)

Умуман, $\rho_{\lambda,T}$ ва $a_{\lambda,T}$ ларнинг қийматлари 0 дан 1 гача ўзгаради,

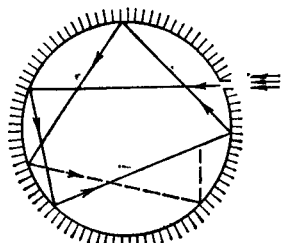
- 1) $\rho_{\lambda,T} = 1, a_{\lambda,T} = 0$ нур тўла қайтарилади (абсолют оқ жисм).
- 2) $\rho_{\lambda,T} = 0, a_{\lambda,T} = 1$ нур тўла ютилади (абсолют қора жисм).

Табиатда абсолют оқ жисм ҳам, абсолют қора жисм ҳам бўлмайди. Хар қандай жисм тушаётган нурланишнинг бир қисмини ютади, қолган қисмини қайтаради.

Фарқи шундаки, баъзи жисмлар кўпроқ қисмини ютиб озроғини қайтарса, бошқа жисмлар аксинча кўпроғини қайтариб, озроғини ютади.

Масалан, қоракуя учун $\lambda = 0,40 \div 0,75$ мкм сохада $a_{\lambda,T} = 0,99$. Нур ютиш

қобилияти ҳамма тўлқин узунликлар учун бир хил ва бирдан кичик бўлган жисм кулранг жисм деб аталади.

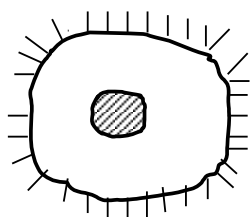


I.1 – расм.

$$a_{\lambda,T} = a_T = const < 1 \quad (6)$$

Одатда, ўзининг хусусиятлари билан абсолют қора жисмдан кам фарқ қиладиган Михелсон таклиф этган моделдан фойдаланилади (I.1-расм). Бундай модел жуда кичик тешиги бўлган берк ковак идишдан иборат.

Ихтиёрий тўлқин узунликдаги нур тешик орқали ковакка кириб қолгач, унинг ички деворидан кўп марта қайтиб, нур энергиясининг бир қисми ютилади, натижада нур энергиясининг жуда кичик улушигина ковакдан қайтиб чиқиши мумкин. Шунинг учун бундай моделнинг нур ютиш қобилияти 1 га жуда яқин бўлади.

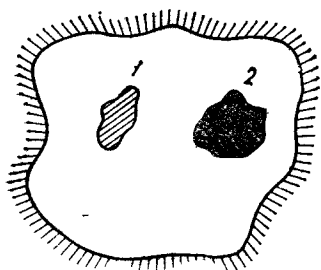


17.2 – расм.

Бу моделда нур қайтариш ва нур ютиш қобилиятидан ташқари T температурадаги жисмнинг бирлик сиртидан бирлик вақтда нурланаётган электромагнит тўлқинларнинг энергиясини ифодалайдиган катталиқ – T температурадаги жисмнинг нур чиқариш қобилияти ёки энергетик ёрқинлиги (e_T орқали белгиланади ва $Вт/м^2$, $(Ж/м^2с)$ билан ўлчанади)) деган тушунча киритилади.

Бундан ташқари, λ тўлқин узунликли, T – температурадаги жисм нур чиқариш қобилияти $e_{\lambda,T}$ дан фойдаланилади. Абсолют қора жисм нур чиқариш қобилияти $E_{\lambda,T}$ билан белгиланади.

Иссиқлик нурланиши бошқа турдаги нурланишлардан ўзининг бир хусусияти билан фарқ қилади. T температурадаги жисм иссиқлик ўтказмайдиган қобик



17.3 – расм.

билан ўралган деб фараз қилайлик (17.2 – расм). Жисм чиқарган нурланиш қобикқа тушиб ундан бир ёки бир неча марта қайтади ва яна жисмга тушади. Жисм бу нурланишни қисман ёки тўла ютади. Қисман ютса, қолган қисмини яна қобикқа қайтаради. Шунинг учун жисм вақт бирлиги ичида қанча энергия чиқарса, шунча энергия ютади ва жисмнинг температураси ўзгармайди. Бундай ҳолатни мувозанатли ҳолат дейилади. Шу сабабдан иссиқлик нурланишини мувозанатли нурланиш деб юритилади. Энди қобик ичида 2 та (17.3 – расм) бир хил температурадаги жисм бўлсин. Агар жисмлардан бири кўпроқ ютаётган бўлса, бу жисмнинг температураси ортиб кетади. Бунинг эвазига 2- жисмнинг температураси камайиб кетиши керак. Лекин бу термодинамиканинг 2 - қонунига зиддир. Айтайлик 1 - жисм оддий, 2 - жисм абсолют қора жисм бўлсин: нур чиқариш $1e_T$; $2E_T$; нур ютиш эса a_T ;

1 - жисм, 2 - жисм нурлантирган энергиянинг a_T қисмини, яъни $a_T \mathcal{E}_T$ энергияни ютади. Демак, 1 - жисм учун $e_T = a_T \mathcal{E}_T$, 2 - жисм 1 жисм чиқарган e_T энергияни ва бу жисм қайтарган $(1 - a_T) \mathcal{E}_T$ энергияни ютади, яъни 2 - жисм учун $E_T = e_T + (1 - a_T) \mathcal{E}_T$. Булардан $\frac{e_T}{a_{\lambda, E}} = E_T$ (7).

Бу Кирхгофнинг интеграл қонунидир: ҳар қандай жисмнинг муайян температурадаги тўла нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятининг нисбати ўзгармас катталиқ бўлиб, у аини температурадаги абсолют қора жисмнинг тўла нур чиқариш қобилиятига тенг. Агар иккала жисм оралиғига λ дан $\lambda + d\lambda$ гача тўлқин узунликдаги нурланишни ўтказиб, қолганларини қайтариб юборган филтр жойлаштирсак Кирхгофнинг дифференциал қонунини оламиз

$$\frac{e_{\lambda, T}}{a_{\lambda, E}} = E_{\lambda, T} \quad (8)$$

Ихтиёрий жисмнинг нур чиқариш ва нур ютиш қобилиятларининг нисбати бу жисмнинг табиатига боғлиқ бўлмай, барча жисмлар учун тўлқин узунлик ва температуранинг универсал функциясидир ва у абсолют қора жисмнинг нур чиқариш қобилияти $E_{\lambda, T}$ га тенгдир. Иссиқлик нурланиш назариясининг энг асосий вазифаси абсолют қора жисм учун $E_{\lambda, T}$ кўринишни топишдир. Абсолют қора жисмнинг тўла нур чиқариш қобилияти температуранинг 4- даражасига пропорционалдир $E_T = \sigma T^4$ (9) бунда σ - Стефан – Больцман доимийси ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/м²к⁴). (9) ифода Стефан – Больцман қонуни деб аталади.

Инсон кўзининг бошқа сезги аъзолари каби имкониятлари чегараланган бўлиб, белгиланган тўлқин узунликлари оралиғидаги нурларнигина кўра

олади. Бу чегарани кенгайтиришнинг иложи борми? Нега ҳамма нурларни кўролмаймиз? Инфрақизил нурларни кўрсатувчи техник воситалар қандай ишлайди? Уларнинг вазифаси нималардан иборат? Ўйлаймизки, бу каби қатор саволларга жавоб топишга ҳаракат қиламиз.

Атрофимиздаги ҳамма нарса ўзидан нур тарқатади. Янада аниқроқ қилиб айтганда, молекулалар ҳаракати тўхтайдиган 0°K ҳарорат, яъни ҳарорати -273°C га тенг бўлмаган ҳамма нарса ўзидан электромагнит тўлқин чиқаради. Тарқалаётган бу нурларнинг тўлқин узунлиги нанометр улушларидан юзлаб километргача бўлган спектр оралиғида ётади. Деярли ҳамма нарса ҳарорати 0°K дан юқори бўлади. Демак, бир маънода биз электромагнит тўлқинлар уммонида яшаймиз. Лекин, кўзимиз кўрадиган нурлар бу бепоён уммондан бир томчи холос. Нурларнинг кўриниш ёки кўринмаслиги уларнинг энергиясига боғлиқ.

Тўлқин узунлиги қанча кичик бўлса, унинг энергияси шунча катта бўлади. Тўлқин узунлиги $0,3$ мкм.дан қисқа нурларнинг энергияси кўзимиздаги оқсил молекуласи ва нуклеин кислоталарини зарарлантирадиган даражада юқори (яъни кўз бунга дош беролмайди) бўлса, $1,8$ мкм.дан катта тўлқин узунлиқдаги ёруғлик энергияси сезгир пигмент - родопсинда фотохимёвий жараёнини юзага келтириши учун камлик қилади. Инсон кўзи эса $0,38-0,78$ мкм. оралиғидаги нурларни кўриш имкониятига эга. Бу ораликқа кирмайдиган нурларни кўролмаймиз. Аммо инфрақизил тўлқинларни сезишимиз мумкин. Инсон танасида совуқни хис қиладиган 150 мингта рецептор бор. Улар, асосан, юқори лаб, бурун, дахан, кўкрак, пешона ва бармоқ териларида жойлашган.

16 мингта иссиқни хис қилувчи рецептор эса, асосан, бурун учи, қўлтиқ ости ва бармоқ учларида жойлашган. Инсон кўзи қисқа тўлқин узунлигидаги юқори энергияли нурларни кўришга дош беролмайди. Аммо катта тўлқин узунлигидаги нурларнинг бизга кўринмаслигининг бошқача фойдаси бор. Агар инфрақизил нурлар бизга кўринганида, биз кундузи эмас, фақат қоронғуда кўрган бўлардик. Кўзимизда маълум ҳарорат (37°C) борлиги учун, у ҳам ўзидан инфрақизил нурлар диапазонида ётадиган нур чиқаради. Кўзимиздан чиқаётган инфрақизил нур атрофни яхши кўришимиз учун ҳалақит берар, аммо қоронғуда жисмларни аниқ кўришга хизмат қиларди.

Назорат саволлари:

1. Кучли ўзаро таъсир.
2. Кучсиз ўзаро таъсир.
3. Кенгаювчи коинот.
4. Катта портлаш қачон юз берган.
5. Галактикаларнинг узоклашиши
6. Галактикаларнинг узоклашиш тезлиги. Антizarрачалар.

2-мавзу

Бирламчи ядровий реакциялар ҳамда дастлабки нуклеосинтез ва энгил элементларининг тарқалиши. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши ва эволюцияси.

Режа:

1. Бирламчи ядровий реакциялар ҳамда дастлабки нуклеосинтез ва энгил элементларининг тарқалиши.
2. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши ва эволюцияси.

Таянч иборалар: ядровий реакциялар, дастлабки нуклеосинтез, юлдузлар, галактикалар.

Бундан 100 йил аввал барча моддалар атомлардан, улар эса ўз навбатида 3 та фундаментал зарралардан ташкил топганлиги маълум бўлди (мусбат зарядланган протонлар ва электр жихатдан нейтрал бўлган нейтронлар – марказий ядрони ташкил этади, манфий зарядланган электронлар ядро атрофида орбиталар бўйлаб ҳаракатланади).

Ҳозирги даврга келиб бизга нима маълум бўлди? Энг муҳими шундан иборатки, бизнинг атрофимиздаги барча моддалар атомлардан ташкил топган. Улар табиатимизнинг ғишлари бўлиб, доимий ҳаракатда бўлишади, катта масофаларда улар бир бирларига тортишади ва шу билан биргаликда жуда яқин масофаларда бир бирларидан итаришади. Маълумки, атомнинг улчамлари 10^{-10} см = 1 Ангстремга тенг. Ушбу ўлчамларни кўз олдига келтириш учун қўйидагини мисол сифатида қараш мумкин. Масалан, агар оддий олмани Ернинг ўлчамларигача катталаштирсак. у ҳолда олма атомларининг ўлчамлари олма ўлчамларининг ўзига тенг бўлиб қолади. Атомнинг ҳамма мусбат заряди ва атомнинг деярли бутун массаси радиуси 10^{-14} см тартибида бўлган жуда кичик ҳажм ичида мужассамлашган мусбат ядродан иборат ва атом ядроси атрофида эса 10^{-8} см. тартибда бўлган масофаларда орбиталар бўйлаб манфий зарядланган электронлар ҳаракатланади. Электроннинг ўлчамларини ҳозиргача ўлчаш имкони бўлмади. Фақат шу нарса маълумки унинг радиуси 10^{-16} смдан кичик. Ядронинг улчамлари эса 10^{-13} см га тенг. Ўз навбатида ядролар протонлар ва нейтронлардан ташкил топган. Электрон протон ва нейтрондан 2440 марта энгилроқдир. Энди яна бир

савол туғилади. Протон ва нейтронларнинг ўзлари нималардан ташкил топган? Жавоб маълум: улар кварклардан ташкил топишган. Электрон-чи нимадан ташкил топган? Ҳозирча бу саволга жавоб йўқ. Юқорида қайд этилган табиатнинг барча жараёнлари Коинотда содир бўлади. Коинотнинг улчамларига эса 10^{28} см га тенг, бу эса 10^{10} ёруғлик йилига тенг. Бир йил давомида ёруғлик босиб ўтадиган масофа ёруғлик йили деб аталади ва у $9,5 \cdot 10^{12}$ км ёки тахминан 10^{18} см га тенг. Ердан Қуёшгача бўлган масофа $1,5 \cdot 10^{13}$ см (150 млн км) га тенг, Ернинг радиуси эса $6,4 \cdot 10^8$ см (6400км). Коинотдаги протонлар ва нейтронларнинг сони тахминан 10^{78} - 10^{82} га тенг. Қуёш таркибида тахминан 10^{57} протонлар ва нейтронлар мавжуд. Ерни ўзида эса уларнинг сони $4 \cdot 10^{51}$ га тенг. Табиатнинг барча нарсалари атомлардан ташкил топган, шу жумладан биз ва сизлар ҳам.

Табиатдаги атомлар билан ажралмас ҳолда ўзаротаъсирлар тушунчаси ҳам мавжуд. Қаттиқ жисмда атомлар бир бирлари билан нима орқали боғланган? Нима сабабдан бизнинг Ер сайёрамиз Қуёш атрофида ёпик орбита бўйлаб ҳаракатланиб ундан учиб кетмайди? Нима учун ядродаги протонлар, яъни мусбат зарядланган заррачалар, электр жиҳатдан бир биридан итаришади ва улар бир биридан узоқлашмайди? Уларни қандай кучлар бирга ушлаб туради? Табиатда ҳозирги пайтда 4 хил ўзаро таъсир кучлари мавжуд.

Электромагнит

Гравитацион

Кучли

Кучсиз

Электромагнит ўзаротаъсир кучлар зарядланган заррачалар орасидаги ўзаро таъсирларни ифодалайди. Сиз қўлингиз билан стол устига босганингизда вужудга келадиган кучлар електромагнит табиатга эга бўлади. Бу ерда бир вақтнинг ўзида ўзаро тортишиш ва итаришиш кучлари намоён бўлади.

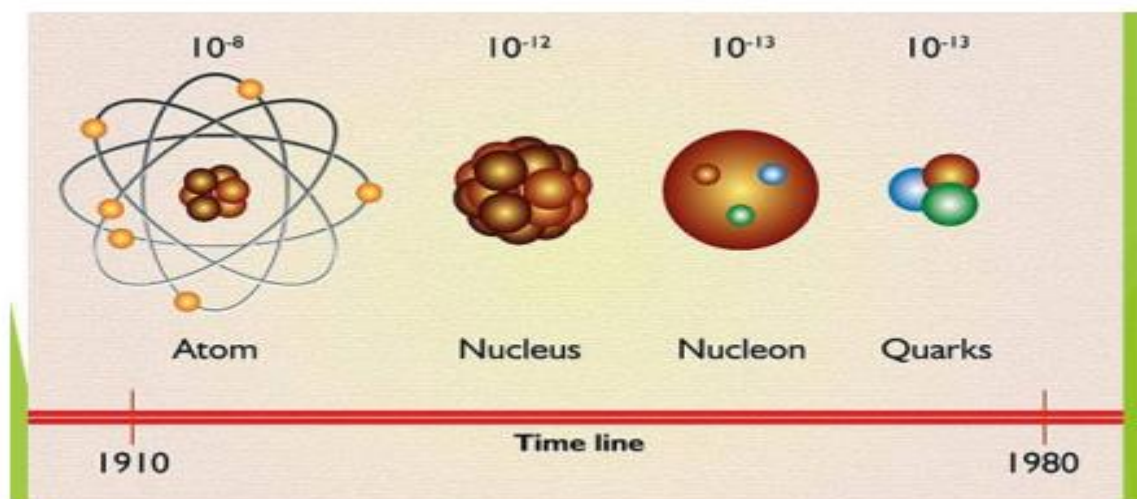
Гравитацион ўзаро таъсирларни биз бутун олам тортишиш қонуни орқали биламиз. Ер ва Қуёш орасидаги тортишиш кучлари сайёрамизни Қуёш атрофида орбита бўйлаб ҳаракатлантиришга мажбур этади. Гравитацион кучларининг борлиги туфайли юлдузларнинг ёниши рўй беради. Айнан шу кучлар оқибатида атом ядроларнинг яқинлашиши учун керак бўлган кинетик энергия пайдо бўлади ва натижада термоядро реакцияси бошланади ва бу реакция Коинотдаги юлдузларнинг асосий энергия манбасини таъминлайди. Кучли ўзаро таъсир кучлар юқорида қайд этилган кучлардан фарқли равишда кичик масофаларда ўзларини намоён қиладилар. Уларнинг таъсир радиуси 10^{-13} см тартибида бўлиб,

протон ва нейтронларнинг орасидаги ўзаротаъсир кучларидир. Бу кучлар хар доим тортишиш характерига эгадир.

Ниҳоят охирги ўзаротаъсир кучлар бу кучсиз ўзаро таъсир кучлардир. Ушбу ўзаротаъсир кучлари – кайд этиш мушкул бўлган заррачаларни, масалан, нейтрино каби заррачаларнинг ўзаро таъсирлашишида намоён бўлади. Масалан, нейтроннинг β емрилиш ходисасини ушбу ўзаротаъсир кучлари орқали тушунтириш мумкин. Маълумки эркин нейтрон стабил заррача эмас ва 15 минутдан кейин у протон, электрон ва антинейтринога бўлиниб кетади. Юқорида кайд этилган ўзаротаъсир кучларини бир бирлари билан миқдор жихатдан солиштирсак, у ҳолда қўйидаги манзарани кўриш мумкин.

Агарда ядродаги протон ва нейтронларнинг ўзаро таъсир кучларини нисбий катталигини 1 га тенг деб ҳисобласак, куч катталиги бўйича кейингиси электромагнит ўзаро таъсир кучлари бўлади, унинг қиймати 10^{-2} ундан кейингиси кучсиз ўзаротаъсир кучлари 10^{-5} . Гравитацион ўзаро таъсир кучларининг қиймати эса тахминан 10^{-40} , яъни бу маънода кучлар ичида энг заифидир.

Сўнги пайтларда протон ва нейтронлар ҳам ўз навбатида фундаментал объектлар – кварклардан ташкил топганлиги маълум бўлди. Олти кварклар, олти лептонлар (электрон, мюон, тау ва учта мос нейтринолар) ва тўртта ўтиш вектор бозонлар билан биргаликда Коинотдаги моддаларнинг асосини ташкил этади.



-расм. Табиатдаги элементар зарралар.

Юқори энергиялар физикаси ва астрофизика ушбу моддаларни ташкил этувчи фундаментал объектларнинг хоссаларини ва хусусиятларини ўрганadi. Уларнинг хусусиятлари тўртта маълум фундаментал ўзаро таъсир кучлари – гравитацион, кучли ядро, электромагнит ва кучсиз ядро –

ёрдамида тавсифланади. Шуни таъкидлашки лозимки, хозирги замон тасаввурларига кўра кучсиз ядро ва электромагнит ўзаро таъсирлар битта таъсирнинг икки ҳил намоёнланишидир. Яқин келажакда ушбу таъсир кучли ядро таъсири билан биргаиликда “Катта бирлашган назария”ни ташкил қилиши ва улар гравитацион ўзаро таъсир билан биргаликда “Ягона ўзаро таъсир назарияси”га бирлашиши физиклар томонидан кутилмоқда.

Назорат саволлари:

1. Бирламчи ядровий реакциялар
2. Дастлабки нуклеосинтез ва енгил элементларнинг тарқалиши.
3. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши қандай бўлган.
4. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг эволюцияси.

3-мавзу:

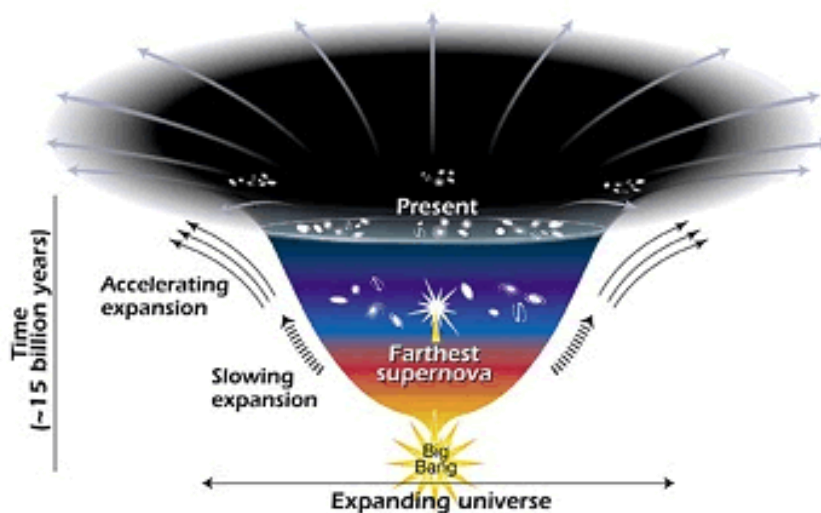
**Замонавий релятивистик космологияда материянинг янги формалари:
қоронғи материя ва қоронғи энергия.**

Режа:

1. Замонавий релятивистик космологияда материянинг янги формалари
2. Қоронғи материя ва қоронғи энергия.

***Таянч иборалар:** материя, релятивистик космология, қоронғу материя, қоронғу энергия.*

Дастлаб коинотдаги модда хақида суҳбатлашамиз. Маълумки, модда атом ядроларидан – нуклидлардан ташкил топган. Ядрода эса ўз навбатида протонлар ва нейтронлар жойлашган. Уларни нуклонлар деб аташади. Протонлар сони ядронинг зарядини аниқлаб беради (Z), протон ва нейтронларнинг (N) умумий сони унинг масса сони дейилади (A), яъни $Z + N = A$. Шундай қилиб ядронинг икки параметри – Z ва A – нуклид ва модданинг характеристикасини аниқлаб беради.



Коинотнинг катта портлашдан кейин кенгайishi.

Масалан коинотда энг енгил саналган ва кенг тарқалган Водород атоми учун $Z=1$ (унинг белгиланиши – ^1H), оғир ядролардан бири саналган уран учун эса $Z = 92$ (^{92}U). Астрофизиканинг асосий вазифаларидан бири бу коинотдаги мавжуд бўлган 300 га яқин нуклидларнинг пайдо бўлиши ва тарқалганлик тақсимотини ўрганишдан иборат.

Қуёш бизнинг системамизнинг марказий жисмидир. Қуёш G синфига мансуб булган урта каталикдаги 150 млн км узокдир. Қуёшнинг эффектив температураси.

$$T_{\text{с}} \approx 5578 \text{ C}$$

$$\rho_{\text{с}} \approx 1,4 \text{ г/см}^3$$

$$\mu_{\text{с}} \approx 2 \cdot 10^{33} \text{ кг. } \kappa \approx 2 \cdot 10^{36}$$

$$R_{\text{с}} \approx 696 \cdot 10^3 \text{ км}$$

$$t_{\text{марказ}} \approx 15 \text{ млн C}$$

$$g_{\text{с}} \approx 274 \text{ м/с}^2$$

Қуёшни тула сирти буйича 1 см да чиқарган энергияси

$$E_{\text{с}} \approx 3,9 \cdot 10^{33} \text{ эрг/сек}$$

$$\kappa_{\text{с}} \approx 1,95 \text{ кал/см}^2 \text{ мин}$$

1 см² юзадаги чиқарилган энергия эса

$$1 \text{ см}^2 \kappa E_{\text{с}} \approx 6,28 \cdot 10^{10} \text{ эрг/сек см}$$

Қуёшнинг айланиш давридаги о\ирлиги

Қуёш суюк газ булиб, экваториал ва қутбий шолатларга эга.

$$T_{\text{эк}} \approx 25^{\text{d}}$$

$$t_{\text{уут}} \approx 30^{\text{d}}$$

Қуёшнинг фотосферасида ёруғлик бир т екис тақсимланмаган Қуёёшнинг четларига қараб ёруғлик камайиб боради. Бу эса Қуёшнинг юзи

температураси бир хил эмаслигини курсатади. Шунинг учун Қуёш чети ва маркази орасидаги ёруғлик интенсивлиги турлича бўлади.

Қуёшнинг бутун сирти бўйлаб температураси тақсимланишини урганиш учун унинг ρ қисмидаги температураси узгариши урганилади. Агар.

$$\Theta \propto \rho^2 \quad (1)$$

(1) тенг булса, энергия миқдорининг даража курсаткичи қуйи.

$$e^{-t \sec \Theta} \rightarrow 0 \quad (2)$$

Бутун Қуёш сирти бўйлаб энергияси интенсивлиги асосан қуйидаги функция орқали аниқланади:

$$I_v(0;\theta) \propto V_v(T_{\text{сирт}}) \quad (3)$$

Бордию Қуёш марказидан чиқаётган энергия интенсивлиги

$I_v(0;\theta)$ шу учунгина уринли булса, у вақтда (2) функцияни

$$e^{-t \sec \Theta} \propto e^{-tv} \quad (4)$$

бу ерда t (5) қисмидаги Қуёшни энергиясига туғри келадиган температуранинг шарактерлайди. (3) ва (4) дан қурииб турибдики Қуёш фотосферасидаги температура узгарувчан шарактерига эга.

$$I(0;\theta) \propto T(0;\theta)(1+U+U \cos \theta) \quad (5)$$

Қуёшнинг четига томон қорайиб боришини (4) функция билан ифодаланади. U қорайиш коэффициентини дейилиб, у доимо 0,56 га тенг. Қуёш спектри ютилиш спектри булиб, у асосан 3100-3900А булган тулқин узунлигига тенг бўлади.

Спектр қуйидагича жойлашади (-расм). Қуёшдан келаётган 3100-3900 гача нурлар урганилган. Рентген нурлари эса Ҳозир урганилмоқда Қуёш спектри Рентгени нурланишидан то ралионурланишгача манбаига эга. Спектрда водород ва гелийнинг атомларига тегишли чизиклар жуда ҳам кам интенсивдир. Бундан ташқари жуда кўп химиявий элементларнинг чизиклари ҳам круинади. Хромосфера ва Қуёш тожи чакнаш спектрлардан иборат бу чакнаш спектрида асосан водород ва гелийнинг чизиклари холос.

Фотосферани устида кузатиладиган объектлардан бири бу Қуёш доғидир. Фотосферадаги температура 5770-6000С булса, доғнинг температураси 4500-4700С бўлади. Температуранинг 1500-1300 фарқи Қуёш доғининг алоҳида қуринишига имкон беради. 1 та доғнинг уртача умри 2,3 ат шисобланиб улар сутка давомида узгариб туради. Доғларнинг группалари ва сони Қуёш активлигини шисоблашга имкон беради. Ва у Вольф сони билан қуйи. Тенг.

$$W_{kk} \propto 10g + f \quad (6)$$

бе ерда текшириш коэффициентига боʻлиқ

g -группалар сони.

f - доʻлар сони;

Фотосферанинг устида жойлашган хромосферанинг температураси бир неча $10\,000^{\circ}\text{C}$ боради. Хромосфера ташқи қатламлар даги зичлик

$$\rho_x \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3$$

Хромосферанинг бундай зичлигида унинг температураси 10^6 град оз қатламлардан ташқарида Қуёш тожлари жойлашади.

Қуёш тожининг модда зичлиги

$$\rho_{\text{тож}} \cdot 10^{-7} - 10^{-8} \text{ гр/см}^3$$

Хромосферадан ташқарида турган бир неча 100000 км ли газ булутларига эса протуберанецлар дейилади. Баъзи шоларда улар Қуёш тожи томон кучли оқимлар шосил қилади. Бу оқимлар кучли магнит майдонини юзага келтиради. Қуёшнинг шарактеристик катталикларидан бири унинг эффектив температураси T , Қуёш радиусини r қисмида унинг температураси қуйидагича ифодаланади.

$$T_0 \cdot T_{\text{эф}} \cdot \sqrt{2(1+2\sqrt{3}\tau)}$$

Агар $\tau \ll 0$ булса, у шолда Қуёшнинг температураси

$$T_0 \cdot T_{\text{эф}} \cdot \sqrt{2} \quad (4)$$

Демак, бундан куришиб турибдики, оптик чуқурлик τ ортса Қуёшнинг шарорати ҳам ортиб боради. Қуёш активлигини даврий узгариши доимо 11 йил даврда такрорланиб туради.

Қуёшнинг ички тузулишини мураккаб булиб, у асосане қуйидаги модул асосида урганилади.

1. Термояядро реакциялари зонаси.
2. Энрегияни нур оркали ташиш зонаси.
3. Конвектив зона.
4. Фотосфера
5. Хромосфера зонаси.
6. Қуёш тожи.

Қуёш марказидаги температура юқори булиб, квант утади. Натижада рентген нур чиқади. Уз навбатида бу ҳам ютилиб кузхга куриномас нур чиқади. Кушнинг ички босими температураси каби параметрга узаро боʻлиқ равишда қуй. Ёзидлиши мумкин.

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot U \cdot g \cdot \frac{m \cdot g}{S}$$
$$\rho \cdot (\rho_1 + \rho_2) \cdot \sqrt{2} \quad (2)$$

Молекуляр кнетик назарияга асосан

$$PV_{\kappa} \nu RT \quad (3)$$

Бу шолга нисбатан уртача зичликка босим билан болаб куйидагича ёзиш мумкин.

$$\bar{\rho} = \frac{m}{v} = \frac{p\mu}{2RT} (P_1 + P_2) \quad (4)$$

(3) ва (4) ифодадан фойдаланиб босим фарқини зиш мумкин.

$$P_1 - P_2 = \frac{\mu g}{2RT} (P_1 + P_2) * mH \quad (5)$$

Бу ерда Н бирор қийматга тенг булса, булар орасидаги муносабат куйидаги ифодадан топилади

$$mgH = \frac{mRT}{\mu} \quad (6)$$

(6) ифодадан н ни топиш мумкин.

$$H = \frac{RT}{g\mu} \quad (7)$$

(7) га асосланиб Н ни баландлик шкаласи дейиш мумкин. Бундан куришиб тунрибдики пропорционал равишда Қуёшни $R/2$ қисмидаги зичлиги ρ , g , T ортиб боради. Н га нисбатан босимни сезиларли узгариши куйидагича топилади.

$$P_1 - P_2 \approx 1/2 (P_1 + P_2) \quad (8)$$

ёки (8) ифодани куйидагича ёзиш мумкин.

$$2P_1 - 2P_2 \approx P_1 + P_2 \quad (9)$$

Натижада P_2 куйидагига тенг булади.

$$P_2 \approx 3P_1 \quad (10)$$

(10) дан куришиб турнибдики P босимга нисбатан P_2 3 марта ошади.

$$T \approx 10^4 \text{ C}$$

Шунингдек $g \approx 274 \text{ см/с}^2$ $\mu \approx 1/2$ қисмида $H \approx 600 \text{ км}$ босимлиги келиб чиқади. Босим ва зичликни маълум баландликда белгилаш учун гидродинамика мувозанат конунларидан фойдаланамиз. Қуёшнинг ихтиёрий танлаб олинган K нуқтаси учун унинг параметрлари булган ρ ва P ларни ифодалашга щаракат киламиз. Қуёшнинг $1/2$ қисмидаги босимни топишда унинг $\mu \approx 1/2$ қисмидаги босими топилади.

$$P \approx \rho g 1/2 R \quad (11)$$

Бу белгилашларга асосан Қуёшнинг K нуқтасидаги g сини аниқлаш мумкин.

$$g_k \frac{\frac{1}{8} \mu_0}{\frac{1}{2} R_0} = \frac{1}{2} \frac{\mu_0 \gamma}{R_0} = \frac{1}{2} g_0 \quad (12)$$

Агар малум булса, у вақтда шу вақтда шу нуқтадаги босимни топиш мумкин.

$$p = \frac{\rho \mu}{RT} \frac{1}{2} \gamma \frac{M_0}{R^2} \frac{R_0}{2} = \frac{1}{4} \frac{\rho \mu_0 M}{RR_0 T} \quad (13)$$

1. (13)ифодадан Қуёшни босимини қуйидагича шарактерилаш мумкин.

$$p = \frac{1}{4} \rho_0 \gamma \frac{M_0}{R_\oplus} \quad (14)$$

Газ шолат тенгламасини қуллаб,

$$U = \frac{R_0}{2}$$

Қуёш температурасини топиш мумкин. Бу баландликка мос келадиган температура

$$T_{нқ} \approx 3 \cdot 10^6 \text{ C}$$

Қуёшли ионлашган водород деб караш мумкин. Шунинг учун $\mu \approx 1/2$ га тенг. Натижада Қуёшнинг температураси қуйидагича топилади.

$$T_0 \frac{\mu P}{R_0 \rho_0} = \frac{\mu \gamma M_0}{4\pi R_0^2} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ K} \quad (15)$$

Назорат саволлари:

1. Замонавий релятивистик космологияданнинг ўрганилиш объектлари нимадан иборат?
2. Материянинг янги формалари нималардан иборат?
2. Қоронғи материя ва қоронғи энергияга изох беринг.

4-мавзу: Хозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши. Ўта янги юлдузлар.

РЕЖА:

1. Хозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши.
2. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши.
3. Ўта янги юлдузлар.

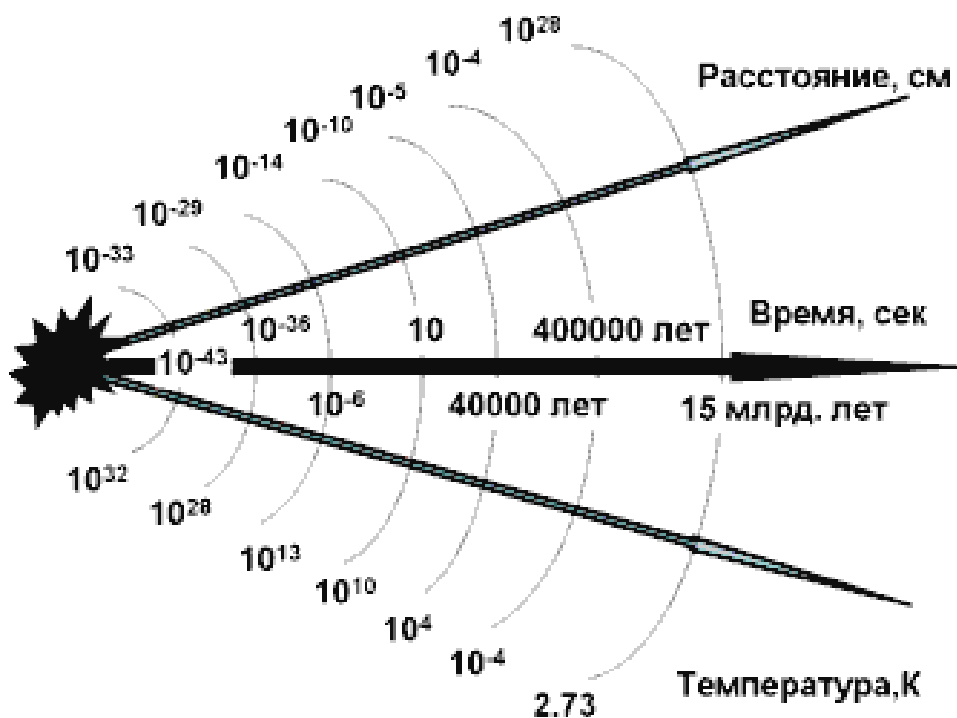
***Таянч иборалар:** юлдузлар, оғир элементлар, ўта янги юлдузлар*

Буюк физик олимлар И. Ньютон ва А. Эйнштейнлар коинотни статик деб ҳисоблаганлар. И. Ньютон коинотнинг сиқилишидан кўрқиб, ундаги галактикалар сонини чексиз катта деб ҳисоблаган. А. Эйнштейн 1917 йилда эса ўзининг умумий нисбийлик назариясида катта массага эга бўлган осмон жисмларининг бир-биридан узоқлашишини тавсифлаш учун сунъий равишда космологик ҳадни киритган. Шу йилнинг ўзида америкалик олим В. Слайфер космик туманликларнинг узоқлашиши ҳақидаги илмий ишини чоп этган, 1924 йилда эса рус олими А. Фридман узоқлашувчи галактикалар назарияси – кенгаювчи Коинот назариясини ишлаб чиқди.

1929 йилда америкалик Э. Хаббл галактикаларнинг узоқлашишини кузатув натижалари орқали исботлади ва Фридман гипотезаси узоқлашаётган галактикалардан (разбегающие галактики) келаётган электромагнит нурларнинг қизил силжиши натижасида экспериментал тасдиғини топди. Галактикаларнинг узоқлашиш тезлиги уларгача бўлган масофага пропорционал эканлиги аниқланди. Ушбу экспериментал натижалар ёрдамида Коинотнинг ёши баҳоланди – бу ёш тахминан 15 миллиард йилга тенглиги аниқланди. Шундай қилиб космологияда янги давр бошланди.

Табиий савол ўз-ўзидан туғилади: Коинот ривожланишининг бошида нима бўлган?

XX асрнинг 40-йилларида буюк олим Г. Гамов олам яралишининг янги назариясини таклиф этди. Унга кўра бизнинг коинот Катта портлаш натижасида вужудга келган (расмга қаранг).



2-расм. Катта портлаш диаграммаси – Кенгаювчи коинотнинг характеристикаси ва пайдо бўлиши ҳамда асосий даврлари. 10^{-43} секундгача ҳамма ўзаро таъсирларнинг Буюк бирлашиши даври хукронлик сурган ва 10^{-6} секундда кваркларнинг адронларга бирлашиши билан тугаган. 10 секунддан бошлаб радиацион эра бошланган, яъни нурланиш зичлиги модда зичлигидан катта бўлган. 40000 йилдан сўнггина модданинг зичлиги нурланиш зичлигидан устун бўла бошлаган. Бунинг натижасида атомлар пайдо бўла бошлаган (4.000.000 йилдан сўнг). Модданинг доминант даври 15 миллиард йил ўтгач ҳам бизнинг вақтимизгача сақланиб келмоқда.

Катта портлаш бу дастлабки пайтдаги Коинотнинг кичик хажмида мужассамлашган улкан зичлик, температура ва босимнинг кенгайиш жараёнида пасайиб боришидир. Дастлабки пайтда Коинот 10^5 г/см³ зичликка ва 10^{10} К температурага эга бўлган. Таққослаш учун Қуёшнинг марказидаги температура ушбу хароратдан 1000 марта кичикдир.

Инфляция эраси

Инфляцион эра деб номланган қисқа муддат ичида (10^{-36} сек) кичкинагина коинотимиз фундаментал заррачалардангина иборат бўлган. Ушбу фундаментал заррачалар нуклидлар, протонлар ва нейтронлардан фарқли равишда бўлинмасдир. Ушбу заррачалар фермионлар бўлиб, протон ва нейтронларнинг таркибий қисмини ташкил этади ва бир-бири билан ягона ўзаро таъсир кучлари орқали таъсирлашган (ушбу таъсир кучлари фақат коинотнинг дастлабки этапида мавжуд бўлган). Ушбу ўзаро таъсир бозонлар орқали амалга оширилган. Бундай бозонларнинг тўрт тури маълум – фотон (гамма квант), глюон ва иккита W ва Z бозонлар. Фундаментал заррачаларнинг

Ўзлари эса 6 хил кварклар ва 6 хил лептонлардан иборат фермионлардир. Айнан шу 12 та фундаментал заррачалар гурухи ва 4 та бозонлар дастлабки Коинотнинг “хамиртуруши”ни ташкил этган. Шу ўринда булардан ташқари хар бир фундаментал зарранинг антизарраси бор эканлигини хам қайд этиш лозим¹. Анти заррача заррачадан қайсидир зарядининг ишораси билан фарк қилади. Энг содда холда бу заряд электр заряди бўлиши мумкин (расмга қаранг). Масалан, лептонлардан бири электрон манфий ва мусбат зарядга эга бўлиши мумкин. Мусбат зарядланган лептон позитрон деб номланади ва у электроннинг антизаррачасидир. Антизаррачалар фотон ва айрим заррачалардан ташқари (улар учун анти заррачалар хам ўзлари хисобланадилар) барча заррачаларда мавжуд.

Коинот тузилиши шақидаги замонавий тасаввурлар билан танишамиз. Бу бизга Қуёш системамиз, жумладан Ернинг Коинотдаги урни шақида тушунча беради.

Тунда қоронғу осмонга қараб бутун осмон буйлаб чузилган ёруғ камарга кузимиз тушади. Бу — Сомон йулидир. Сомон йули буйлаб кузатилса, унинг ҳамма қисмининг кенглиги бир хил эмаслигига кузимиз тушади. Оддий дала дурбин ёхуд кичикроқ телескопдан Сомон йулиги қаралгандаёк у \иж-\иж юлдузлардан ташкил топгани куринади. Унинг айрим қисмларида юлдузлар асло қуринмайди. Бунинг сабаби, Сомон йулининг шу қисмида жойлашган газ-чанг булутлар булиб, уларда юлдузларнинг нурланишлари ютилиб бизга қуринмайди. Осмонда куринадиган барча юлдузлар, Галактикамининг таркибини ташкил қилади.

Бизни Қуёш хам (бир оддий юлдуз сифатида), шу улкан юлдузларнинг тудасининг аъзоси булгани учун биз уни Бизнинг Галактикамиз деб номлаймиз. Галактикамизга қирувчи юлдузларнинг асосий қисми фазода эгаллаган формаси қавариқ линза қуринишига ухшайди. Линза қуринишидаги Галактикамининг диаметри салкам 100 минг ёруғлик йилига тенг, қалинлиги эса 7 минг ёруғлик йилига тенгдир. Қуёш системаси, Галактикамининг марказидан унинг радиусининг 2/3 қисмига тенг масофада (33 минг ёруғлик йили) жойлашади. Агар Галактикамиз дискига (яъни Сомон йули текислигига) тепадан туриб, бошқача айтганда, унинг текислигига тик йуналиш томонда туриб қаралса, Галактикамиз - марказдан спирал қуринишда тарқалувчи, соат маятниги пружинасини эслатувчи енглар қуринишини олади. Қуёш системаси томондан қаралганда, Галактикамининг марказий ядроси +авс юлдуз туркумига проекцияланади.

¹ T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics, Volume I, Cambridge University Press, 2010

Хисоб-китоблар, Галактикамизда, 150 млрд га яқин юлдуз борлигини маълум қилади. Махсус кузатишлар эса, юлдузларнинг улкан бу тудаси унинг маркази атрофида айланишини маълум қилади. Барча юлдузлар, жумладан Қуёш (уз “оила аъзолари”- планеталарни эргаштириб), Галактикамиз ядроси атрофида Сомон йули текислигига (Галактикамизнинг экватор текислиги ҳам дейилади) параллел равишда айланади. Бунда юлдузларнинг тезликлари, уларнинг Галактикамиз ядросига яқин ёки узок жойлашганига кура шар хил булади. Қуёш ва унинг яқинида жойлашган юлдузларнинг айланиш тезликлари секундига 250 км ни ташкил қилиб, даври тахминан 200 млн йилга тенг.

Юлдузлар Галактикамизнинг асосий қисмини ташкил қилади. Бироқ бу деган суз, у фақат юлдузлардан тузилган дегани эмас, унда юлдузлардан ташқари юлдузларнинг турли системалари (қушалок юлдузлар, каррали юлдузлар, юлдуз тудалари ва гужлари), юлдузлараро газ ва чанг мухит (булутлар ва туманликлар), космик нурлар (водород ва гелий атомлари ва бошқалар) учрайди. Галактикада материя: шар иккала қуринишда модда ва майдон (электромагнит ва гравитацион майдон қуринишида) ҳам учрайди.

Асримизнинг 20-йилларида Галактикамиздан ташқарида, миллионлаб ёруғлик йили масофасида, бизнинг Галактикамизга ухшаш ва миллиардлаб юлдузлардан ташкил топган куплаб Галактикалар мавжудлиги аниқланган.

Ташқи Галактикалар уз улчамларига кура, турлича катталикларда учраб энг йириклари миллиардлаб миттилари эса бир неча миллионлаб юлдузни уз ичига олади. Гигант галактикаларнинг улчамлари 50 минг парсеккача (яъни диаметри 150 минг ёруғлик йилигача) боргани шолда, энг кичиклари бир неча 100 парсекдан ортмайди.

Галактикалар ташқи қуринишлари билан ҳам бир- бирларидан кескин фарқ қилиб, улар асосан учта гуруцга булинган: *эллиптик, спирал ва нотури* формадаги галактикалар.

Улкан галактикалардан бири Андромеда юлдуз туркумида проекцияланиб қуринади. Ва шу юлдуз туркумининг номи билан Андромеда галактикаси (баъзан Андромеда туманлиги) деб юритилади. Андромеда туманлиги биздан 2 миллион ёруғлик йилига тенг масофада ётади. Шаво тиниқ булган то\лик районларда тунда уни оддий куз билан курса ҳам булади. У Андромеда юлдуз туркумида ёруғ туман до\ шаклида қуринади.

Спирал галактикалар коинотда кенг тарқалган булиб, бизга қушни бошқа шундай галактика М-51 номи билан машшур. Унгача масофа 1, 8 миллион ёруғлик йилини ташкил қилади. Нотури формадаги бизга қушни галактикалар Катта ва Кичик Магеллан булутлари деб ном олган.

Бир- бирига яқин жойлашган галактикалар узаро динамик боʻланиб, бу галактикаларнинг масса маркази атрофида айланадиган, бир системани ташкил этади. Галактикаларнинг бундай системаси -Машаллий галактик тудда дейилади. Коинотда машаллий галактик туддалар топилган. қувватли телескопларнинг ишга тушиши билан Коинотнинг куринадиган чегараси биздан янада катта масофага узоклашди. Бундай қувватли телескопларда кузатишлар, биздан жуда узок масофаларда галактикалар туддаларининг туддалари ҳам борлигини маълум килди. Улар фанда утагалактикалар деб ном олди. Утагалактикалар, бугунги кунда, Коинотда кузатиладиган энг йирик система шисобланади.

Умуман Ҳозирги замонда кузга куринадиган коинотнинг қисми (унинг радиуси 10- 12 миллиард ёруғлик йилини ташкил этади) эса Метагалактика деб юритилади. Метагалактикада юзлаб утагалактикалар кузатилиб, унинг чегараси ичидаги барча галактикаларнинг сони 10 миллиардга яқин деб тахмин қилади бугун астроном - олимлар.

Коинотда юлдузлар фақат якка шолда учрамай, узаро динамик боʻланган шолда қушалок, учтадан, турттадан ва ниҳоят жуда куп сонли - юзлаб, минглаб, тудда шаклида ҳам учрайди. Унлаб юлдузлардан бир неча минггача юлдузларни уз ичига олиб, узаро динамик боʻланган юлдузларнинг системалари- юлдуз туддалари ёки \ужлари деб юритилади.

Ташқи куринишига кура юлдуз туддалари икки группага - сочма ва шарсимон туддаларга булинади. Сочма юлдуз туддалари бир неча ун юлдуздан бир неча минггача юлдузларни уз ичига олгани шолда, шарсимон туддалар ун мингдан -юз минггача юлдузларни уз ичига олади.

Галактикамизда 800 га яқин сочма туддалар булиб. уларнинг диаметри 1, 5 парсекдан 15 парсеккача боради. Сочма юлдуз туддаларининг яхши урганилган типик вакиллари -Савр юлдуз туркумидаги Хулкар деб номланган тудда булиб, Қуёш системасидан парсекли масофада жойлашган.

Шарсимон юлдуз туддалари сочма юлдуз туддаларидан химик состави билан фарқланади. Хусусан сочма юлдуз туддаларининг спектрида оʻир элементларнинг миқдори 1-4 процентни ташкил қилгани шолда, шарсимон туддаларда атиги 0, 1-0, 01 процентни ташкил қилади. Бундай шол маълум галактикада шарсимон ва сочма юлдуз туддаларининг пайдо булишида турлича шароит мавжуд булганидан далолат беради. Шунингдек, бу шарсимон туддалар щали оʻир элементларга бойиб улгурмаган сферик формадаги протогалактик газ туманлигидан пайдо булган деган илмий гипотезанинг тугилишига олиб келди.

Юлдузлараро мухит.Юлдузлараро мухит асосан икки ташкил этувчидан иборат булади

- 1) Газ заррачаларида
- 2) Чанг заррачаларидан

иборат булади. Бу параметрлар коинотни ёки юлдузлараро муҳит белгиловчи асосий катталик .Фараз килайлик бирор i интенсивликка эга булган ёриткич ёки юлдуз $d \ll 1 \text{ см}^2$ булган юзадан утган I интенсивликка тенг булади Бу интенсивлик I эса юлдузлараро муҳитнинг зичлигига нисбатан қаршилиқка қараб интенсивлик қуйидагича узгаради.

$$I \ll I_0 10^{-3} \quad (1)$$

(1)дан куришиб турибдики интенсивликнинг узгариши a га болик булмай, I билан тескари боланган I интенсивликни 2- қадар камайишига сабаб булувчи зичлик уртача қуйидагича тенг булади.

$$\rho \approx 3,3 \cdot 10^{-22} \text{ г/см}^3$$

Бундай хорлда интенсивлик 1000 марта камаяди

Юлдузлараро муҳитда қутбланиш.Маълум юзани кузатиш учун телескопларнинг объекти олдида полероид анализатор қуйилади. Бу анализатор P уқи атрофидан айланиш вақтида объективдаги манба нурланиши максимумга эришади Ёки минимумлариминимумга, максимумлари максимумга эришади. Натижада интенсивлиги жуда юқори булган тасвир окулярга тушади.

Юлдузлараро муҳитда нурланишни интенсивлигини фарқлаш учун қутбланиш даражаси деган катталик киритилади ва у қуйидагича булади

$$P \approx \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (2)$$

Интенсивликни узгариши

$$I_{\max} - I_{\min} \approx I_{\min} \alpha^m, \quad (3)$$

тенг булиб, бу фарқ баъзида узгариб туради. Масалан оққуш юлдуз туркумини α сида

$$(I_{\max} - I_{\min}) \approx I_{\min} \alpha^m \approx 10^{-22}$$

Юлдузлараро муҳитда қутбланиш даражаси нурланиш билан бевосита болиқ булади Шунинг учун юлдуз катталдиги балан ҳам болиқ

$$\Delta m \approx 2,5 \lg \frac{I_{\max}}{I_{\min}} \quad (4)$$

Коинотда чанг заррачаларининг бундай қутбланиши астррфизик асосий катталикларидан бири щисобланади. Эруптив узгарувчи юлдузлар булиб, ёрқинлиги кескин узгарувчи (чакновчи) юлдузлардир. Уларнинг чакнашлари

портлаш шисобига булади. Портлаш туфайли бундай юлдузларнинг равшанлиги бир неча кун давомида унлаб миллион марта ортади яъни юлдуз катталиги 18-19 катталikka ортади. Юлдуз уз равшанлигининг максимумига эришганда, узи жойлаш- ган Галактика равшанлигидан унлаб марта куп равшанликка эга булади ва абсолют юлдуз катталиги -11 дан то -18 катталikkaча етади. Ута янги юлдузлар уз ёрқинлигининг максимумига, портлаш юз бергандан кейин 2-3 хафта утгач эришади ва сунгра бир неча ой давомида унинг ёрқинлиги 25-30 марта камаяди. Чақнаш давомида ута янги юлдузлар умумий нурланиш энергияси 10^{10} эрггача етади.

Маълум галактикада тахминан 100 йил ичида утаянги юлдузларнинг чақнаши 1-2 мартагина булиши мумкин. Тарихда бизнинг Галактикамизда ҳам бир неча ута янги юлдузларнинг чақнаши кузатилган. Булар ичида Савр юлдуз туркумида 1054 йилда Хитой астрономлари томонидан кузатилгани энг қувватлиларидан шисобланади. Бу юлдузни бир неча кун давомида портлашдан сунг кундузи ҳам куришнинг иложи булди. 1572 йили бошқа бир ута янги юлдуз Тихо Браге томонидан Кассиопея юлдуз туркумида, 1604 йили эса, Кеплер томонидан Илон Элтувчи юлдуз туркумида кузатилди.

Гарчи чақнаш механизмига доир назария шали тула ишлаб чиқилмаган булса-да, Ҳозирча юлдузларнинг портлаши улар эволюциясининг охириги стадиясида вужудга келадиган мувозанат- сизликнинг оқибати деб каралади.

Ута янги юлдузлар равшанликларининг вақт буйича узгариш шарақтери ва спектрига кура икки типга булинади. Ута янги юлдузларнинг I типини II типига нисбатан 5-10 марта равшан булиб, равшанлигининг максимумига тез эришади ва бу даврда унинг спектри туташ спектрга айланади. Сунгра куп утмай унинг спектрида кенг нурланиш полосалари пайдо булади. Ута янги юлдузларнинг II типига тегишли юлдузларнинг спектрида водород, гелий, азот ва бошқа элементларнинг ютилиш ва нурланиш чизиклари пайдо булади.

Симбиотик юлдузлар. Планетар туманликнинг бошлан\ич шарақати деб караш мумкин булган жисмлар ҳам кузатилади. Буларга олинбиотик юлдуз деб аталади. У симбиоз биргаларга яшаш дегани . Бундай юлдуз спектрида бир вақтнинг узида температурани нурланишнинг белгилари ҳам юқори температурали нурланишнинг белгилари ҳам кузатилади. Ҳозир бундан юлдузларнинг сони 20 атрофида .Уларнинг ҳаммаси Қуёш юлдузлари. Масалан Z -андромеда .

Ута янги юлдузнинг чақнаши янги юлдузга нисбатан улкан масштабда содир булади. Бирон бир масштабда ута янги юлдуз пайдо булиши кузатилса унинг ярақлаши бу юлдузлар ситемасининг ярақлаши билан бир хил тартибда булади. 1885 йил Андромеда туманолиги марказида чақнаган ута

янги юлдузнинг яраклаши 6 минутга етди. Туманликнинг яраклаши 4, 4 минутга етди. Кузатилганларнинг икким шотида ута янги юлдуз яраклаши узи пайдо булган гаолактиканинг умумий яраклашидан катталиги кузатилган. Ута янги юлдузлар максимумдаги абсолют катталиги 15 минутга тенг, яъни янги юлдуз яраклаши максимумдаги абсолют юлдуз катталигадан 7 минутга равшан булади. Баъзан ута янги юлдузлар уз максимумида М қ-20 минутга эришади. Бу эса Куёш ёркинлигидан 10 миллиард марта ортик. Бизнинг галактикада сунгги минг йил ичида 3 та ута янги юлдуз учраган 1054 йиолда Саврда , (Хитой йилномаларида) 1572 йилда Кассиопия Тихо кузатган .1604 йили Илон элтувчи юлдуз туркумилда Кеплер кузатган. Баъзи галактикаларда 10 йил давомида 3 та ёки 4 тагина юлдуз чакнайди. Ута янги юлдузлар яраклашининг узгариш хусусиятига караб 2 турга булинади,

SNI SNI.

- 1 -типдаги ута янги юлдузлар яраклаши жуда тез бир хафта атрофида максимумга эришиши ва ундан кейин 20 30 кун давомида пасайиши ва суткасига 0, 1 га камаяди.
- 2 типдаги ута янги юлдузлар М максимумдаги уртача қиймати -18,7 , 2 минимум учун -16,3 булади. 1- типда ута янги юлдлузнинг яраклаши амплитудаси 20.
- 3 Яраклаш максимуми яқинида бироз ушланади , лекин максимум дан 100 кундан кейин 1- типнинг камайишига нисбатан анча тез камаяди. 1-тип ута янги юлдузнинг спектри анча коронги ораликда булган ёруғ йулкалардан иборат Бу корон\у ораликлар спектрлаги бинафша томонга силжиганлигини англанади. Бу силжишнинг қиймати яқинлашигш тезлигининг 5000-20000 км\с га қийматига мос келади. Яраклаш максимумгача ва ундан кейин ҳам бироз вақт давомида температураси 10 000 К дан ёки ундан ҳам купроқ. Буладиган ута гигант спектрга ухшайди. Максимумдан бироз утнгандан кейин нурланиш температураси 5000-10000 К гача пасаяди. Унинг ёши қ 10^{10} йил 2- типдаги ута янги юлдузда температура узгаришлари 1-т типдагига ухшайди. Фақат кенгайиш тезлиги 15000 км\с га етади. Ёши 3 10^5 - 10^8 йил Портлаш вақтида фазога 10 т атрорфида масса чиқаради. Чакнаш вақтида ута янги юлдуз деярли 10^{48} эрг энергия сарфлайди. Юлдузлар ривожланиш назариясига кура ута чнги юлдулар чакнагнадан кейинги колдиги нейтрон юлдуздир.
- 4 Юлдузли осмонга диққат билан қараган киши юлдузлар бир-бирлари билан ранглари билан фарқланишини осон пайқайди. Маълумки темир киздирилаётганда дастлаб туқ қизил рангга кейин, шарорати орта бошлагач, зар\алдоқ, сарик ва охирида оқ рангга киради. Шунга ухшаб

юлдузларнинг ранги ҳам уларнинг сирт температуралари шақида маълумот беради. Хусусан Қуёшимиз сариқ рангдаги юлдуз щисобланади, температураси сиртида 6 000 К атрофида. Тук қизил рангда куринадиган юлдузларнинг температураси 2500- 3000 К, заргалдоқ рангдагилариники 3500- 4000 К, оқ рангдаги юлдузларнинг температураси эса 17-18 минг градус атрофида булади. Осмонда куринадиган юлдузлар ичида энг “қайно\и” кук-щаво ранг тусда булиб, уларнинг температуралари 25000- 50000 К орасида булади.

- 5 Юлдузларнинг марказга томон температуралари орта бориб, марказларида унлаб миллион градусни ташкил қилади.
- 6 Астрономлар юлдузларга тегишли мушм маълумотларни уларнинг спектрларини тахлил қилиб кулга киритадилар. Юлдузларнинг спектри, хусусан Қуёшнинг спектри ҳам чизикли ютилиш спектри булиб, ёруғ туташ спектрининг фонид атомлар, ионлар ва молекулаларга тегишли ютилиш (фраунгофер) чизиклари булади.
- 7 Юлдузларнинг спектрлари бир-биридан, уларда тулқин узунлиги буйича нурланиш энергиясининг турлича қиймат билан тақсимланишига кура фарқланади.
- 8 Шунингдек бу спектрлар, улардаги чизиклар акс юлдуз атмосферасининг химиявий таркиби ва шу чизикларнинг интенсивликлари билан ҳам бир-биридан фарқ қилади.
- 9 Температуралари бир-бирига яқин юлдузларнинг химиявий таркиби, бир- биридан кескин фарқ килмайди. Юлдузлар спектрида энг куп тарқалган элементлар водород билан гелийдир.
- 10 Спектрларининг куруниши ва юлдуз атмосферасининг физик щолати, куп жихатдан, унинг температурасига бо\лик булади.
- 11 Юлдузларнинг спектрлари еттита асосий спектрал синфларга гурущланган. Улар лотин имлосида ифодаланиб куйидаги тартибда жойлашади:

12 О - В - А - F - G- К- М.

- 13 Маълум синфларга гурущланган спектрлар, уз навбатида яна унтадан синфчаларга ажратилган. Масалан А синф юлдузлари А0, А1, А2, . . . А9 синфчаларга булинган. (Қуёш уз спектрига кура G2 синфга киради).
- 14 Синфлар кема-кетлиги, энг аввало, юлдузларнинг температураси ва ранглари кетма- кетлигида уз аксини топади. Нисбатан совуқ қизил юлдузларнинг спектрида нейтрал атомларнинг ва щатто молекуляр бирикмаларнинг чизиклари куп учраган ҳолда, қайноқ ҳаворанг юлдузларнинг спектрида ионлашган атомларнинг чизиклари куп учрайди.

- 15 **O** — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида - ионлашган гелий, азот ва кислороднинг интенсив ютилиш чизиқлари, шунингдек, спектрнинг ультрабинафша қисмида айрим химик элемент - атомларининг куп марта ионлашган чизиқлари ҳам учрайди.
- 16 **B** — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрада нейтрал гелий чизиқлари жуда интенсив булади.
- 17 **A** — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида водороднинг ютилиш чизиқлари интенсив булиб, юлдуз оқ рангда булади.
- 18 **F** — кирувчи юлдузларнинг спектрида водород чизиқлари кучсизланиб, кальцийнинг ионлашган чизиқлари интенсив булади.
- 19 **G** — синфга кирувчи юлдузларнинг спектрида (жумладан Қуёшникида) металларга тегишли нейтрал ва қисман ионлашган атомларнинг интенсив ва кенг тарқалган булади. Водороднинг чизиқлари анча кучсизланган (интенсивлиги пасайган) булади.
- 20 **K** — синфга кирувчи юлдузлар спектрида металларнинг ютилиш чизиқлари билан бирга, молекуляр бирикмаларнинг ҳам чизиқлари кузатилади.
- 21 **M** — синфга кирувчи юлдузлар спектрида эса, металларнинг спектрал полосалари (айниқса титан оксидига тегишли) интенсив тус олади.
- 22 Юлдузларнинг спектрал синфлари ва уларнинг температуралари орасида боʻланиш борлиги кузатишлардан маълум булди. Шунингдек, юлдузларнинг ёрқинлиги, уларнинг абсолют юлдуз катталиклари оркали ифодаланиши ҳам мумкин эканлиги аниқ булгач, олимлар бу икки жуфт боʻланишлар орасида ҳам боʻланиш булиши керак деган гумон билан уни қидиришга киришдилар. Ва нихоят, бир- бирларидан беҳабар шолда асримизнинг бошида Нидерландиялик астроном Герцшпрунг ва америкалик астроном Расселл юлдузларнинг спектрлари ва ёрқинликлари орасида боʻланиш борлигини кашф этдилар.
- 23 Бундай боʻланиш диаграммада ифодаланган. Диаграмманинг горизонтал уқларидан юлдузларнинг спектрал синфлари ва уларга мос температуралар, вертикал уқларда эса, юлдузларнинг ёрқинликлари (Қуёш ёрқинлиги бирлигида) ва уларга мос абсолют юлдуз катталиклари қуйилган. Юлдузлар спектрал синфлари ва ёрқинликларининг қийматларига кура диаграммага жойлаштирилганда, барча юлдузлар уз физик параметрларига кура, диаграммада маълум эгриликлар буйича жойлашиб, бунда аниқ қонуният борлигидан дарак беради. Мавжуд эгриликлардан бири асосий юлдузларни уз ичига олиб, у бош кетма-кетлик дейилади. Эгриликлари кескин ажрамаганларидан

бири гигантлар, иккинчиси эса — утагигантлар деб номланади. Диаграмма куйида гурушланган яна бир қисм юлдузлар - оқ миттилар деб номланган.

24 Бош кетма-кетликка кирувчи юлдузларнинг температураси ортиши билан ёрқинликлари ҳам ортади.

25 Гигантлар ва ута гигантлар қизил рангдаги юлдузлар булиб, юқори ёрқинликка улкан юзалари оркали эришганлар.

Назорат саволлари:

1. Хозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайишини изохлаш.
2. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши.
3. Ўта янги юлдузлар қандай пайдо бўлади?

5-мавзу: Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши. Ядровий геохронология.

РЕЖА:

1. Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши.
2. Ядровий геохронология.

***Таянч иборалар:* Планета, экзопланеталар, ядровий геохронология**

Қуёш системасида 8 та сайёра мавжуддир, булар Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, ва Нептундир. Ўзларининг кўринма ҳаракатларига кўра бу сайёралар икки гуруҳга бўлинади, пастки (Меркурий, Венера) ва юқори (Ердан ташқари, қолган барча сайёралар).

Юлдузлар туркуми бўйича пастки ва юқори сайёралар турлича ҳаракат қилади. Меркурий ва Венера ҳамма вақт Қуёш турган туркумда ёки кўшни туркумда бўлади. Бунда бу сайёралар Қуёшга нисбатан шарқ томонга ёки ғарб томонда бўлиши мумкин. Меркурий мос равишда 18-28°га Венера эса 45-48° бўлиши мумкин. Сайёраларнинг Қуёшга нисбатан шарқ томонга энг катта оғишига шарқий элонгасия ғарб томондагисига ғарбий элонгасия дейилади. Сайёралар шарқий элонгасияда бўлганда осмон сферасининг ғарбида ғарбий элонгасияда бўлганда эса шарқида кўринади. Сайёралар осмонда гоҳ бир томонга гоҳ қарама-қарши томонга қараб сиртмоксимон ҳаракат қилади. Бундай ҳаракатда улар Қуёш ва Ер ўртасидан ўтиши мумкин сайёранинг бундай вазиятига пастки кўшилиш вазияти дейилади. Сайёралар пастки кўшилишда бўлганида кўринмайди. Бй ҳолда сайёраларининг эклиптик узунламаси Қуёш эклиптик узунламасига тенг бўлади. Пастки кўшилишдан

бироз вақтдан кейин сайёра яна кўринади лекин бунда осмон сферасини шарқида кўринади.

Сайёра ҳаракатини секинлаштириб, ғарбий элонгасиясига эришади. Энди у шарқдан ғарбга томон ҳаракат қилади. Аввал секинроқ кейин тезроқ у Қуёшга етиб, унинг орқасига ўтади ва кўринмайдиган бўлади. Сайёранинг бундай вазиятига юқори кўшилиш вазияти дейилади ва маълум вақтдан кейин у кечки шафақ нурларида осмон сфераси ғарбида кўринади. Худди шундай пастки сайёралар Қуёш атрофида худди соат маятникидек тебранади. Юқори сайёралар бошқача ҳаракат қилади. Бу сайёралар кечки шафақда, Қуёш ботганда осмон сфераси ғарбида кўрингандан кейин улар шарқга томон ҳаракат қиладилар (тўғри ҳаракат). Маълум вақтдан кейин сайёра тўхтаб яна тескари томонга ҳаракат қила бошлайди (тескари юналишда). Яна у Қуёшга етиб ундан ўтади ва яна бутун ҳодиса такрорланади.

Юқори сайёралар ўзларининг тескари ҳаракатида Қуёшга нисбатан карама-қарши туркумда бўлиши мумкин, уларнинг эклиптик узунламалари 180° га фарқ қилади. Сайёраларнинг бу вазиятига Қуёшга нисбатан карама-қарши туриш вазияти дейилади.

Сайёра билан Қуёш битта туркумда бўлиш ҳолатига Қуёш билан кўшилиши дейилади. Сайёранинг Қуёшга нисбатан шарқ томонда 90° га бўлгандаги ҳолатига шарқий квадратура, 90° -га ғарб томонда бўлгандаги ҳолатига ғарбий квадратура дейилади. Сайёраларнинг Қуёшга нисбатан вазиятларига уларнинг конфигурациялари дейилади.

Птоломейнинг дунё тузилиши тўғрисидаги системаси

Осмон сферасининг ва бошқа космик жисмларнинг ҳаракатини тушунтириш кузатиш Ердан олиб борилганлиги сабабли анча қийинлашади, шунинг учун астрономияда дунё тузилиши тўғрисида иккита тушунча ҳосил бўлган. Биринчи тушунчага асосан бутун оламнинг марказида ҳаракатсиз Эп туради. Иккинчи тушунчага кўра Ер ўз ўқи атрофида суткалик ва дунё марказида турувчи Қуёш атрофида йиллик ҳаракат қилади.

Биринчи қараш Религия тарафдорларининг тушунчаларига тўғри келганлиги сабабли математик ривожланишга эга бўлган.

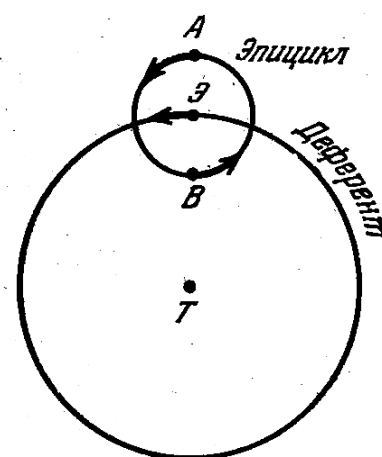
Оламнинг тузилиши ҳақидаги биринчи система Птоломей асарларида акс эттирилган. Птоломей системасининг асосида 4 та тушунча ётади:

1. Олам марказида Ер туради.
2. Ер тинч туради.
3. Барча космик жисмлар Ер атрофида айланади.
4. Космик жисмлар Ер атрофида айлана буйича текис ҳаракат қилади.

Бу системага геосентрик система дейилади. Бу системада сайёраларнинг ҳаракати қуйидагича тасаввур этилади. Сайёралар айланалар Эписикллар

бўйича текис ҳаракат қилади. Эписикллар маркази эса Ер атрофида деферентлар бўйича ҳаракат қилади.

Қуёш ва Ой эписиклларсиз деферентлар бўйича Ер атрофида айланади. Бундай система тушунчаларига кўра осмон сфераси ундаги ёритгичлар билан биргаликда, дунё маркази ер атрофида айланади. Сайёраларнинг сиртмоқсимон ҳаракати эса қуйидагича тушунтирилади. Сайёра А нуктада бўлганда унинг бурчак тезлиги сайёранинг эписикл бўйича ҳаракати ва эписикл марказининг деферент бўйича ҳаракати тезлиги йиғиндисига тенг бўлиб, бунда сайёра тўғри юналишда катта



Rasm 1. Deferent va

тезлик билан ҳаракат қилаётган бўлади. В нуктада бўлганда эса сайёра тескари юналишида кичик тезлик билан ҳаракат қилади. Бу система нотўғри бўлишига қарамай узоқ вақт давомида ишлатиб келинди. Бу система баъзи тажриба натижаларини тушунтиради. Лекин кузатиш натижалари ошган сари уларни тушунтириш қийинлашади, бунда бу система мураккаблашиб кетади ва система нотўғрилигини тушунтиришда замин яратилади.

Коперникнинг дунё тузилиши ҳақидаги системаси

Коперникнинг дунё тузилиши ҳақидаги китоби 1543 йилда чиққан бўлиб, бу асарда у гелиосентрик системага асос солгандир. Гелиосентрик система асосида қуйидаги тасавурлар ётади.

1. Олам марказида Қуёш туради;
2. Шар шаклидаги ер ўз ўқи атрофида айланади ва бу ҳаракатнинг акси осмон сферасининг ҳаракатидир;
3. Ер ва бошқа сайёралар Қуёш атрофида айланади. Бу ҳаракат Қуёшнинг юлдуз туркумлари бўйича кўринма ҳаракатини тушунтиради
4. Барча ҳаракатлар айлана бўйича текис ҳаракатлар комбинациясидек тасаввур этилади;
5. Сайёраларнинг сиртмоқсимон ҳаракати уларга эмас балки ерга боғлиқдир.

Бундан ташқари Коперник Ой Ер атрофида ва Ер билан биргаликда Қуёш атрофида айланади деб ҳисоблар эди.

Меркурий ва Венера Қуёш атрофида айланишида ундан узоқлашмаганлиги уларнинг орбиталари Ер орбитаси ва Қуёш орасида эканлигини кўрсатади. Қолган сайёралар эса Ерга қараганда Қуёшдан узоқроқда ҳаракат қилади. Коперник биринчи маротаба фанда астрономияда

оламни тўғри тузилишини кўрсатди. Бу система барча тажриба натижаларини тўғри тушунтира олади, шунинг учун тўғри системадир.

1. Меркурий

Бу сайёра Қуёш системасидаги саккизта сайёра ичида Қуёшга энг яқини бўлиб, қадимда римликлар уни саёхатчиларнинг панохи, савдо сотиқ худоси номи билан Меркурий, араблар эса уни Уторуд деб аташган. Меркурийнинг диаметри 4880км бўлиб, унинг сиртида тортишиш кучи Ерникидан 2.6 марта кам. Меркурий ўз орбитасида секундига 48 км тезлик билан ҳаракатланиб, Қуёш атрофини 88 кунда тўла айланиб чиқади. Меркурий сиртида кундузи ўртача температура +345 градусгача кўтарилгани холда, кечаси -180 градусгача пасаяди.

2. Венера

Қадим рим мифологиясидаги севги худоси номи билан Венера деб юритиладиган бу Сайёранинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 108 миллион км дир. Венера шарқда Зухра номи билан танилган бўлиб, орбитаси бўйлаб секундига 35 км тезлик билан ҳаракатланиб, 225 кунда Қуёш атрофида бир марта тўлиқ айланиб чиқади. Маълум бўлишича, сайёранинг айланиш ўқи унинг орбита текислигига деярли тик жойлашиб, унда Ерникидек йил фасллари кузатилмайди. Қуёш системасининг ўз ўқи атрофида шарқдан ғарбга айланувчи ягона сайёраси ҳам Венера ҳисобланади. Сайёра сиртида кундузи температура +470 градусга тенг бўлиб, Сайёранинг табиий йўлдоши топилмаган.

3. Ер

Биз устида яшаётган осмон жисми Қуёшдан узоқлиги бўйича учинчи ўринда туради, ўртача узоқлиги 149.6 миллион километрни ташкил этади. Сайёрамизнинг экваториал радиуси 6378 км, яъни қутб радиусидан тахминан 21 км ортиқ. Ер Қуёш атрофида секундига 30 км тезлик билан ҳаракатланиб, уни 365,24 кунда бир марта тўла айланиб чиқади. Бир йилда тўрт фасл кузатилишининг сабаби Ер ўз орбита текислигига 66.5 даража оғмалиги туфайлидир. Ер ўз ўқи атрофида юлдузларга нисбатан 23 соату 56 минуту 4 секундда тўла айланиб чиқади. Бироқ Қуёшга нисбатан айланиш даври 24 соатни ташкил қилади. Ернинг ўртача зичлиги 5.5 г/см^3 га тенг бўлиб, массаси тахминан $6 \cdot 10^{24}$ кг ни ташкил қилади.

Ер улкан магнит бўлиб, уни компас стрелкасининг сайёрамиз магнит майдони куч чизикларига параллел туриши учун ҳаракатланишидан билишимиз мумкин. Қизиғи шундаки геомагнит қутблар Ер қутблари билан устма-уст тушмайди. Ернинг ягона табиий йўлдоши- Ой бор.

Ой Ерга энг яқин осмон жисми бўлиб, у сайёрамиз йўлдошидир. Ойнинг Ер атрофидаги орбитаси барча сайёраларнинг Қуёш атрофида айланиш орбитаси

каби эллипс шаклидадир. Шу туфайли Ойнинг Ердан узоқлиги бироз ўзгариб туради. У Ерга энг яқин келганда (орбитанинг перигейида) 363400 км, энг узоқлашганда (апогейида) эса 405400км масофада бўлади. Ойнинг диаметри 3476 км бўлиб, унинг хажми Ер хажмининг элликдан бир қисмини ташкил қилади.

4.Марс (Миррих)

Уруш худоси номи билан юритиладиган Ер типидagi тўртинчи сайёра Миррихнинг орбитаси Ерникидан ташқарида ётади. Унинг Қуёшдан ўртача узоқлиги 228 миллион км. Марс Қуёш атрофида хар 780 кунда Ерга яқинлашиб туради. Бундай яқинлашиш қарама қарши туриш дейилади. Марс орбитаси эллипс шаклида бўлганлигидан қарама-қарши туриш пайтида унинг узоқлиги 55 дан 103 миллион км гача ўзгариб туради. Марс нисбатан кичик сайёра, унинг диаметри 6775 км, массаси эса $6.44 \cdot 10^{23}$ кг ни ташкил қилади. Ўртача зичлиги хам Ерникидан анча кам- 3.94г/см^3 . Эркин тушиш тезланиши 3.72м/с^2 . Марс ўзининг физик табиати жихатидан Қуёш системасидаги майёралар ичида Ерга “қариндошлиги” бидан ажралиб туради.Марс суткаси Ерникидан кам фарқ қилиб, 24 соату 37,5 минутга тенг. Шунингдек, майёраларда йил фасллари бўлишини таъминловчи айланиш ўқининг орбита текистлигига оғмалигихам Ерникидан оз фарқ қилади, яъний $-64^0,4$. Бироқ қизил майёрада йилнинг узунлиги бизникидан анча ортиқ бўлиб, 669 марс суткасига тенг. Марс сиртининг минимал теиператураси -125^0С . Марснинг иккита табиий йўлдоши бор. Улардан бири Фабос (Қўрқинч), иккинчиси эса Деймос (Дахшат) деб аталади. Хар иккала йўлдош хам 1877-йилда август ойида америкалик олим А.Холл томонидан топилган. Қизиғи шундаки, бу иккала йўлдош хам шар шаклида бўлмай, карт ошка шаклини эслатади. Сайёранинг бу икки “Ойи” Марсдан узоқ бўлмаган майда сайёралар орбитасидан “адашиб” чиқиб, бир неча ўнлаб миллион йиллар илгари марснинг домига дуч келган ва у билан “ипсиз боғланган” осмон жисмларидир деб тушунтирилади.

5.Юпитер(Муштарий)

Қуёш системасининг сайёралари ичида энг йирик хисобланган Юпитер табиати ва тузилишига кўра жумбоқларга бойлиги билан астрономлар диққатини ўзига жалб этади. Юпитернинг ўртача радиуси Ер радиусидан қарийиб 11 марта катта бўлиб, 69 минг 150 км ни ташкил қилади. Бу улкан сайёра 778 миллион км масофада Қуёш атрофида айланади. Сайёранинг Қуёш атрофида айланиш тезлиги секундига 13 км бўлиб, 12 йилда бир марта айланиб чиқади.Бошқача айтганда Ердаги 60 ёшли одам Юпитер йили билан энди 5 ёшга тўлган бўлади.Юпитернинг ўз ўқи атрофида айланиши Ер

типидаги майёралар айланишидан фарқ қилиб, экватор қисми тезроқ-9 соату 50,5 минутли, ўрта кенгламаси эса секинроқ 9 соату 56,5 минутли давр билан айланади. Сайёранинг турли кенгламаларда турли бурчак тезлик билан айланишига сабаб, у тузилишига кўра қаттиқ бўлмай, газ-суюқ ҳолатидаги осмон жисми эканлигидадир. Бунинг устига унинг кўринган сирти атмосфераси “сузиб юрувчи” булутлардан ташкил топган. Юпитернинг хажми Ер хажмидан 1314 марта ортиқ. Гарчи сайёранинг зичлиги Ер зичлигидан 3.5 марта кам($1.3\text{г}/\text{см}^3$) бўлсада, катталиги туфайли унинг массаси Ер массасидан 318 марта ортиқ. Юпитер йўлдошлари билан катта бир оилани ташкил қилади, унинг атрофида 50 дан ортиқ йўлдоши айланади.. Бу “ Ой ” лардан тўртта энг йириги 1610-йилда Г.Галилей томонидан топилган бўлиб, улар Галилей йўлдошлари дейилади.

6. Сатурн(Зухал)

Сайёра қадимги Римнинг вақт ва тақдир худоси –Сатурн номи билан аталган. У арабларда Зухал, Юнонларда Кронос номи билан юритилган бўлиб, Қуёш системасининг қуралланмаган кўз билан кўриш мумкин бўлган охириги сайёрасидир. Шунинг учун ҳам қадимда узоқ йиллар Зухалнинг орбитаси Қуёш системасининг чегараси деб таъкидланган. Сатурн катталиги жихатидан фақат юпитердан кейин туради., унинг диаметри 120минг 800 км. Қуёшдан ўртача узоқлиги 1 миллиард 427 миллион км нарида ётади. Массаси Ерникидан 95 марта ортиқ, зичлиги $0.7\text{ г}/\text{см}^3$. Унинг сиртида эркин тушиш тезланиши $11\text{ м}/\text{с}^2$. Орбитаси бўйлаб халқали сақёра секундига 9.6 км тезлик билан учиб, 29 йилу 5 ой 16 кун деганда Қуёш атрофини бир марта айланиб чиқади.Спектроскопик ва радиометрик методлар ёрдамида кузатишлар майёра сиртида теапература $-180\text{ }^\circ\text{C}$ атрофида эканлигини қайд қилди. Айни пайтда бу сайёра атрофида топилган йўлдошлар сони 30 дан ортиқ.

7. Уран

Уран сайёраси аслида мусиқачи, кейинчалик машхур астроном даражасига кўтарилган В.Гершел томонидан 1781-йилда тасодифан топилганю Маълум бўлишича, майёра очилгунга қадар қарийиб юз йилча илгаридан кузатилиб келинган экан. Вироқ астрономлар унга хар доим хира бир юлдузча сифатида қараб, ортиқча эътибор бермаганлар. Сайёра орбитасини биринчи бўлиб петербурглик академик И.Лексел хисоблаб чиқди. Ураннинг диаметри 51 минг 200 км, массаси Ерникидан 14.6 марта катта, ўртача зичлиги $1.27\text{г}/\text{см}^3$. Унинг орбита тезлиги секундига 0.8 км ни ташкил қилиб, Қуёш атрофини 84 йилда бир марта айланиб чиқади. Суткасининг узунлиги 16 соату 24 минутга тенг. Мазкур сайёра атрофида топилган йўлдошлар сони 21 та.

8. Нептун

!820 йилга қадан Қуёш оиласи асосан 7 та сайёра ҳамда уларнинг йўлдошларидан ташкил топган деб қаралади. Нептун урандан бирозгина кичик бўлиб, унинг диаметри 50 минг км. Зичлиги 1.6 г/см^3 . Массаси Ерникидан 17.2 марта катта. Сайёранинг орбита тезлиги секундига 5.5 км бўлиб, Қуёш атрофида айланиш даври 164 йилу 280 кун. Ўз ўқи атрофида Нептун 15.8 соатда бир марта айланиб чиқади. Нептуннинг 8 та табиий йўлдоши бор.

Қуёш нурланишини спектрал таҳлил қилиш шуни кўрсатадики, Қуёш хромосфераси асосан водород ва гелийдан эканлигини Қуёш моддасининг зичлиги эса тахминан 100 г/см^3 эканлиги аниқланди. Бу Қуёшдаги зарралар орасидаги масофа атом ўлчамларидан кичик эканлигини кўрсатади.

Водород цикли уч реакция орқали ўтади.

1-жадвал

Реакция	Сиклдаги реакциялар сони	Ажралган энергия Қ,МеВ	E_m^{\max} МеВ нейтрино энергияси	Реакция ўтиш вақти τ
${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + e^+ + \nu_e$	2	2	0,4	$1,4 \cdot 10^{10}$ й
${}^1_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + \gamma$	2	2	-	5,7с
${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}^1_1\text{H}$	1	12,85	-	10 йил
Жами: $4{}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2e^+ + 2\nu + 2\gamma$	5	24,67	0,4	$1,4 \cdot 10^{10}$ й

Демак, Қуёш ва юлдузларда модда тўла ионлашган ҳолатда бўлади, бунда электрон ва ядролардан ташкил топган газ, яъни плазма катта гравитатсия кучи ҳисобига уларнинг ҳарорати бир неча миллион градусга қизиган бўлади.

Термоядро синтезининг асосий натижаси тўртта протоннинг гелий ядросига айланишидир. Бу икки усул углерод-азот ва водород-водород сикллари билан рўй берадилар.

Биринчи босқичда протон-протон билан қўшилиб дейтрон ҳосил бўлади, ҳосил бўлган дейтрон бир водород ядроси билан тезда қўшилиб гелий-3 изотопини ҳосил қилади. Етарли даражада гелий-3 изотопини икки гелий-3 қўшилиши натижасида ${}^4_2\text{He}$ ва иккита протон ҳосил бўлиши билан сикл тугайди.

Водород цикли нисбатан кичик ҳароратларда бўлиб ўтади. Шунинг учун у асосан юлдузлар ҳосил бўлиши ва ривожланишининг дастлабки босқичида

энергия манбаи ролини бажаради. Юлдузларда етарли миқдорда гелий ҳосил бўлган юқорироқ ҳароратларда, янги нуклонларнинг қўшилиши натижасида, оғирроқ элементлар ҳосил бўла бошлайди.

Масалан, $\sim 100 \cdot 10^6$ град ҳароратда уч гелий ядроси қўшилиб углерод – ^{12}C ҳосил қилиши мумкин. Бундан ташқари, углерод-12-оралиқ ^4He нинг ҳосил бўлиши билан ҳам рўй бериши мумкин. Юлдузларда углерод мавжуд бўлса, $T > 15 \cdot 10^6$ градусларда олтига реакциядан иборат углерод азот синкли бўлиши мумкин.

2-жадвал

Реаксия	Қ, МеВ	E_m^{\max} МеВ	τ
$^1_1\text{H} + ^{12}_6\text{C} \rightarrow ^{13}_7\text{N} + \gamma$	1,95	-	$1,3 \cdot 10^7$ йил
$^{13}_7\text{N} \rightarrow ^{13}_6\text{C} + e^+ + \nu$	2,22	1,2	7 мин
$^1_1\text{H} + ^{13}_6\text{C} \rightarrow ^{14}_7\text{N} + \gamma$	7,54	-	$2,7 \cdot 10^6$ йил
$^1_1\text{H} + ^{14}_7\text{N} \rightarrow ^{15}_8\text{O} + \gamma$	7,35	-	$3,2 \cdot 10^8$ йил
$^{15}_8\text{O} \rightarrow ^{15}_7\text{N} + e^+ + \nu$	2,71	1,7	82 с
$^1_1\text{H} + ^{15}_7\text{N} \rightarrow ^{12}_6\text{C} + ^4_2\text{He}$	4,96	-	$1,1 \cdot 10^5$ йил
Жами: $4^1_1\text{H} \rightarrow ^4_2\text{He} + 2e^+ + 2\nu + 3\gamma$	26,73	2,9	$3,2 \cdot 10^8$ йил

Сикл натижасида 26,73 МеВ энергия ажралади. Сиклнинг вақти $\tau = 3,2 \cdot 10^8$ йил, бу сиклда ҳам пировард натижада тўрт протондан ^4_2He ҳосил бўлади. Углерод эса бу сиклда катализатор ролини ўйнайди.

Қуёш ва юлдузларда термоядро реакцияларида солиштирма энергия ажралиш қ, Ёердаги ўлчамлар бўйича жуда кам. Қуёш учун $q = 10^{-4}$ ЖГ/кг*с га тенг, яъни модда алмашиниш натижасида тирик организмдаги солиштирма, энергия ажралишдан 400 000 марта кичик. Аммо Қуёшнинг массаси жуда катта бўлгани учун у нурлатадиган тўла қувват ҳам жуда каттадир, у $\sim 4 \cdot 10^{26}$ Вт га тенг. Қуёш нурланиш туфайли ҳар секундда 4,3 млн тоннага камаяди, бу эса Қуёш массасининг $2 \cdot 10^{-19}\%$ ни ташкил этади.

Назорат саволлари:

1. Планета тизимларининг шаклланиши.
2. Замонавий астрономик кузатувлар ва улар асосидаги хулосалар.
2. Ядровий геохронологияни изохланг..

6-мавзу. Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси. Нейтрон юлдузлар. Квazarлар. Замоनावий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси. Астрономияда гравитацион тўлқинлар.

РЕЖА:

1. Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси.
2. Нейтрон юлдузлар. Квazarлар.
3. Замоनावий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси.
4. Астрономияда гравитацион тўлқинлар.

Таянч иборалар: Юлдузлар эволюцияси, коллапс, космология, нейтрон юлдузлар, гравитацион тўлқинлар.

Кўпчилик юлдузлар Куёш сингари табиатга эга. Чунки уларнинг спектри Куёшникига ўхшаш қора (ютилиш, абсорбцион) чизиқлар билан кесилган туташ (узлуксиз) спектрдан иборат. Паст дисперсияли спектрга бир қарашдан ҳосил бўлган бу ўхшашлик юқори дисперсиялиларда йўқолади.

Юлдузлар олами ранг-баранг, улар орасида айнан Куёшга ўхшаганлари ҳам бор. Бироқ кўпчилик юлдузлар спектридақларини жойлашиши ва интенсивлиги бўйича Куёшдан фарқ қиладилар. Уларнинг айримлари спектрида юқори ионланиш потенциалига эга бўлган кимёвий элемент ионлари (H^+ , C^{++} , O^{++}) чизиқлари кўринса, бошқалариникида фақат водород атоми чизиқлари, учинчи хиллариникида эса фақат паст ионланиш потенциалига эга атомлар ва молекулалар чизиқлари ва тасмалари кузатилади².

Юқорида кўрганимиздек туташ спектр юлдуз (Куёш)нинг фотосфера қатламининг пастки қисмларида чизиқлар эса унинг устига нисбатан паст температурага эга қисмларида ҳосил бўлса, юлдузларнинг спектридаги ранг баранглик уларнинг фотосферасидаги физик шароитни турличалиги билан боғлиқ деган хулосага келамиз. Спектри Куёшники сингари бўлган юлдузлар нормал ёки стационар юлдузлар деб аталади. Бундай юлдузларни ёруғлиги деярли (~0.1 %) ўзгармайди. Демак, уларнинг (Т) температураси ва радиуси (R) деярли ўзгармайди, юлдузнинг ички ва ташқи қатламлари термодинамик мувозанатда.

Айрим юлдузлар спектрида кенг эмиссион (ёруғ) чизиқлар бошқалариникида ютилиш чизиқ билан биргаликда, уни ёнида ёки устида шу

² Arnab Rai Choudhuri, *Astrophysics for Physics*, Cambridge University Press, 2010, 471 p.

атомга тегишли эмиссион чизик ҳам кузатилади. Учинчи турдаги юлдузлар ёруғлиги билан биргаликда спектрини ўзгартириб туради. Бундай юлдузлар ностационар юлдузлар дейилади. Уларни ўрганишга ўтишдан олдин стационар юлдузларни физик хусусиятлари билан танишиб чиқамиз.

Қадимдан юлдузлар жуда кўп ва бир бирига (сайёраларга) нисбатан ҳаракатланувчи митти ёруғ шарга ўхшаб кўринган. Коинот мукамал, бир бутундир ҳамда Биз унинг марказида ёки марказ яқинида жойлашганмиз. Лекин 1609 йили дастлабки Галилейнинг оптик телескоплар ёрдамида тунги осмонни кузатувларидан кейин Коинот тўғрисидаги тасаввурларимиз драматик тарзда ўзгарди. Энди биз ўзимизни Коинот марказида деб тасаввур қила олмаймиз ва у мислсиз каттадир.

Ойсиз тунда очик осмонда биз минглаб ҳар хил ёрқинликдаги юлдузларни, шунингдек, Сомон Йўлининг узун ёруғ булутли тасмасини ҳам кўришимиз мумкин. (1-расм). Галилей илк бор ўзининг телескопида Сомон йўлининг сон-саноксиз алоҳида юлдузлардан ташкил топганлигини кузатган. Қарийб бир ярим аср кейинроқ (тахминан 1750 йилларда) Томас Врайт хозирда биз Галактика³ деб номлайдиган Сомон йўлини бир текисликда жуда катта масофаларга ёйилиб кетган юлдузлардан иборат ясси диск деб тахмин қилди.

1-расм. Сомон йўли галактикасининг бир қисми. (а) расмдаги ингичка чизик .. қоронги диаганал соҳа ёруғликнинг галактика чанглари томонидан ютилиши ҳисобига ҳосил бўлган. (б) расм галактика маркази томонидан



(a)



(b)

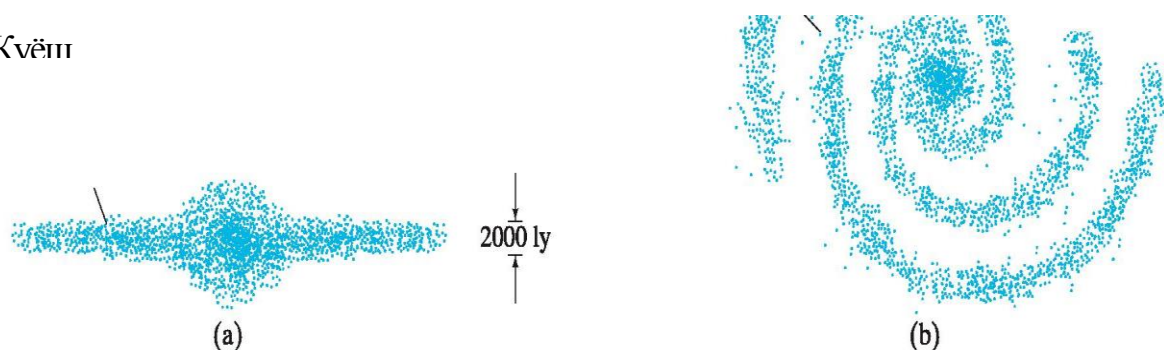
кўриниши (Аризона (АҚШ) ёзида тасвирга олинган).

Бизнинг Галактикамиз диаметри деярли 100 минг ёй. ва диск калинлиги 2000 ёй.га тенг. У яна марказий дўнглик ва спирал қўлларига эга

³Galaktika (bosh harf bilan) bu biz joylashgan galaktika, qolganlari kichik harflar bilan keltiriladi

(2-расм). Қуёшимиз Галактика марказидан то чеккасигача бўлган масофанинг ўрталарида жойлашган, бу тахминан марказдан 26000ёй га тенг. Бизнинг Галактикамиз тахминан 400 миллиард юздузлардан ташкил топган. Қуёш Галактика маркази атрофида ҳар 250 миллион йилда бир марта айланиб чиқади ва тезлиги Галактика марказига нисбатан 200км/с. Жаммаси одатий материясининг массаси эса тахминан 4.1041кг. Яна шундай қатъий далил ҳам борки, Галактика массив кўринмас “Гало” “қоронғи материя” билан ўралган.

Кvём



2-расм. Бизнинг Галактикамизнинг ташқи томондан кўриниши: (а) диск текислигида "ёндан кўриниши"; (б) "уст кўриниши". (Ташқи томондан кўриниши- агар буни иложи бўлганида худди шундай кўринган бўлар эди!) (с) Сомон йўли галактикаси ичкари томонидан олинган инфрақизил тасвир- Галактика диски ва марказий дўнглик кўринган ҳолда. Бу СОВЕ сунъий йўлдошидан жуда катта бурчакда, осмоннинг деярли 3600 бурчакли қисмидан олинган тасвир. Оқ нуқталар қўшни юлдузлардир.

Бундан ташқари, агар биз тунги очик осмонни телескоп ёрдамида кузатсак, Сомон Йўлининг ичидаги ва ташқарисидаги юлдузлар “небула” (Лотин тилидан “булут”) деб аталадиган ёруғ булутларни кўришимиз мумкин. Оддий кўз билан очик осмонни кузатганимизда, уларнинг кўпчилиги Андромеда ва Орион деб аталувчи юлдузлар туркумига кирувчи туманликларни кўришимиз мумкин. Баъзи юлдуз туркумлари ва гуруҳлари

кўп сонли юдузлардан иборат булутга ўхшаб кўринади (3-расм). Бошқалари қизиган газ ёки чанг ва буларни биз асосан небула деб атаймиз.

3-расм. Ҳеркулес юлдуз туркумида жойлашган шарсимон юлдуз кластери



Энг ажойиб учинчи тоифага мансуб бўлганлар: улар кўпчилиги эллиптик шакига эга. Иммануэл Кант (1755 й.) уларнинг ҳира бўлиб кўринишининг сабабини бизнинг Галактикадан жуда олисда жойлашганлигида деб тушинтирган. Дастлаб, бу объектлар Галактикамиздан ташқаридаги (экстрагалактик) объектлар эканлиги ишонарли деб тан олинмади, лекин XX асрга келиб жуда катта диаметрли телескоплар барпо этилди ва улар ёрдамида экстрагалактик объектлар кузатила бошланди, хаттоки кўпгина юлдузларнинг бошқа, Галактикамиздан олисдаги спиралсимон галактикалардаги аниқ жойлашган ўринлари ва бошқа хусусиятлари аниқланди. Едвин Ҳаббл (1889-1953) 1920 йилларда Лос Ангелес ва Калифорния яқинидаги Вилсон тоғида жойлашган 2.5м ли телескоп ёрдамида кўпгина кузатувлар олиб борди. Ҳаббл ушбу объектлар ҳақиқатан ҳам Галактикамиздан ташқарида жойлашганини уларгача масофанинг жуда катталигидан келиб чиққан ҳолда исботлаб берди. Бизга энг яқин галактика бўлган Андромеда туманлигигача масофа 2 миллион ёй.га тенг, бу эса Галактикамиз ўлчамидан 20 баробар катта дегани. Мантиқан олиб қараганда бу туманлик бўлиб кўринишига қарамасдан, у ҳам Галактикамизга ўхшаш галактика бўлса ажаб эмас. Бугунги кунга келиб, коинотнинг кузатиш мумкин бўлган соҳасида тахминан 10^{11} та галактикалар мавжуд, бу дегани галактикалар сони тахминан битта галактикадаги юлдузлар сонига тенг (4-,5-расмларга қаранг).



4-расм. Сарина юлдуз туркумида жойлашган газсимон туманлик.
Биздан тахминан 9000 ёй. узоқликда.



5-расм. Галактикаларнинг расмлари, (а) Ҳидра юлдузлар туркумларидаги спирал галактикалар, (б) Иккита галактика: каттароқ ва драматикроғи машхур Вирлпул галактикаси, (с) (б)даги галактиканинг инфрақизил ташвири ("ясама" рангларда берилган), бу Ерда спирал галактиканинг (б) расмда кўринмай қолган йэнглари ҳам кўрсатилган; ҳар ҳил ранглар ҳар ҳил интенсивеликларга тўғри келади. Кўринувчи нурлар галарикалараро "чанглар" да инфрақизил нурларга нисбатан кўпроқ ютилади ва сочилади, шунинг учун инфрақизил нурлар аниқроқ тасвир беради.

Одатий юлдузлардан ташқари галакталарда, юлдуз кластерларида, галактикалар кластерларида ва суперкластерларда кўплаб қизиқарли объектлар ҳам мавжуд. Улар орасида қизил гигантлар, оқ миттилар, нейтрон юлдузлар, нова ва супернова деб аталувчи юлдузларнинг портлаши ва хаттоки ёруғлик ҳам чиқиб кетолмайдиган, гравитацияси кучли бўлган қора ўралар бизга маълум. Бундан ташқари, Ерда электромагнит тўлқинлар ҳам етиб келади, аммо улар нуқтавий ёруғлик манбаларидан чиқмайди: айниқса муҳим томони шундаки, микротўлқинли нурланиш фони коинотнинг барча йўналишларида бир ҳил.

Ниҳоят, узоқ галактикалар марказларида ўта ёрқин нуқтавий ёруғлик манбалар бўлган фаол галактика ядролари (ФГЯ) ҳам мавжуд. ФГЯларнинг энг таъсирчан кўриниши ёрқинлиги катта бўлган квазарлардир (“квазиюлдуз” ёки “юлдузга ўхшаш объектлар”). Уларнинг ёруғликлари галактика марказларида жойлашган гигант қора ўралар орқали ўтиб келади.

Юлдузларни нурланиши унинг атмосфера қатламларидан чиқади ва уни ўлчашга асосланиб топилган температура ана шу атмосфера қатламларининг температураси бўлади. Юлдузлар температурасини ўлчашнинг бир неча усуллари мавжуд, улар юлдуз спектрида энергияни тақсимланишини ва юлдуз чизиқлар интенсивлигини ёки тўла энергияни ўлчашга асосланган.

Қўлланилаётган усулга кўра ҳисоблаб топилаётган температура ҳар хил ном билан юритилади. Ҳар хил усул билан ўлчанаётган юлдуз температураси биров фарқ қилади. Бунинг сабаби улар юлдуз нурланишининг ҳар хил соҳаларини ифодалайди. Шу усулларга қисқача тўхталиб ўтайлик⁴.

а) тўла энергияни ўлчаш йўли билан T -ни ҳисоблаш. Бу усулни бурчакий диаметри маълум бўлган юлдузларга қўллаш мумкин ва у юлдузий болометрик катталикини ўлчашни талаб қилади. Бундай усул билан топилган температура эффектив температура деб аталади ва у тўла энергияси юлдузникидек бўлган абсолют қора жисмни температурасини кўрсатади $L=4\pi r^2 \cdot E$ -юлдузнинг ёрқинлиги, E -юлдуз нури масалан, Ерда осил қилаётган ёритилганлик, r -юлдузнинг Ердан узоқлиги. $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T_e^b$ - радиуси (R) юлдузникидек бўлган абсолют қора жисмни ёрқинлиги, T_e -унинг температураси. Уларни тенглаштириб температурани топамиз

$$T_e = 642.3 \sqrt[4]{\frac{E}{\sigma \theta^2}}; \quad \theta = 206265 \frac{2R}{r}$$

юлдузнинг бурчакий секундларда

ифодаланган диаметри. Шундай муносабатни Қуёш учун ҳам ёзиш мумкин. Қуёшнинг $T_e=5700^\circ$ ва $m_b=-26^m.85$ лигини ҳисобга олсак, у юлда m_b -болометрик юлдузий катталikka эга юлдузнинг эффектив температураси

$$\lg T_e = 2.718 - 0.1m_b - 0.51\lg \theta$$

формула ёрдамида ҳисобланиши мумкин. Бу усулни θ си маълум бўлган 100 га яқин юлдузларга қўллаш мумкин.

б) спектрида энергияни тақсимланишини ўлчаш йўли билан T -ни аниқлаш. Бу усул ҳам юлдуз спектрида энергияни тақсимланиши абсолют қора жисмники сингари бўла деган фаразга асосланади. Маълумки абсолют

⁴ James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Pearson Education Ltd., 2013, 554 p.

қора жисм спектрида энергияни тақсимланиши Планк формуласи ёрдамида ифодаланиши мумкин. Бу усул бир неча усулчаларга ажралади.

1) Вин силжиш қонунига асосан ҳисоблаш. Вин силжиш қонуни ёриткич спектрида энергия максимумининг тўлқин узунлиги билан температура (T_e) орасидаги брjланишни ифодалайди ва ундан фойдаланиб $T_p = \frac{0.29}{\lambda_{\max}} K$ ни

топамиз; бу ерда λ_{\max} - спектрда интенсивлик $I_\lambda(T)$ максимуми тўғри келадиган тўлқин узунлик, см ларда. Бу усулни қизил юлдузларга қўллаш мумкин. T_e -ранг температураси.

2) ранг кўрсаткичини ўлчаши асосида T_e ҳисоблаш. Агар юлдузнинг ёруғлиги унинг спектрини икки қисмда (масалан V (визуал) ва B (кўк)) ўлчанган бўлса у ҳолда температура

$$T_p = \frac{7920}{(B - V) + 0.72}$$

формула ёрдамида ҳисобланиши мумкин. Бундай усул билан ўлчанган T ҳам ранг температура дейилади.

3) Спектрал чизиқлар интенсивлигини ўлчаши йўли билан T-ни аниқлаш. Бирорта кимёвий элемент атомлари ёки ионларнинг кўплаб чизиқлари юлдуз спектрида бўлса у ҳолда атомларни уйғонган ҳолатлар бўйича тақсимланишини топиш мумкин. Больцман ёки Саха формулалари термодинамик мувозанатда уйғонган ҳолатлар (сатҳлар) бўйича атомларни тақсимланишини ифодалайди ва бу тақсимланиш ҳолатни уйғониш потенциали (χ) ва муҳитни температурасига (T) боғлиқ.

$$\frac{N_n}{N_1} = \frac{g_n}{g_1} e^{-\frac{\chi_1 - \chi_n}{kT}}. \quad \text{Больцман формуласи}$$

бу ерда g-энергетик сатини статистик вазни, N_1 ва N_n -биринчи ва n-нчи сатиларда атомлар сони. Чизиқларни интенсивлигини ўлчаб N топилади ва Больцман формуласига асосланиб T-ҳисобланади. Бундай усул билан ҳисобланган T-уйғониш температураси дейилади. Агар кимёвий элементни атомлари ва ионлари чизиқлари юлдуз спектрида бўлса у ҳолда Больцман ва Саха формулалари ёрдамида температурани ва электрон концентрациясини ҳисоблаш мумкин. Бундай усул билан топилган T – ионизация температураси дейилади.

Ҳар хил усуллар билан ҳисоблаб топилган T лар бир бирига яқин бўлади ва юлдуз атмосферасининг температурасини кўрсатади. Юлдузларнинг температураси 1000 дан 50 000 K гача ораликқа тўғри келади, яъни юлдузларни энг паст ва юқори T-лари 50 марта фарқ қилади, холос. Бундай усуллар билан ўлчанган температура юлдузнинг атмосфера

катламларининг температурасилигини унутмаслик керак. Температура юлдузнинг ички катламларида бундан юқори бўлади.

Ёрқинлик температура (T) нинг тўртинчи даражасига боғлиқлигини ҳисобга олсак, юқорида топилган юлдузларнинг юза температуралар фарқи уларнинг ёрқинликларини $2.5 \cdot 10^5$ марта ўзгаришини таъминлайди. Демак L ни ўзгариш диапазони (10^{12})ни қоплаш учун R ни ўзгариш диапазони 10^5 мартадан кам бўлмаслиги зарур.

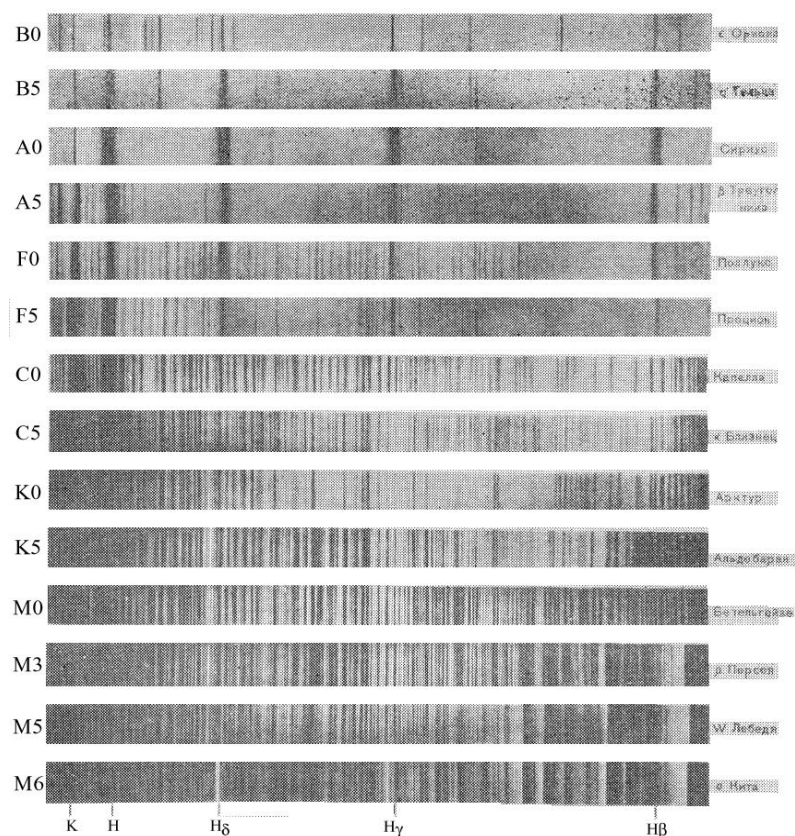
а) Спектрал синфлаштириш.

Кўплаб стационар юлдузлар спектрини таҳлил қилиб, улардаги чизиклар тўлқин узунлиги ва интенсивлиги ҳар хил эканлигига ишонч ҳосил қилиш мумкин. Чизикларни интенсивлигига кўра юлдузларни маълум кетма-кетликда жойлаштириш ёки спектрал синфларга ажратиш мумкин. Бундай иш биринчи навбатда водород (H_{α} , H_{β} , H_{γ} , H_{δ}) ва гелий ($\lambda\lambda$ 5875 Å, 6678 Å) ва кейин метал ионлари (H ва K Ca II) атомлари (D_1 , D_2 , Na), молекулалар чизикларига нисбатан АҚШнинг Гарвард университетида бажарилган ва у гарвард спектрал синфлаштириш деб аталади. 1918-24 йилларда эълон қилинган ва Генри Дрепер (HD) каталоги деб аталадиган 9 томлик жадвалда 225330 юлдузни спектрал синфи белгиланган. Ҳозирги кунга келиб жами 500 000 дан ортиқ юлдузни спектрал синфи аниқланган. Спектрал синфлар латин алифбосининг бош ҳафлари билан белгиланади: O, B, A, F, G^c , K, M^s , (L, T). Бу ҳарфлар кетма-кетлигини эслаб қолиш учун гарвард университети талабалар шундай ҳазил ўйлаб топишган: Oh, Be A Fine Girl Kiss Me⁵.

O-синфга мансуб юлдузлар спектрида гелий иони (He II) ва юқори даражада ионланган азот (N III λ 4514 Å, N IV λ 3479 Å), углерод (C III λ 4647 Å) кислород (O III λ 3700 Å, O IV λ 3385 Å) чизиклари кўринади.

B- синфга мансуб юлдузлар спектрид нейтрал гелий (He I λ 5875 Å) ва паст даражада ионланган азот (N II λ 6578 Å, λ 4267 Å), углерод (C II λ 6578 Å, λ 4267 Å), кислород (O II λ 4649 Å, λ 4119 Å) ва водород атоми чизиклари (H_{α} λ 6563 Å, H_{β} λ 4861 Å, H_{γ} λ 4340 Å) кузатилади.

⁵ Arnab Rai Choudhuri, Astrophysics for Physics, Cambridge University Press, 2010, 471 p.



Расм- 6. Хар спектрал синфга мансуб юлдузларнинг синфи

A-синф, водород атоми чизиқлари (H_{α} $\lambda 6563 \text{ \AA}$, H_{β} $\lambda 4861 \text{ \AA}$, H_{γ} $\lambda 4330 \text{ \AA}$) энг интенсив кўринади. Сумбуланинг α -си спектрида водород атоми чизиқлари $H_{\alpha+}$, H_{β} , H_{γ} , H_{δ} ва i ақозо энг интенсив, гелий чизиқлари йўқолган.

F- интенсив водород Сириус (α CM) чизиқлари H_{α} , H_{β} . . . билан биргаликда металл ионлари (Ca II $\lambda\lambda 3934 \text{ \AA}$, 3956 \AA) чизиқлари кўринади. Процион (α CMi) мисол бселаолади.

G- асосий чизиқлар металллар (Na, Mg, Fe, Ca)ники водород чизиқлари i ам кўринади, бироқ анча хиралашган. Қуёш G-синфга мансуб.

K- кальций иони (Ca II) чизиқлари ва металллар чизиқлари (G тасма $\lambda 4305 \text{ \AA}$ да $\lambda 4315 \text{ \AA}$) яққол кўринади, молекулалар (TiO) чизиқлари ва тасмалари кўрина бошлайди. Алдебаран (Саврнинг α -си, α Tau) мисол бўла олади.

M-молекулалар (Ti , O_1 , C_2 , CN) тасмалар ва чизиқлар орасида TiO тасмалари ажралиб туради. Бетелгейзе (Орионнинг α -си, α Ori) мисол бўлаолади.

L- синфга мансуб юлдузлар спектрида ишқор металллар (Li, Na, K, Cs) чизиқлари кузатилади.

T- синфга кирадиган юлдузлар спектрида метан (NH_4) ва ишқор металллар чизиқлари кўринади.

Охирги иккита синф (L, T) яқинда (2000 й.) кашф этилди. G дан бошланган C-синф спектрида углерод (C₂, CN) молекулалари чизиқлари айниқса ажралиб тургани учун бундай юлдузлар углеродли деб аталади. Шунингдек K-синф ёнида жойлашган S-синф спектрида цирконий, иттирий ва лантан оксидлари чизиқлари кўринади⁶.

Юлдузларнинг физик кўрсаткичларини яна ҳам аниқроқ белгилаш мақсадида спектрал синфлар кетма-кетлиги келтирилади, асосий синфлар ораси оғта оралиқ синфга ажратилади: O5, O6, O7, O8, O9, B0, B1, B2, . . . , B8, B9, A0, A1, . . . A8, A9, J0, . . . ва ҳақозо.

б) Гарвард спектрал синфлаштиришнинг физик асослари.

Спектрал синфлардаги чизиқлар турли туманлиги юлдузларнинг кимёвий таркиби ҳар хил экан деган ҳулосага олиб келмаслиги керак. Чунки чизиқни ҳосил бўлиши муҳитни температурасига боғлиқ. Юлдуз спектрида у ёки бу атом чизиқларини кўринишини зарур шарти юлдуз атмосферасида шу элемент атомларини мавжудлиги бўлса, етарли шарти атмосферада температура шароити атомларни уйғонган ҳолатга ўтказиш учун етарли бўлиши керак. Демак спектрал кетма-кетлик асосида температуралар ҳар хиллиги ётади. Атомларни уйғонган ҳолатлар бўйича тақсимланиши Болцман ва Саха формулалари билан ифодаланади. Ҳар бир кимёвий элементни кўпчилик атомлари маълум температурада (T_y) уйғон ҳолатларга ўтади. Агар $T > T_y$ бўлса атомлар ионланади ва бу чизиқни ҳосил қилишда иштирок этаётган атомлар сонини камайишига олиб келади. Ёки $T < T_y$ бўлса бу ҳолда ҳам шу чизиқни ҳосил қилишда иштирок этадиган атомлар сони кам бўлади. Водороднинг кўпчилик атомларини уйғонган ҳолатларга ($\chi=10$ эВ) ўтказиш учун $T_y=10^4$ К бўлиши керак.

Бундай шароит A синфга мансуб юлдузларда мавжуд. Агар температура $T > 10^4$ (B синф) ёки $T < 10^4$ (F синф) бўлса водород чизиқлари H_α , H_β , H_γ , H_δ –лар интенсивлиги $T=10^4$ (A-синф) даги карагандан кам бўлади, бундай фарқ температура айирмаси $|T-T_y|$ ортган сари кучайиб бораверади ва у маълум даражага $5\ 000^\circ$ етгач водород чизиқлари умуман кўринмайди. Гелий атомларини уйғониш потенциал $\chi > 20$ эВ, яъни водородникидан икки марта катта, демак гелий атоми чизиқлари ҳосил бўлиши учун $T \approx 20\ 000$ бўлиши керак. Бундай шароит B синфга мансуб юлдузларда мавжуд. A –синф юлдузларида температура гелий атомларини уйғонган ҳолатларга ўтказиш учун етарли эмас. Шунинг учун уларда гелий чизиқлари кучсиз. K, M-синф юлдузларида температура анча паст (4500-3500 К) ва молекулалар ҳосил бўлиши учун шароит етарли.

⁶ James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Pearson Education Ltd., 2013, 554 p.

Шундай қилиб, ҳар бир кимёвий элемент атомлари чизиклари маълум температурадаги (синфдаги) юлдузларда максимал интенсивликка эга бўлади. Бу синфдан чап ёки ўнг томонда жойлашган синфларда интенсивлик камая боради. Спектрал синфлар чизикларни интенсивлиги бўйича белгиланади. Температурани аниқлаш учун оралиқ синфлар киритилган. А билан В ораси ўнта оралиқ синфга бўлинган.

Агар юлдузни спектри олинган бўлса, уни спектрал синфини ва температураси (Т) ни аниқлаш мумкин. Бундай йўл билан аниқланган Т туташ спектрда энергияни тақсимланиши ёки ранг кўрсаткичи (В-V) бўйича аниқланган температурага мос келиши исботланган. Шунинг учун спектрал синфлар ўрнида T_e ёки В-V қўлланилади. Жадвал 1 да бош кетма-кетлик спектрал синф, T_e ва В-V келтирилган.

1-жадвал

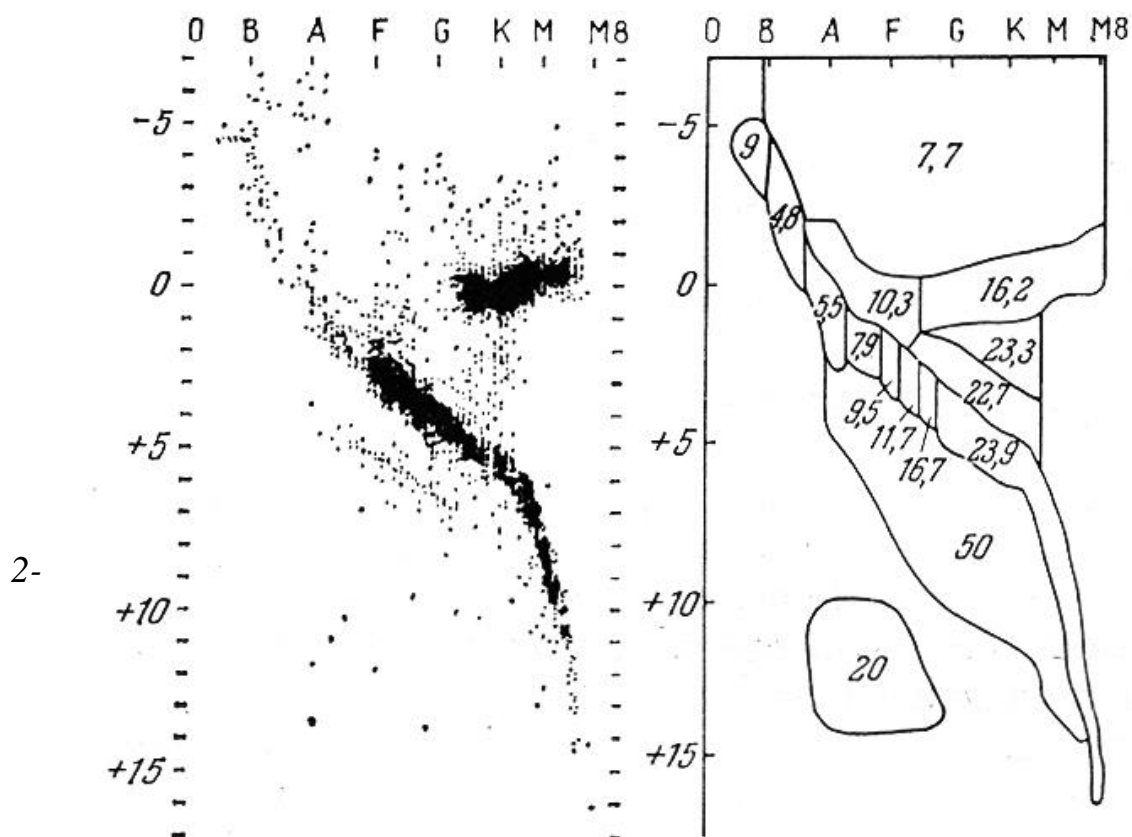
	O5	B0	A0	F0	G0	K0	M0	L	T
T_e	40 000	28 000	9900	7400	6030	4900	3480	1700	1300
B-U	-0.33	-0.31	0.00	0.27	0.57	0.89	1.45	(3)	(5)

в) Герцшпрунг-Рассел диаграммаси

XX аср бошларигача бир неча юз юлдузни узоқлиги (йиллик параллакси) ўлчанади ва абсолют катталиги (М) ҳисоблаб топилади. Шу пайтга келиб уларнинг спектрал синфлари ҳам аниқланади. 1905 – 1913 йилларда даниялик Э. Герцшпрунг (1873-1967) ва америкалик Г.Н. Рассел (1877-1957) бир бирига боғлиқ бўлмаган ҳолда юлдузлар диаграммасини тузадилар. Улар ордината ўқи бўйлаб юлдузларни абсолют катталиклари абцисса ўқи бўйлаб эса спектрал синфларини қўядилар. Бундай диаграммада ҳар бир юлдуз битта нуқта сифатида ўрин эгаллайди. “Герцшпрунг-Рассел диаграмма” си номи билан фанга кирган, бу диаграмма 2-расмда тасвирланган⁷.

Диаграммада юлдузлар маълум тартибда жойлашадилар. Кўпчилик (90 %) юлдузлар диаграммани юқори чап томонидан бошланиб ўнг паст томонига чўзилган ингичка соҳада жойлашадилар. Бу юлдузларни бош кетма-кетлиги дейилади. Диаграммани ўртасидан биров чапроқ ва юқорироқда бир тўда юлдузлар ўрин эгаллайдилар. Улар гигант юлдузлар деб аталади, чунки улар бош кетма-кетликдаги шундай спектрал синфдаги карлик (хира) юлдузлардан юзлаб марта ёрқиндирлар ва бу уларнинг радиуси ўнлаб мартта катталиги билан боғлиқ. Диаграммани юқори қисмидан яна ҳам катта (10^4 марта) ёрқинликка эга юлдузлар ўрин оладилар. Бундай юлдузлар ўта гигант деб аталади ва улар камчиликни ташкил этади.

⁷ Arnab Rai Choudhuri, *Astrophysics for Physics*, Cambridge University Press, 2010, 471 p.



расм-7. Гершпрунг-Рассел диаграммаси ва айрим юлдузлар гуруҳларининг фазовий харакат тезликлари

Диаграммани пастки чап ярим қисмида қайноқ бироқ шундай температурадаги бош кетма-кетлик юлдузларидан юзлаб минглаб марта кам ёрқинликка эга юлдузлар жойлашадилар. Бу юлдузлар бош кетма-кетлик юлдузларидан ўнлаб марта кичик бўлганликлари учун оқ миттилар деб аталаганлар.

Карлик юлдузлар спектрал синфи олдига кичик d (dwarf), субкарликлар-sd, гигантлар-g, ўта гигантлар-sg ёки харф қўйиб белгиланганлар. Масалан, сА ёки sgA-A синфга мансуб ўтагигант, gG-G синфга кировчи гигант, sdM-M синфга кировчи суб карлик, dG-G синфга кировчи бош кетма-кетлик юлдузи ва wA-A синфга кировчи оқ миттилар. Бундай ажратишда спектрал чизиқларни кенглиги ва интенсивлиги асос қилиб олинган. Бу белгилар олдин чиққан жадваллар ва китобларда учрайди. Хозирги замонда улар қўлланилмайди. Улар ўрнида рим рақамлари I, II, III, IV, V, VI, VII билан ифодаланадиган ёрқинлик синфлари қўлланилади.

Қуёш ўз ўқи атрофида айланади ва унинг айланиш тезлиги экваторида 2 км/с. Қуёшнинг умумий магнит майдони кучланганлиги 0.5 гс га тенг ва у ўзгарувчан (22 йиллик цикл)дир. Юлдузлар ҳам ўз атрофида айлананиши ва унинг тезлигига мос равишда кучланганликка эга ўзгарувчан магнит майдон ҳосил қилиб туриши керак. Агар юлдуз ўз атрофида айланаётган бўлса унинг

бир чети бизга томон ҳаракат қилса карама-қариши биздан узоқлашадиган ҳаракат қилади. Демак юлдузнинг бутун гардиши бўйича йиғинди нурланиш спектрида чизиклар доплер эффекти туфайли кенгайган бўлади. Шунинг учун бир хил синфга мансуб иккита юлдуз чизиклари фарқи уларни ўқ атрофида айланиши ва магнит майдони билан боғлиқ бўлиши мумкин. Ҳақиқатдан чизиклар профилини ўрганиш шуни кўрсатдики, O5-F0 синфга мансуб бош кетма-кетлик юлдузлари ўқ атрофида айланиши экваторида 300-400 км/с га етиши мумкин. F5-M синфга мансуб юлдузларники 10 км/с дан ошмайди. ўтагигант ва гигант O-F юлдузлар бош кетма-кетлик юлдузларига нисбатан секин айлансалар, G-M юлдузлар тез (100 км/с гача) айланадилар⁸.

Ҳозирги замон усуллари юлдузлар магнит майдони кучланганлиги $H > 200$ гс бўлса ўлчай оладилар. Юздан юлдуз магнит майдонга эга эканлиги аниқлаган.

Қисқа вақт (1-2 кун) ичида ёруғлигини минглаб ёки миллионлаб марта ошириб юборадиган, унгача ҳеч қандай кўрсаткичи билан кўзга ташланмаган, чакнаш пайтида эса атрофидаги юлдузлар орасида яққол кўринадиган юлдуз янги ёки ўтаянги юлдуз деб аталади. Маълум вақт давомида (ўнлаб йиллар) янги олдинги ҳолатига қайтади, ўтаянги ўрнида эса нейтрон юлдуз ҳосил бўлади. Янги ва ўтаянги ҳодисаси нафақат ёруғликни ўзгариши билангина фарқ қилмай балки, улар юлдуз фаолиятида бутунлай бошқа-бошқа жараёнлардирлар. Юлдуз бир неча марта янги сифатида чакнаши мумкин, бироқ бир марта ўтаянги сифатида чакнайди. Янги юлдузлар қатори чакновчи митти юлдузларга уланиб кетади.

Бироқ уларни ҳосил қиладиган юлдузлар зич қўшалок бўлиши таъкидланмоқда.

а) янги юлдузлар. O ва B синфга мансуб ҳаво ранг қарлик чакнаш сифатида кўринадиган бундай юлдузларни икки гуруҳга бўлиш мумкин. Биринчи гуруҳга жуда тез ва тез янгилар киради, уларнинг сўниш фазасида ёруғлигини ўзгариш эгриси нисбатан текис бўлиб (3-расм) максимумида абсолют визуал катталиги $M_V = -8 \div -14^m$ ораликда бўлади. Ёруғлигини ўзгариш амплитудадаги $A = 11.9^m$ гача етади. Иккинчи гуруҳга паст даражада тез ва жуда секин янгилар киради. Уларнинг ёруғлик эгриси силлиқ бўлмай ички тузилишга эга ва ҳар хил янгиларники бир-бирига ўхшамайди. Бундай янгиларнинг абсолют визуал катталиги $M_V = -6 \div -7^m$ ораликда, ёруғлигини ўзгариш амплитудаси $A = 9.2^m$. Янгилар бошқа галактикаларда ҳам кузатилади⁹. Масалан, Андромеда туманлиги (M 31)да 300 яқин янги қайд

⁸ Бочкарев Н.Г.б Магнитные поля в космосе, М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 216 с.

⁹ Max Camenzind, Compact Objects in Astrophysics, Springer, 2007, 682 p.

килинган. Андромеда туманлигида ва бизнинг Галактикада (~200 та) янгилар юлдуз тизимнинг асосий текислиги яқинида, тизим маркази томон зичлашиб борадиган ҳолда кузатиладилар. Янгининг максимумида абсолют визуал катталиги ($M_{V,max}$) билан уни уч бирликка камайиши учун кетган вақт (t_3) орасида қуйидаги статистик боғланиш топилган:

$$M_{V,max} = -11.75^m + 2.51gt_3.$$

1975 й. Окқушда кузатилган янги учун $t_3 = 4.1^d$ ва $M_{V,max} = -10.2^m$. Кўпчилик обсерваториялар иштирокида ўтказиладиган махсус кузатишларда Андромеда туманлигида бир йилда 26 та янги қайд қилинди.

Янгиларни инфрақизил (ИҚ) нурларда кузатишга кўра айрим янгиларнинг ИҚ ёруғ оптик максимумдан кейин камайиш ўрнига ортиш кўрсатади. Мисол учун 1976 й.да чакнаган NQVal янгининг ИҚ ($\lambda = 3.2$ мкм) ёруғлиги 80 кун ичида 3^m бирликка ортди. Бу янги атрофида ҳосил бўлган ($T = 1000^\circ$) улкан чанг қобуғ билан боғлиқ.

Чакнаш пайтида максимумгача янгининг спектри ўтагигантга хос хусусиятлари кучая борадиган нормал юлдуз спектридан иборат. Бу хусусиятлар спектрал чизикларни жуда ингичкалашиб ва кескинлаша бориб намоён бўлади. Бу ютилиш чизиклари спектрни бинафша қисми томон силжиган ва бу силжиш кузатувчи томон йўналган бирнеча юз км/с тезликдаги ҳаракатга мос келади.



8-расм. Янги юлдуз ёруғлигини ўзгариш чизиги шакли.

Максимумдан кейин спектрда кескин ўзгаришлар рўй беради: қисқа тўлқинли томонига абсорбцион (ютилиш) чизиклар ёпишиб турган кўплаб эмиссион полоса (тасма)лар пайдо бўлади. Абсорбцион чизикларга энди 1000 км/с дан ортиқ ҳаракат мос келади. Максимумдан кейин, янги ёруғлиги 5-6^m бирликкача камайгач туташ спектр жуда хира, юлдузнинг спектри қайноқ газ спектрига ўхшаш эмиссион чизиклардан иборат. Бу пайтда янги спектри Вольф-Райе юлдузлариникига ўхшайди; чакнашнинг охири брскичида

эмиссион чизиқлар йўқолади ва янги ёруғлигини пасайишига мос келадиган туташ спектрга эга бўлиб қолади.

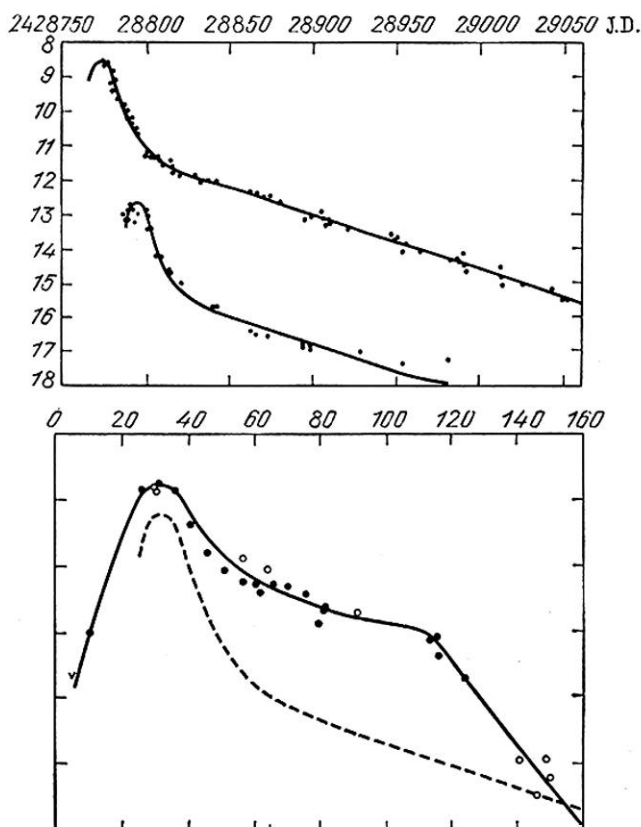
Максимумдан кейин янги спектрини Вольф-Райе юлдузлар спектрига ўхшашлиги уларга қобуғи тез (1500 км/с гача) кенгаётган юдуз статусини беришга имкон беради. Максимумдан кейин янги спектрида H, CaII, Ni, Fe II, Ti II, OI ва Si абсорбцион чизиқлари кузатилади. Бу янгининг бош ютилиш спектридир. Булардан ташқари спектрда таъқиқланган чизиқлар [OI] $\lambda\lambda 5577, 6300, 6363$, [NII] $\lambda 5755$ шунингдек кучайган He I $\lambda 5876$ чизиқ куринади. Бош спектр-диффуз-чақмоқ спектрга айланади (чизиқлар кенг, ёйиқ v_H 1500 км/с). Ягини ёруғлиги 3.5^m бирликка пасайгач янгини ютилиш спектри В синфга мансуб юлдузларникига ўхшайди. Бундан кейин юлдуз ўтиш фазасига тушади: бунда ёки юлдуз ёруғлиги кичик тебранишлар кўрсата бошлайди ёки 5^m бирликка кескин пасайиб кетади. Бундан бир неча ҳафта кейин юлдуз ёруғлиги олдинги умумий пасайиш даражасигача кўтарилади ва янгини сўниши давом этади. Спектрда ютилиш чизиқлари йўқолади, факт кенг эмиссион чизиқлар қолади. Янги бу фазаси небуляр (туманликка ўхшаш) фаза деб аталади ва у янги чакнашдан аввалиги даражага тушгунча давом этади.

Янги ёруғлиги ва спектрини ўзгаришини “юлдуз шишади ва ёрилади” деб тушунтириш мумкин. Ҳақиқатдан чакнаш бошланишида унинг ёруғлигини ортиши ва спектрини дярли ўзгармаслигини унинг радиусини катталашини ёки юлдузни етарли даражада қалин ($r \gg 1$) қобуғ қатламини кенгайтиши билан тушунтириш мумкин. Юлдуз диаметри Куюшникидан бир неча юз марта катталашгач, қобуғ юпқалашади ва бир неча булутсимон бўлақларга бўлиниб кетади. Бу бўлақлар юлдуздан барча томонга ўзоқлаша бошлайдилар. Юлдуздан кетма-кет бир неча қобуғ қатламлар узилиб чиқади ва кеняди. Юлдуз атрофида туманлик ҳосил бўлади. Чакнаш натижасида янги юлдузнинг 10^{-4} – $10^{-5} m_{\odot}$ массаси фазога улоқтириб юборилади, ёки унинг атрофида газ туманлик ҳосил бўлади.

Айрим янгилар зич қўшалок эканлиги аниқланган. Мисол учун Геркулес юлдуз туркумида 1934 й. да чакнаган янги N Her 1934 тўсилма қўшалок бўлиб ёруғлигини ўзгариш амплитудаси 2^m бирлик даври $4^h 39^m$ –қиска. Шундай кўрсаткичга эга янгилар T-Aur ($B=4^h 54^m$), V603 Aql ($3^h 20^m$). Бу янгиларни массаси кам деган хулосага олиб келади: $m=(0.87 \pm 0.33)m_{\odot}$

б) Ўтаянги (SN) юлдузлар. ўтаянги (SN) чакнаши натижасида ажралиб чиқадиган энергия бутун бир галактика сочаётган энергияга яқин бўлади. 1885 йилда Андромеда туманлигида кузатилган N5 6^m юлдузий катталikka эга бўлган. Солиштириш учун Андромеда туманлиги йиғма ёруғлиги 4.4^m . Масимумда SN ларни абсолют катталиги ўртача $M_V=-15^m$,

яъни янгиларникидан 7^m бирликка юқори. Айрим ўта янгилар максимумда $M_V = -20^m$ га етади бу Қуёшникидан 10 млрд. марта ортиқ демакдир. Бизнинг Галактикада охири 1000 йил ичида уч марта (1054 й. да Саврда, 1572 й. да Кассиопеяда, 1604 й. да Илонэлтувчида) SN чакнаган. 1670 йилда Кассеопеяда чакнаган ўта янги тасодифан қайд қилинмаган. Ҳозир бу юлдуз атрофида газ туманлик кузатилади ва кучли радионурланиш (Cas A) сочилади¹⁰.



9-расм. SN I(a) ва SN II(b) турдаги ўта янгиларни ёруғлигини ўзгариш чизиги.

Бошқа галактикаларда кўплаб SN кузатилган. ўртача ҳар бир галактикада 200 йилда битта SN чакнайди. 1957-61 йилларда ўтказилган махсус халқаро патрул натижасида 42 ўтаянги кашф этилди. Ҳозиргача ўта янгилар сони 500 дан ошди.

Ёруғлигини ўзгариш эгрисига кўра SN ларни икки турга бўлиш мумкин: SN I ва SN II. SN I-максимуми тез (бир ҳавта) ўтади ва ундан кейинги 25 кун ичида ёруғлиги кунига 0.1^m дан камая боради. Шундан кейин ёруғлигини пасайиши секинлашади (4 расм) ва шу тарзда то юлдуз қайд қилиб бўлмайдиган даражагача хиралашгунча бир хил сурат кунига (0.014^m

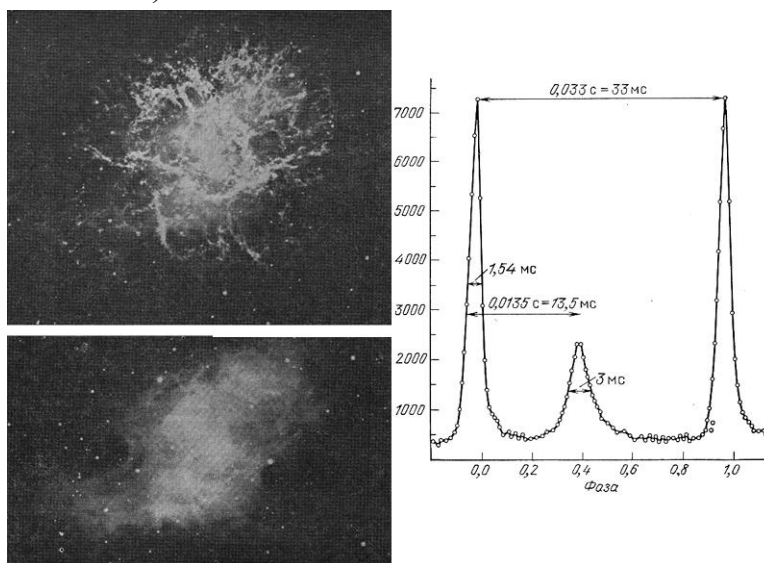
¹⁰ T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics, Volume II, Cambridge University Press, 2010.

дан) билан сўнади. SN ни ёруғлиги экспоненциал тарзда 55 кунда икки марта камая боради. Савр юлдуз туркумида 1054 йилда чакнаган юлдуз максимумида $m_V = -5^m$ катталиқка етган ва бир ой давомида кундузи кўринган, у кечаси 2 йил давомида телескопсиз оддий кўзга кўриниб турган. SN I максимумда $M_{Pg} = -19^m$, ёруғлигини ўзгариш амплитудаси $A = -20^m$.

SN II-нинг ёрқинлиги пастроқ: максимумда $M_{Pg} = -17^m$, (A-номаълум) ва шу даражада бир неча вақт (20 кун) туради. Ундан 100 кун кейин ҳар 20 кунда 1^m бирликка камая боради (4 расмда б). SN лар галактика текислиги чегаралари яқинида кузатилади. SN I-ихтиёрий шаклдаги галактикаларда, SN II-фақат спирал галактикаларда кузатилади.

SN I спектри янгиларникидан бутунлай фарқ қилади. Спектридаги кенг эмиссион тасмалар ҳеч бир элемент атоми чизикларга мос келмагандан бу тасмалар чизик эмас балки туташ спектр соҳаларидир. Уларни ажратиб турувчи қора соҳалар кенгайган ва силжиган ютилиш чизиклари деган хулосага келинди (Э.Р. Мустел, Ю.П. Псковский, Россия). Бу қора тасмаларни текшириш натижасида SN I пайтида юлдуздан массаси $0.3 m_{\odot}$ бўлган қобуғ ажралади ва $15\,000$ км/с тезлик билан кенгая бошлайди. Тезликлар кенг оралиқни эгаллайди. Қобуғ бўлақларга ажралиб кетган. SN II-спектри оддий янги юлдузлар спектрига ўхшаш: қисқа тўлқинли томонига ютилиш чизиғи ёпишиб турган кенг эмиссион тасмалардан иборат. Водород чизиклари интенсив. SN I-водороди ёниб тугаган юлдузлардир. SN II-эса ёш юлдузлардир¹¹.

SN чакнаши натижасида чакнаган юлдуз атрофида газ туманлик ҳосил бўлади. SN 1054 -ўрнида Қисқичбақасимон туманлик сифатида кўринади. SN 1054 ва SN 1572 (Кассиопея) ўрнида ҳозирги кунда кучли радионурланиш манбалари (Tau A ва Cas A) жойлашган.



¹¹ Arnab Rai Choudhuri, *Astrophysics for Physics*, Cambridge University Press, 2010, 471 p.

*10-расм. Қисқичбақасимон туманлик ва унинг ичида кузатиладиган
пульсарнинг интенсивлигини ўзгариш чизиги.*

Қисқичбақасимон туманлик 16^m катталиқдаги ичида қўшалок юлдуз жойлашган. Юлдузларни бари қуйи спектрал синфга мансуб иккинчиси эса жуда қайноқ, кучли ультрабинафша ранг ортиқликка эга юлдуз. Бу юлдуз радио ва рентген диапазонларда импульслар тариқасида нурланиш сочади. Импульслар оралиғи – даври 0.033 сек. Бу нейтрон юлдуз бўлиб ўқ атрофида тез айланиши (секундига 33 марта) натижасида пульсар сифатида кўринади. NP 0532 рақам билан рўйхатга олинган бу пульсарни даври систематик равишда ортиб бормоқда (айланиш тезлиги камаймоқда): 2500 йилда 2.7 марта. Бундай секинлашув энергияни 10³⁸ эрг/с га камайишини кўрсатади. (Расм-5).

Юлдузлар эволюцияси

Юлдузларнинг физик характеристикаларини, ички тузилишини ва кимёвий таркибини вақт бўйича ўзгариши юлдуз эволюцияси ёки ривожланиш жараёнида ўзгариши деб аталади. Стационар ҳолатдаги юлдуз бу гидростатик (гравитацион куч ички босим кучига тенг) ва энергетик (атрофга сочилаётган нурий энергия юлдуз ўзагида ажралаётган энергияга тенг) мувозанатдаги газ (плазма) шар. Юлдуз «туғилиши» бу атроф фазога сочилаётган энергиясини ўзининг ички энергия манбаи ҳисобига тўлдириб турувчи гидростатик мувозанатдаги объектнинг ҳосил бўлишидир. Юлдуз «ўлиши» бу тикланмайдиган мувозанатни бузилиши ёки уни ҳалокатли ҳолатда сиқилишидир¹².

Юлдуз сиртидан энергия сочилиши унинг ички қатламларини совиши, уни сиқилиши натижасида ажралиб чиқаётган гравитацион потенциал энергия ёки ядро реакциялар ҳисобига рўй бериши мумкин. Совиш ва гавитацион сиқилиш, масалан, Қуёшни 10 миллион йил ҳозирги кундагидек нурланиш сочиб туриши учун етади. Ҳолбуки, Қуёш билан бирга ҳосил бўлган Ернинг ёши 4.5 миллиард йилга тенг, демак унинг энергияси сиқилиш энергияси эмас.

Юлдузнинг эволюцияси бошидан охиригача кузатиб бўлмайдиган жуда узоқ довом этадиган жараён. Шунинг учун, юлдуз эволюциясини текширишда ҳар хил массага эга юлдузларнинг ички тузилиши ва кимёвий таркибини вақт бўйича ўзгаришини намоиш этувчи эволюцион моделларни тузиш усули қўлланилади. Бу эволюцион моделлар кузатиш натижалари, масалан, ҳар хил эволюция босқичидаги кўплаб юлдузларнинг ёрқинлиги билан температурасини боғловчи Гершпрунг-Рассел диаграммаси билан

¹² Arnab Rai Choudhuri, *Astrophysics for Physics*, Cambridge University Press, 2010, 471 p.

солиштирилади ва бу юлдузни эволюцион кетма-кетликда ўрнини аниқлашга ёрдам беради. Бу усул юлдуз тўдалари (тарқоқ ва шарсимон) учун қўлланилганда айниқса яхши натижа беради. Чунки тўда аъзолари бир вақтда бир хил кимёвий таркибдаги туманликдан ҳосил бўлганлар.

Юлдузларни эволюцион кетма-кетликлари уларнинг ичида массани, зичликни, температуранинг ва ёрқинликни ифодаловчи дифференциал тенгламаларни газларнинг ҳолат тенгламаси, энергия ажралиш қонунлари, ички қатламларни нотиниқлигини ҳисоблаш формулалари ва бу қатламларнинг кимёвий таркибини вақт бўйича ўзгариш тенгламалари билан биргаликда ечилади.

а) юлдузларни ҳосил бўлишида гравитацион сиқилиш босқичи.

Энг кенг тарқалган қарашга кўра юлдузлар юлдузлараро муҳитдаги моддани конденсацияланиши натижасида ҳосил бўладилар. Бунинг учун юлдузлараро муҳит икки босқични ўтиши зарур: зич совуқ булут ва юқоридаги температурадаги сийраклашган муҳит. Биринчи босқич юлдузлараро муҳитдаги магнит майдонда Релей-Тейлор нотурғунлиги туфайли рўй берса иккинчисига зич булут моддасини космик ва рентген нурлар томонидан ионлантириш натижасида рўй берган иссиқлик нотурғунлиги сабаб бўлади. ²ақиқатдан массаси $M = (10^5 - 10^6) M_{\odot}$ (M_{\odot} - Қуёш массаси) тенг, ўлчамлар 10 – 100 парсек, зарра концентрацияси $n = 10^8 \text{ м}^{-3}$ бўлган чанг+газ комплекслар кузатилади. Бундай комплекслар сиқилиши учун уларда зарраларнинг гравитацион боғланиш энергияси зарраларнинг иссиқлик ҳаракати, булутнинг яхлит ҳолда айланиш энергиялар йиғиндисидан ката бўлиши керак (Жинс критерияси). Агар фақат иссиқлик энергияси ҳисобга олинса Жинс критериясига кўра ҳосил бўлган булутнинг массаси

$$M > M_j \cong 150 T^{2/3} n^{-1/2} M_{\odot},$$

бўлиши керак. Бу ерда T - келвинларда ҳисобланган температура, n – бир см³ да зарра концентрацияси. Газ+чанг булутлар учун ҳозирги замонда аниқланган T ва n ларда уларнинг массаси $M > 10^3 M_{\odot}$ бўлиши керак¹³.

Жинс критериясига кўра массаси ҳозир маълум бўлган ораликдаги (0.01 – 100 M_{\odot}) юлдуз ҳосил бўлиши учун сиқилаётган булутда $n = 10^3 - 10^6 \text{ см}^{-3}$ бўлиши керак. Бу газ+чанг булутларда кузатилаётгандан 10 – 100 - марта кўп демакдир. Бироқ бундай зарралар концентрация булут ўзагида бўлиши мумкин. Демак массив булутда кетма-кет рўй берадиган бўлақларга ажралиш

¹³ Max Camenzind, Compact Objects in Astrophysics, Springer, 2007, 682 p.

натижасида юлдуз ҳосил бўлиши мумкин. Бу юлдузлар тўда ҳолда пайдо бўлади, деган хулоса қилишга имкон беради.

Кейинчалик коллапс натижасида юлдузга айланадиган объект (булут бўлаги) протоюлдуз деб аталади. Бунда магнит майдонсиз ва айланмайдиган сферик симметрик протоюлдуз бирнеча босқичларни босиб ўтади. Даставвал биржинсли ва изотермик булут ўзининг иссиқлик нурланиши учун тиниқ ва коллапс энергия йўқотиш натижасида бошланади. Чанг газ зарраларини кинетик энергияси ҳисобига иссийбошлайди ва унда энергия иссиқлик узатувчанлик натижасида тарқалабошлайди ва протоюлдузни ташқи чегарасидан иссиқлик нурланиши сифатида фазога сочилади (энергия йўқотиш). Биржинсли булутда босим градиенти йўқ ва сиқилиш эркин тушиш сифатида бошланади. Сиқилиш бошланганданок булутда товуш тезлигида унинг марказга томон тарқаладиган сийраклашиш тўлқини ҳосил бўлади. Чунки коллапс зичлик юқори жойда тез, натижада протоюлдуз куюк ўзакка ва кенг сийрак қобуққа ажралади. ўзакда зарра концентрацияси 10^{11} см^{-3} га етгач у ўзининг инфрақизил нурланиши учун нотиниқлашади. ўзакда ажралаётган энергия унинг сиртига нурий йўл билан чиқабошлайди. Температура адиабатик кўтарилабошлайди ва бу босимни кўтарилишига олиб келади ва ўзак гидростатик мувозанатга ўтади. Қобуқ моддаси ўзакка тушишини довом этади ва ўзак четида зарб тўлқини ҳосил бўлади. Бу пайтда ўзак параметрлари протоюлдуз массасига кам боғлиқ ва унинг массаси, радиуси, зичлиги, ва температураси қуйидагича

$$M_{\dot{y}} = 5 \cdot 10^{-3} M_{\odot}, \quad r_{\dot{y}} = 100 R_{\odot}, \quad \rho = 2 \cdot 10^{-10} \text{ г/см}^3, \quad T = 200 \text{ К.}$$

Қобуғдан ўзакка модда тушиши (аккреция) натижасида унинг температураси 2000 К га етгунча адиабатик кўтарилади. Температура 2000 К га етгач водород молекулалари парчалана бошлайди ва адиабата кўсатқичи $4/3$ дан камаяди. Бу ҳолатда босимнинг ўзгариши гравитация кучларини енгишга етмайди. ўзак яна сиқилади (коллапс) ва унинг параметрлари энди қуйидагича

$$M_{\dot{y}} = 5 \cdot 10^{-3} M_{\odot}, \quad r_{\dot{y}} = 1 R_{\odot}, \quad \rho = 2 \cdot 10^{-2} \text{ г/см}^3, \quad T = 2 \cdot 10^4 \text{ К.}$$

Қобуғдан ўзакка модда аккрекцияси давом этади, температурани кўтарилиши давом этади. Энди ўзакда водородни ионланиши бошланади ва юқоридаги ўзакни қайта тузилиши рўй беради.

Ўзакни қобуғ ҳисобига катталашуви қобуғда модда тугагунча довом этади. Қобуғ моддасининг бир қисми юлдузнинг нурий босими таъсирида фазога тарқалиб кетади, ўзак ва қобуғдан иборат юлдузлар ИҚ нур манбаи сифатида кузатилади. Қобуғ оптик юпқа бўлгач протоюлдуз юлдуз мақомига эга объект сифатида кузатилади. Айрим массив юлдузларда қобуғ ўзакда ядро реакциялари бошлангунча қолади. Протюлдуз коллапси $10^5 - 10^6$ йил

довом этади. Ўзак томонидан ёритилаётган қобуғ қолдиқлари юлдуз шамоли тасирида тезлатилади. Бундай объектлар Хербиг - Аро объектлари деб аталади. Кам массадаги юлдузлар кўринабошлаганда улар Саврнинг Г – си сингари хусусиятларга эга бўлади.

Гидростатик мувозанатдаги кам массага эга юлдузлар ўзагидан энергия конвекция йўли билан чиқади. Массаси Қуёшниқининг учдан биридан кўп юлдузлар ўзагида нурий мувозанат қарор топади. Массаси уч Қуёш массасидан кўп юлдузлар ўзагида нурий мувозанат тезда шакилланади.

б) ядро реакциялари асосида юлдуз эволюцияси.

Дастлабки ядро реакциялар тахминан миллион К температурада дейтерий, литий ва бор иши билан бошланади. Бу элементларни дастлабки миқдори шу даражада кам уларнинг ёниши амалда протоюлдуз сиқилишини тўхтатаолмайди. Юлдуз марказида температура $\cong 10^7$ К га етганда ва водородни ёниши бошланганда уни гравитацион сиқилиши тўхтайдди. Чунки фақат водородни ёниш энергияси юлдуз фозога сочаётган энергияни тўлдириб туриш учун етарли. ўзагида водородни ёниши бошланган биржинсли юлдузлар Г-Д да дастлабки бош кетма-кетликни (БКК) ташкил қилади. Массив юлдузлар БКК га кам массалиларга қараганда тезроқ тушадилар. БКК га тушгандан бошлаб юлдуз эволюцияси ядроларни ёниши асосида (ядровий босқичлар жадвалда келтирилган) боради.

2-жадвал. Ядровий юлдуз эволюциясининг асосий босқичлар

Ядровий ёқилғи	Ёниш маҳсулоти	Ёниш температураси , К	Энергия чиқариш , эрг/г	Энергияни олиб кетувчи зарра	Довомийлиги, юлдуз ёши фоизларида
Н	He	(1- 3)* 10 ⁷	7*10 ¹⁸	фотонлар	$\cong 90$ %
He	С, О	2* 10 ⁸	7*10 ¹⁷	фотонлар	≤ 10
С	Ne, Na, Mg	1*10 ⁹	5*10 ¹⁷	нейтрино	< 1
Ne	О, Mg	1.3*10 ⁹	1*10 ¹⁷	нейтрино	< 1
О	Si ÷ Ca	1.8*10 ⁹	5*10 ¹⁷	нейтрино	< 1
Si	Sc ÷ Ni	3.4*10 ⁹	3.4*10 ¹⁷	нейтрино	< 1
Ядровий ёқилғи	Ёниш маҳсулоти	Ёниш температураси , К	Энергия чиқариш , эрг/г	Энергияни олиб кетувчи зарра	Довомийлиги , юлдуз ёши фоизларида

Температура $\leq 18 \cdot 10^6$ бўлганда протон-протон цикли, ундан юқори бўлганда углерод-азот цикли (CNO) асосий энергия манбаи бўлади. Энг массив юлдузларда массанинг 50% конвекцияланади. Водородни тўла ёниш вақти массаси $M \cong 1 M_{\odot}$ бир Қуёш массасига тенг юлдузларда 10^{10} йил, $M \cong 50 M_{\odot}$ - юлдузларда $3 \cdot 10^6$ йил. Жадвалдан кўришиб турипти, бошқа реакциялар ҳисобига юлдузни яшаш вақти умумий яшаш вақтини 10% дан ошмайди. Шунинг учун Г-Д диаграммада кўпчилик юлдузлар ўрни бош кетма-кетликдир (БКК). Водородни ёниши ўзак моддасини ўртача молекуляр массаси оширади, гидростатик мувозанат учун марказда босим ва температура кўтарилади, ёрқинлик ошади, қобуғ тиниклашади. Катта миқдордаги энергия йўқотишни тامينлаш учун ўзак сиқилабошлайди, қобуғ эса кенгайбошлайди. Г-Д диаграммада юлдуз БКК дан ўнга силжийди. Массаси катта юлдузлар БКК ни биринчилар қатори тарк этади. $M \cong 15 M_{\odot}$ юлдузларни БКК да бўлиш вақти 10 млн йил, $M \cong 5 M_{\odot}$ ларники - 70 млн йил ва $M \cong 1 M_{\odot}$ ларники 10 миллиард йил.

в) юлдуз эволюциясининг охири босқичи. Массаси $M > 5 M_{\odot}$ бўлган юлдузларнинг марказий қисимларида жадвалда кўрсатилган барча реакциялар рўй бериши мумкин. Темир ўзакни ҳосил бўлиши айрим ҳолларда ундан ҳам олдин гидростатик мувозанат йўқотилиши мумкин ва гравитацион коллапс рўй беради. Коллапс натижасида зичлик 10^{12} г/см^3 га етади ва модда нейтраллашади¹⁴. Агар $M < 2 M_{\odot}$ бўлса айниган газ ва $\gamma = 5/3$ да босим ва тортишиш тенглашади. Акс ҳолда коллапс чексиз ва юлдуз қора ўрага айланади. Коллапс тўхтатилганда нейтрон юлдуз сиртида зарб тўлқин рўй беради ва у ташқи томон тарқалади ва қобуқни улоқтириб юборади (ўтаянги юлдуз).

Назорат саволлари:

1. Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси.
2. Нейтрон юлдузлар. Квazarлар.
3. Замонавий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси.
4. Астрономияда гравитацион тўлқинлар.

¹⁴ T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics, Volume II, Cambridge University Press, 2010.

7-мавзу. Қора ўралар ва нейтрон юлдузларнинг тўқнашуви натижасида ҳосил бўлган гравитацион тўлқинларни қайд қилиш ва уларнинг манбалари. Галактика марказидаги ўта массив қора ўралар. Айланувчи қора ўралар атрофида оптик ва энергетик жараёнлар.

РЕЖА:

- 1 Қора ўралар ва нейтрон юлдузларнинг тўқнашуви натижасида ҳосил бўлган гравитацион тўлқинларни қайд қилиш ва уларнинг манбалари.
2. Галактика марказидаги ўта массив қора ўралар
3. Айланувчи қора ўралар атрофида оптик ва энергетик жараёнлар.

***Таянч иборалар:** Қора ўра, гравитацион тўлқинлар, ўта массив қора ўралар, энергетик жараёнлар.*

Қора туйнуклар – бу фазо-вақтнинг шундай соҳасики, кучли гравитацион майдон ҳисобига у ерни хатто ёруғлик тезлигида ҳаракатланувчи зарралар, шунингдек ёруғлик квантлари ҳам тарқ эта олмайдилар. Ушбу соҳанинг чегараси ҳодисалар горизонти деб аталади, унинг ўлчами эса гравитацион радиус дейилади. Энг содда ҳолда – сферик-симметрик қора туйнуклар учун ушбу ўлчам Шварцшильд радиусига тенг. Назарий жиҳатдан бундай объектларнинг мавжудлиги Эйнштейн тенгламаларининг баъзи аниқ ечимлари томонидан келиб чиқади. Бундай ечимларнинг биринчиси Карл Шварцшильд томонидан 1915 йили топилган¹⁵.

Замонавий фан бизга сўнувчи массив юлдузлар билан боғлиқ кўпгина ҳайратомус ҳодисаларни таништиради. Уларни миллион йиллар давомида сақлаб келган ёнилғисининг етарли бўлмай қолиши билан юлдуз оптик мувозанат ҳолатини сақлаб қола олмайди ва ўз оғирлиги таъсирида маркази томон сиқилади, яъни коллапсга учрайди. Инсон ҳаётига ўхшаб юлдузлар ҳам ўзининг яшаш циклига эга. Улар чанг булутларида туғилади, ўсади ва миллион йиллар ёруғлик сочиб парланади ва ўлади. Юлдуз ўзининг дастлабки босқичларида ҳосил бўлган водороддан, кейин босқичларда гелийдан ва ниҳоят оғир элементлардан иборат ички ёнилғиси ҳисобига ёруғлик сочади. Ҳар бир юлдуз ўзининг марказга тортувчи гравитацияси ва унга қарама қарши йўналишлардаги ички босим кучлари билан мувозанатга эга. Бу мувозанат ёнилғи темирга айланадиган вақтгача сақланади. Гравитация босим кучларидан катталашади ва юлдуз сиқила бошлайди.

Оқ миттилар, нейтрон юлдузлар ва қора туйнуклар.

¹⁵ James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Pearson Education Ltd., 2013, 554 p.

Маълумки, юлдуз энергия захираси жуда катта бўлишига карамай бу энергия вақт ўтиши билан босқичма-босқич яроқсизлашиб боради. Юлдузлар худди инсонларга ўхшаб яшайди, қарийди ва ўлади. Уларнинг яшаш вақти- пайдо бўлганидан то ядро ёнилғи ресурслари юлдуз бўлиб нур сочиб туришига етарли бўлмай қолишигача бўлган вақтдир. Бу вақт ҳар бир юлдузнинг массасига боғлиқдир. Хусусан, энг яқин юлдуз- бу 5 миллиард йиллардан бери ядро синтези жараёни ҳисобига ҳозирда ўзининг актив босқичида бўлган Қуёшдир ва унинг ёнилғи захираси яна 5 миллиард йилга етади¹⁶. Қуёш ўз ёнилғисини сарфлаб тугатаётган босқичда ўзининг гравитацияси ҳисобидан Ер сайёраси ўлчамидан катта бўлмаган ўлчамгача сиқилади. Бунда у ҳосил бўлган электрон газ босими билан мувозанатлашгандан сўнг сиқилишдан тўхтаб оқ миттига айланади. Массаси Қуёш массасидан 3-5 марта катта бўлган Юлдузлар ўз умрини бошқача-нейтрон юлдузларга айланган ҳолда яқунлайди, бунда гравитация шундай кучлики электронларни атом ядросига жойлаштиради. Энди ички босим кучи электрон газ босими эмас балки нейтронлар босими ҳисобига гравитация кучларини мувозанатлайди ва 10 км гача сиқилиб боради.

Янада оғирроқ ва кўпроқ водород ёнилғи захирасига эга бўлган юлдузлар кучли гравитация кучлари таъсири остида тез ёнади ва яшаш вақти ҳам қисқа бўлади. Массаси жиҳатдан йирик бўлган юлдузлар том маънода бир неча миллион йил давомида “ёниб туради”, майда юлдузлар эса юзлаб миллиард йиллар давомида “яшайди”. Шундай экан, бу маънода бизнинг Қуёш “мустаҳкам ўрта” ликка киради.

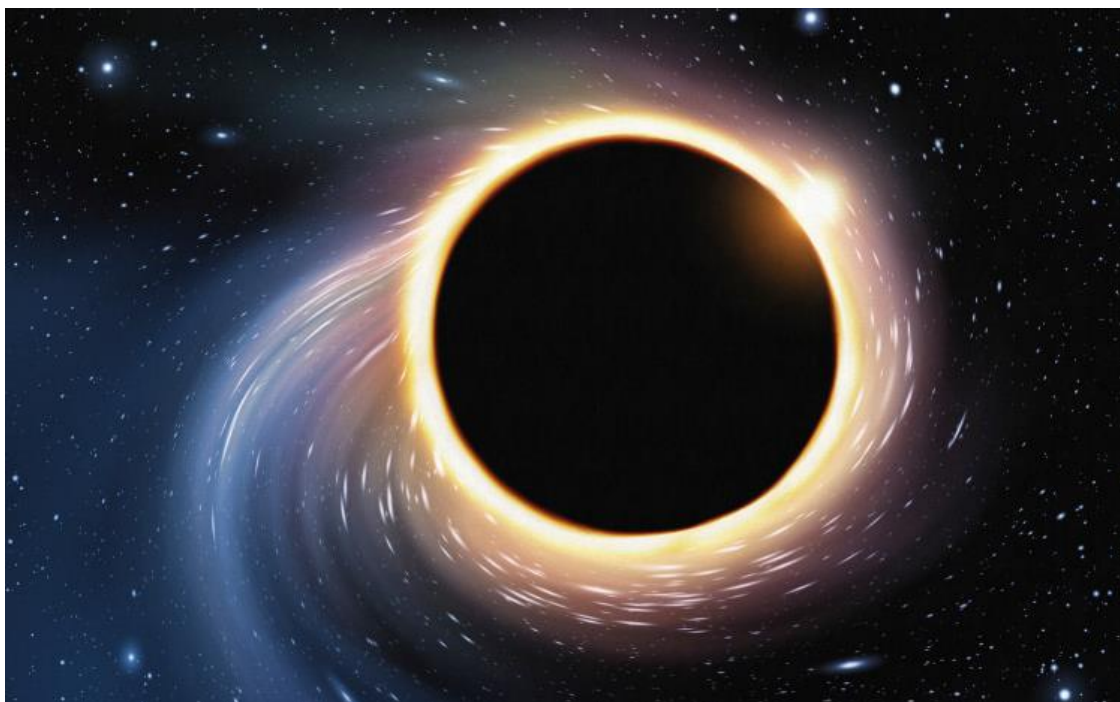
Назарий жиҳатдан юлдузлар дастлабки массаларига боғлиқ ҳолда уч хил кўринишда ҳаётини яқунлайди: 1. Агар юлдуз ядросининг дастлабки массаси Чандрасекар чегараси деб аталадиган (тахминан) 1.4 Қуёш массасидан кичик бўлса қисқа вақт қизил гигант ҳолатидан кейин оқ миттига айланади. Оқ митти ҳолида бир кеча миллион йиллар яшаб совуқ қора миттига, яъни ҳақиқий космик ўлик жисм- юлдузнинг мурдасига айланади. 2. Агар юлдузнинг дастлабки массаси Чандрасекар чегарасидан ошиб Волков чегараси деб аталадиган тахминан 2-3 Қуёш массасидан катта бўлса, ядро ёнилғисининг асосий қисми камайишидан кейин электрон газнинг босими қаршилиқ қила олмагач гравитация кучлари таъсири остида ташқи қатлами юлдузнинг марказига тушади. Бунинг натижасида юлдуз ҳажми 100000 марта камаяди, унинг ўртача зичлиги шунча марта ортади, радиуси эса атиги 10км атрофида бўлади. Деярли шу билан биргаликда юлдузнинг устки қатлами портлаш натижасида 10 000 км/с тартибидаги катта тезлик билан ҳар

¹⁶ Arnab Rai Choudhuri, *Astrophysics for Physics*, Cambridge University Press, 2010, 471 p.

томонга отилиб кетади. Бу ҳодиса марказида нейтрон юлдуз ҳосил бўлиши билан якунланувчи ўта янги юлдузнинг портлашидек кузатилади¹⁷. Бу Хитой ва Япон тарихида айтиб ўтилган 1054 йилда ҳозирда марказида нейтрон юлдуз жойлашган Краборид туманлиги ўрнида ёрқин юлдуз каби ярқираб, икки ҳафта давомида ҳаттоки кундузлари ҳам кўриниб турган. 3. Коллапсга учраётган юлдузнинг массаси кандайдир критик қийматдан катта бўлса (3 Қуёш массасидан) гравитация шунчалик катта бўладики буни ҳеч нарса тўхтата олмайди. Гравитация кучлари юлдузни ташкил қилувчи моддаларни шундай сиқиб борадики бунда юлдуз ўлчами энг кичик ўлчамгача кичраяди.



¹⁷ Max Camenzind, Compact Objects in Astrophysics, Springer, 2007, 682 p.



1-расм. Қора туйнукларнинг расмлари.

Бу учала компакт объектлар оддий юлдузлардан иккита фундаментал белги билан фарқланади. Биринчидан, ядро ёнилғисини сарфлаб улар гравитацион коллапсга термодинамик босим ҳисобидан қаршилик кўрсатади. Оқ миттилар гравитацион коллапсга электрон газ босими билан қаршилик қилади, нейтрон юдузлар- нейтронлар босими билан. Қора туйнуклар эса ўзининг гравитация кучларига қаршилик қила олмасдан янога бир нуктагача сиқилиб борган. Учала компакт объектлар Коинотнинг ёши тартибидаги даврда турғун объектлар ҳисобланиди. Уларни юлдузларнинг энг охири босқичидаги объект деб ҳисоблаш мумкин. Иккинчи фарқи- оддий ўзларининг массаси тартибидаги юлдузларнинг ўлчамларига нисбатан анча кичиклигидир¹⁸.

Бу учала юлдузларнинг охири босқичидаги объектлардан энг биринчи бўлиб оқ миттилар астрономик кузатишлар натижасида топилган. Оқ митти тажрибада астрономлар бундай юлдуз қандай қилиб нур сочиб туришини тушинидан олдин топилган. 1914 йили америкалик астроном Адамс осмонимиздаги энг ёрқин юлдуз бўлган Сириуснинг йўлдоши Сириус В нинг спектрини анализ қилаётиб юқори ҳароратга - Сириус юлдузининг ҳароратига яқин ҳароратга эга ва массаси Қуёш массаси тартибида бўлса ҳам радиуси Ер радиусидан кичик деган ҳулосага келади¹⁹.

¹⁸ L. Rezzolla, O. Zanotti, *Relativistic Hydrodynamics*, Oxford University Press, 2013, 752 p.

¹⁹ T. Padmanabhan, *Theoretical Astrophysics, Volume I-III*, Cambridge University Press, 2010.

Нейтрон юлдузлари тарихи эса аксинча, 1934 йил Бааде ва Цвикки нейтрон юлдузлар –юқори зичликка, кичик радиусга ва бошқа оддий юлдузларга нисбатан кучли гравитацияга эга бўлган юлдузлар ғоясини таклиф қилади. Нейтрон юлдузлар аслида астрономлар томонидан кашф этилгунга қадар назарайётчилар томонидан бир аср олдин қалам учида кашф қилинган. Уларнинг астрономик кузатувларда топилиши бунчалик кечикишининг сабаби тез оради тўлиқ тушинарли бўлди. Агар космик жисмнинг радиуси 10км бўлса ҳаттоки унғача масофа энг яқин юлдузгача (Қуёшдан ташқари) масофага (10 ёруғлик йили) тенг бўлса ҳам уни энг қудратли телескоп ёрдамида ҳам кузатиш мумкин эмас. Ва ҳаттоки нейтрон юлдузгача масофа мумкин қадар кичик бўлса ҳам! Бундан келиб чиқадики нейтрон юлдузларни оптик усуллар билан кузатишлар мувофақиятга учрайди.

Ва бирдан кутилмаган нарса содир бўлди: нейтрон юлдузлари топилди. Улар тамоман қидирилмаган жойдан, изламаган одамлар томонидан топилди. 1968 йил февралда машҳур Nature илмий журнали саҳифаларида таниқли инглиз астрономи Хьюш ва унинг ҳамкасблари томонидан пулсарларнинг кашф этилишига бағишланган мақола пайдо бўлади. Астрономиянинг XX асрдаги энг буюк кашфиёти 1967 йил Кембридже Университети Маллард радиоастрономик обсерваториясида Джоселин Белл томонидан очилган тез айланувчи нейтрон юлдузлар-пулсарларнинг кашф этилиши бўлган. Бу пулсарлар радио диапазонда урганган²⁰. Уларнинг очилиши шарафига Белл, Энтони Хьюшларга 1974 йил Нобел мукофоти берилди. Ҳозиргача 2000 га яқин пулсарлар маълум, кейинчалик пулсарлар рентген диапазонида ва кейинроқ фақат шу диапазонда кўринадиган гамма-пулсарлар ҳам аниқланди.

Юлдузни шундай радиусгача сиқиб борамизки, бунда ундан фазога ёруғлик тарқилмайди. Бу радиус Шварцшильд радиуси дейилади. Қуёш учун бу 3 км атрофида. Агар Қуёш ҳам 3 км ва ундан кичик ўлчамгача сиқилса ёруғлик нурлари Қуёш ташқарисига чиқа олмайди. Қора туйнукга айланган осмон жисмлари Коинотда йўқолиб кетмайди. У ўзи ҳақида ташқи оламга ўзининг гравитацияси ҳисобидангина маълумот бералди. Қора туйнук яқинидан ўтган ёруғликни ютади (у Шварцшильд радиусидан кичик масофаларгача яқинлашса) ва ёнидан ўтаётган нурларни сезиларли масофаларгача оғдиради.

Ўта оғир юлдузлар оқ митти ҳам нейтрон юлдуз ҳам бўла олмайди, чунки уларнинг ички босимлари гравитацияни компенсация қилишга етарли

²⁰ Бочкарев Н.Г.б Магнитные поля в космосе, М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 216 с.

эмас. Ҳаттоки бошқача кўринишдаги босимлар кучга кирган тақдирда ҳам гравитацион коллапс барибир қайтмас бўлиб қолаверади. Гравитация ҳал қилувчи куч бўлади, натижада юлдузнинг якуний ҳолати (ходисалар горизонти билан ўралган сингуляр нукта) фақатгина Эйнштейннинг гравитация назарияси ёрдамида ёритилади. Шундай қилиб, қора туйнуклар Коинотдаги жумбоқли хусусиятга эга бўлган сирли объектлардан бири. Маълумки, қора туйнук фазо-вақт соҳаси дейилади, гравитация майдони шунчалик кучлики, ҳаттоки ёруғлик ҳам бу соҳани ташлаб чиқиб кета олмайди. Бу жисм ўлчами узининг гравитацион ўлчамидан кичик бўлганда содир бўлади. Гравитацион радиус Қуёш учун 3км, Ер учун эса 9мм отрофида. А. Эйнштейннинг умумий нисбийлик назарияси қора туйнукларнинг ажабтовур хусусияти-қора туйнук учун муҳим бўлган ходисалар горизонти мавжудлигини кўрсатади. Қора туйнук ходисалар горизонти ичкариси ташқи кўзатувчига кўринмайди, ҳамма жараёнлар ходисалар горизонти ташқарисиди содир бўлади. Шу сабабдан, ходисалар горизонтига эркин тушаётган фазогир эхтимол тамоман бошқа Коинотни ва ҳаттоки ўз келажагини ҳам кўриши мумкин. Бу шуни билдирадики, қора туйнук ичкарисиди фазо ва вақт координаталари ўз ўрнини алмаштиради ва биз қора туйнук ичида (ходисалар горизонти ичкарисиди) фазо бўйича эмас балки вақт бўйича саёҳат қиламиз.

Қора туйнукларнинг бундай ғайри оддий хусусияти кўпчиликка шунчвки фантастика бўлиб туйилади ва уларнинг мавжудлигига шубҳа пайдо бўлади. Аммо шуни таъкидлаш жоизки, энг янги кузатув маълумотларига кўра қора туйнуклар ҳақакатан ҳам мавжуд. Масалан, XXI аср бўсағасиди бизнинг галактикамиз марказизда ўта оғир, массаси 4 миллион Қуёш массасига тенг бўлган қора туйнук мавжудлиги топилди. Бу- қора туйнуклар ва уларнинг хусусиятлари изланишидаги янги босқич келди ва яқин келажакда ушбу соҳада илмий тадқиқотлар сезиларли даражада ривожланишга эришишимизга олиб келиши керак дегани²¹.

Шу ўринда биринчи навбатда машҳур физик, астрофизика ва назарий физика соҳасиди кўпгина ёрқин ишлар муаллифи, бир вақтлар Исаак Ньютон ва Поль Дираклар раҳбарлик қилган Кембридже Университети кафедраси аъзоси Стивен Хокингни таъкидлаб ўтиш жоиз. Унинг изланишларининг асосий объекти бу қора туйнуклар физикасидир. Унинг асарлари орасиди “Вақтнинг қисқача тарихи” китоби энг содди тилда физиканинг қийин ва долзарб муаммоларини ҳаммага тушинарли қилиб ёзилган. Бу Хокинг ҳақиди ҳаммаси эмас. У жуда оғир касал бўлиб унинг хозирда фақатгина иккита ўнг

²¹ James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Pearson Education Ltd., 2013, 554 p.

қўл бармоқлари ҳаракати сақлаб қолинган ва охириги 30 йил давомида гапиришдан ҳам маҳрум бўлган. У атрофидагилари билан нутқ синезатори ва компьютер ёрдамида гаплашади. Шунга қарамасдан, у фоал ва доҳийона илмий изланишлар олиб бормоқда.

1974 йилда Стивен Хокинг қора туйнуклар атрофида вакуумдан зарраларнинг пайдо бўлиши кўриб чиқади. Унинг ҳисоблашлари шуни таъкидлайдики айланувчи қора туйнуклар нурланади ва бу қора туйнук айланишини секинлаштиради. Бу нурланиш спектри иссиқлик нурланишига мос келиши айтиб ўтади. Бироқ натижалар ярим классик усулда олинган, аслида гравитация майдони умумий нисбийлик назарияси тенгламалари билан, қора туйнук яқинидаги вакуум кванланган майдон назарияси билан ёритилиши керак²². Кўпчилик олимлар Хокинг иккита назарияни бирлаштириб хатога йўл қўйди деб ҳисоблашади. Унинг қора туйнуклар учун олдин қабул қилинган барча қонунларни бузади. Кейинроқ эса Хокинг ҳақ бўлиб чиқади ва унинг натижалари эгриланган вақт-фазодасиги кванланган майдонларнинг қонунлари кўринишида расман қабул қилинди. Шу сабабдан гравитацион, электромагнит ва бошқа турдаги нурланишларни кванланган майдонлар деб қаралади. Бошқача сўз билан айтганда тўлқинлар қанчалик квант механикаси тенгламалари билан ёритилмасин, улар ўзини бир вақтнинг ўзида ҳам тўлқин ҳам заррадек тутади.

Шунингдек, Хокинг ҳисоб китоблари қора туйнукларнинг нурланишини ҳам кўрсатади. Портлашдан ҳосил бўлган янги объект жуда кичик ҳароратга эга бўлади ($3 \cdot 10^{-8}$ К дан кичик), Қора туйнукнинг сиқилиши учун эса 10^{67} йилдан кўпроқ вақт керак бўлади. Сиқилиш натижасида унинг ҳарорати ошиб боради, нурланишлар ҳам кучаяди ва “буғланиши” тезлашади. Ниҳоят массаси бир неча миллион тоннагача камайганида ва унинг ҳодисалар горизонти радиуси атом ядроси ўлчамига тенг бўлиб, у жуда катта (юзлаб миллион К) ҳароратгача қизийди.

Хокинг ҳисолашларидан яна шуни кўриш мумкин: агар қора туйнук тўлиқ нурланиб кетса, унинг ҳолати тўғрисида маълумот узокдаги кузатувчи учун бутунлай йўқолади. Бу классик назария доирасида тўғри. Бошқа томнданқора туйнукнинг “буғланиши” ҳисобидан йўқотилган ахборот квант механикасининг ахборот мавжудлигининг тўғрисидаги унитарлик тамойилига зид ва уни аниқлаш қийин. Фараз қилайлик, бизда иккита ўнг қизил пайпоқ ва чап кўк пайпоқ бор. Агар биз чап кўк пайпоқни қора туйнукга ташласак ва кимдир ўнг қизил пайпоқни жуфтисиз топиб олса ва у ўйлайдики чап қизил пайпоқни қора туйнукга ташлаган деб тахмин қилади

²² T. Padmanabhan, *Theoretical Astrophysics, Volume I-III*, Cambridge University Press, 2010.

яъни модомики ҳеч қандай ахборот қора туйнукдан чиқиб кетолмас экан узоқдаги кузатувчи унинг ичида нима борлигини била олмайди²³.

Шундай қилиб, қора жисмнинг нурланиши унинг ички тузилиши тўғрисида ҳеч қандай ахборот олиб чиқмайди, демак Хокингнинг кашфиёти ҳам қора туйнукга тушиб қолган жисм ҳақида бирор нарса билишимизга ёрдам бера олмайди. Бошқа сўз билан айтганда, Хокинг такидлаётган қора туйнукнинг нурланиши унинг ички тузилиши тўғрисида бизга маълумот бермайди. Бу Хокинг томонидан киритилган ахборотни йўқолиш парадокси дейилади. У шуни таъкидлайдики, бизнинг Коинотдан ахборот йўқолар экан бошқа жойда пайдо бўлади. Лекин, квант назариясига биноан қора жисмга ютилган ахборот тўла йўқолади²⁴.

Ҳулоса ўрнида шуни такидлаш жоизки, қора туйнуклар– ўзида кўплаб синоат яшириб келаётган Коинотнинг жумбоқли объектларидир. Кўпгина бахс ва мунозаларга сабаб бўлаётган кўп сонли парадокс ва муаммоларга қарамадан ишонч билан айтиш мумкинки, ҳозирда жавобсиз қолаётган саволлар келажакда ўз жавобини топади.

Материянинг янги шакллари: қоронғи модда ва қоронғи энергия.

XXI асрда космологияда революцион кашфиётлар рўй берди. Аниқланишича, Коинотдаги ўзидан электромагнит нурланиш тарқатувчи (барион моддалар) коинотнинг бор йўғи 4% игина ташкил этаркан. Коинотнинг 21% ини ҳозирда қоронғи модда деб номланувчи ва ўзини фақат гравитацион ўзаро таъсирларда намоён этувчи номаълум модда ташкил этаркан. Ушбу модда галактикалардаги юлдузларнинг галактика маркази атрофида айланиш чизиқли тезлигини тадқиқ этиш натижасида аниқланган. Қоронғи модда бўлмаган моделлар юлдузлар ҳаракати Кеплер қонунига кўра галактика марказидан узоқлашган сари уларнинг чизиқли тезлиги камайиб бориши керак бўлган. Кузатувлар эса галактикадан узоқлашган сари юлдузларнинг чизиқли тезлиги камаймай балки аста секин ортиб бориши кузатилди. Бу галактикаларда кўзга кўринмайдиган (яъни ўзидан электромагнит нурланиш тарқатмайдиган) массив модданинг мвжудлигини тасдиқлайди. Ушбу кашфиёт гравитацион линза эффекти деб номланувчи электромагнит нурларнинг гравитацион майдонда йўналишидан оғишига асосланган кузатувларда ҳам мустақил равишда ўз тасдиғини топди²⁵.

Коинотнинг асосий 75% қисми эса ҳозирда қоронғи энергия деб номланувчи материянинг янги шаклидан ташкил топган. Материянинг янги

²³ L. Rezzolla, O. Zanotti, *Relativistic Hydrodynamics*, Oxford University Press, 2013, 752 p.

²⁴ Max Camenzind, *Compact Objects in Astrophysics*, Springer, 2007, 682 p.

²⁵ T. Padmanabhan, *Theoretical Astrophysics, Volume I-III*, Cambridge University Press, 2010.

очилган шакли ўзининг антигравитацион таъсири билан диққатга сазовордир. Яъни ушбу қоронғи энергиянинг ҳисобига бир-биридан узоқда жойлашган галактикалар ва галактикалар тўплами ўзаро бир-биридан итаришаркан. Ушбу типдаги энергиянинг табиатда мавжудлиги узоқда жойлашган галактикаларнинг биздан узоқлашиш тезлигини аниқлаш бўйича олиб борилган кузатув ишлари натижасида аниқланди. Аниқланишича, биздан қандайдир масофада жойлашган галактикалар Хаббл қонуни бўйича аниқланадиган тезлик билан эмас балки, ундан каттароқ тезлик билан биздан узоқлашмоқда экан. Ушбу кузатувлар реликт нурларини аниқлаш бўйича ўтказилган кузатув натижалари ёрдамида ҳам тасдиқланди. Шундай қилиб, бир неча мустақил кузатув ва тажриба натижалари табиатда қоронғи энергиянинг мавжудлигини тасдиқлади.

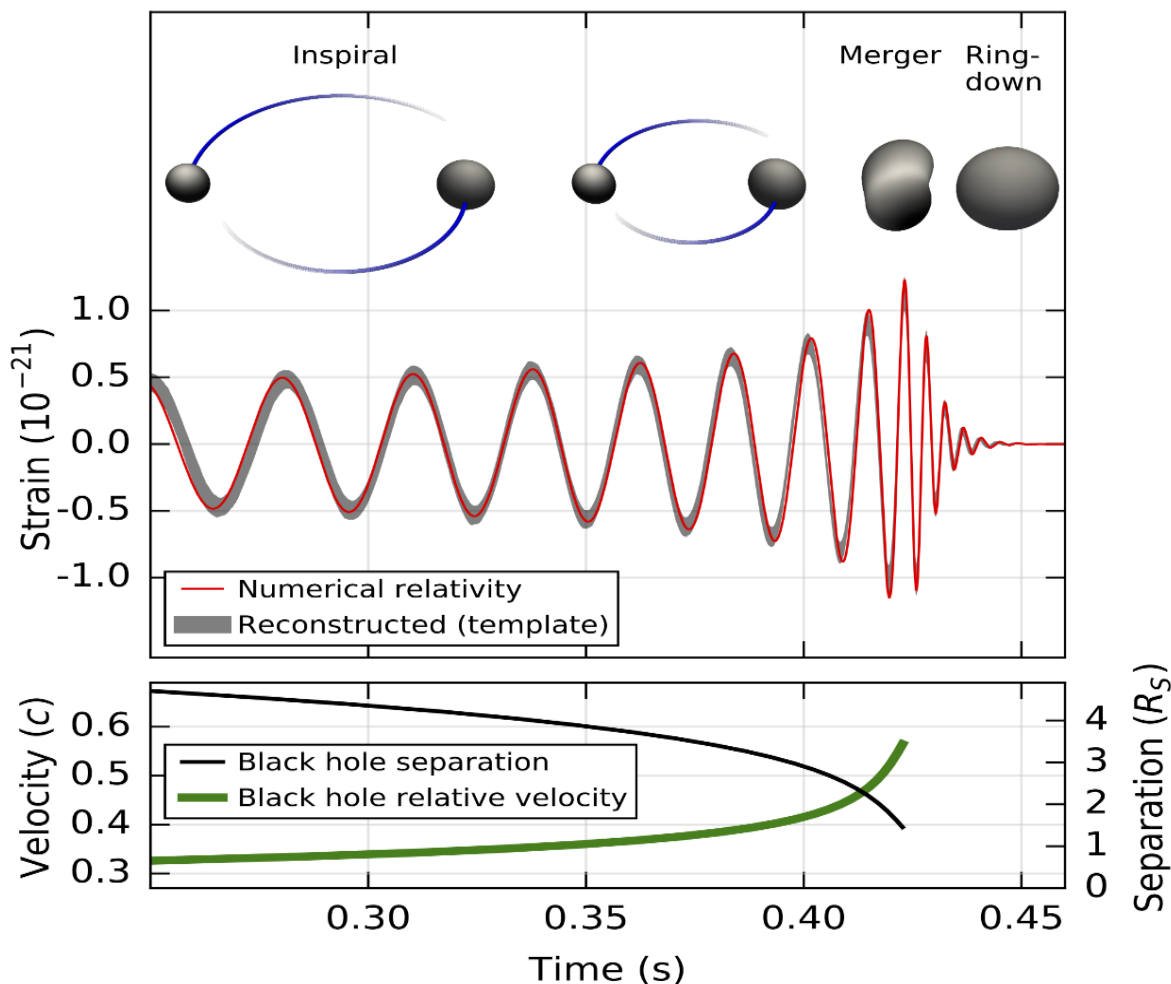
Табиатда қоронғи модда ва қоронғи энергиянинг мавжудлигининг аниқланиши фундаментал – революцион кашфиётлар бўлиб, уларнинг табиатини ва хусусиятларини ўрганиш – замонавий астрофизиканинг ҳозирги пайтдаги долзарб муаммоларидан бири ҳисобланади.

Гравитацион тўлқинлар.

XX асрга қадар астрономлар осмон жисмларини фақатгина ёруғликнинг кўринма (инсон кўзи билан кўра оладиган) нурларидагина кузатиш билан чегараланар эдилар. XX асрга келиб техника ривожини натижасида астрономларнинг имкониятлари жадаллик билан ортди. Осмонни радиодиапазонда кузатиш (ҳамда эшитиш) имконияти пайдо бўлди (радиоастрономия). Маълумки, Ер атмосфераси хаёт учун хавфли бўлган ультрабинафша, рентген ва гамма нурланишларни ютиб қолади. Бироқ осмон жисмларини электромагнит нурланишнинг бундай тўлқин узунликларида кузатиш уларнинг табиати ҳақида кўплаб янги маълумотларни бериши мумкин. Бундай имконият ўтган асрнинг 70 йилларида пайдо бўлди, ўшанда астрономик ускуналарни аввал ракетага, сўнг сунъий йўлдошларга, сўнг эса сайёраларга космик аппаратларга ўрнатила бошланди. Шундай қилиб астрономлар омон жисимларни электромагнит спектрининг барча соҳаларида кузатиш имконига эга бўлдилар. Оддий қилиб айтганда астрономлар Коинотни барча тўлқин узунликларида кузата бошладилар.

Коинотда баъзи-бир жараёнлар пайтида (масалан, юлдузлар ичидаги ядровий реакцияларда ёки ўта янги юлдузлар пайдо бўлиши пайтларида) электромагнит тўлқинлардан ташқари куплпб нейтринолар пайдо бўлади. XXI аср бошларига келиб нейтрино астрономияси юзага келганлиги констатация қилинди. 2015 йилнинг кузида биз астрономиянинг яна бир янги йўналиши, гравитацион тўлқинлар астрономиясининг пайдо бўлишина гувоҳи бўлдик. 2016 йилнинг 11 феввалида АҚШ Миллий илмий фонди

(National Science Foundation – NSF) томонидан гравитацион тўлқинларнинг илк бора тажрибада қайд этилгани эълон қилинди. Ушбу кашфиёт оламшумул кашфиёт бўлиб, замонавий астрофизикада янги илмий йўналишларни очади²⁶.



2-расм. Иккита қора туйнукларнинг қўшилиши натижасида тарқалган гравитацион тўлқинларнинг қайд этилиши.

Гравитацион тўлқинлар мавжуд бўлиши назарий жихатдан Альберт Эйнштейн томонидан умумий нисбийлик назариясини яратганидан сўнг 1916 йилдаёқ айtilган эди. Орадан 100 йил ўтиб, гравитацион тўлқинлар кашф этилди. АҚШ даги гравитацион тўлқинларни қайд этувчи LIGO – обсерваторияси томонидан 2015 йилнинг 14 сентябрида иккита қора туйнукларнинг бирлашиши натижасида янги битта Қора туйнукнинг пайдо бўлиши натижасида ажралиб чиққан гравитацион тўлқинларни қайд этди²⁷. Гравитацион тўлқинлар табиатан кичик интенсивликка эга бўлиб, уларнинг

²⁶ James B. Hartle, Gravity: An Introduction to Einstein's General Relativity, Pearson Education Ltd., 2013, 554 p.

²⁷ T. Padmanabhan, Theoretical Astrophysics, Volume I-III, Cambridge University Press, 2010.

интенсивлиги гравитацион тўлқин манбасининг массасига тўғри пропорционалдир. Қора туйнуклар массалари етарлича катта бўлганлиги туфайли улардан келаётган гравитацион тўлқиннинг интенсивлиги тажриба курилмалари аниқлиги интервалида бўлди. Гравитацион тўлқинлар ёруғлик тезлигида тарқалувчи, фазодаги массив объектларнинг ўзгарувчан тезланиши натижасида фазода пайдо бўлувчи югурувчи тебранишлардир. Иккинчи тарафдан эса гравитацион ўзаро таъсир жуда ҳам кучсиз (табиатдаги бошқа мавжуд ўзаро таъсирларга нисбатан), унинг устига квадрупол характерга эга бўлган гравитацион тўлқинлар амплитудаси кичик бўлгани учун уларнинг мавжудлигини тажрибада тасдиқлаш узок йиллар давомида имконсиз вазифа бўлиб келган.

1974 йили Рассел Халс ва Джозеф Тейлор томонидан PSR B1913+16 кўшалок нейтрон юлдузидан иборат тизимни кузатуви натижасида гравитацион тўлқинларнинг мавжудлигининг билвосита тасдиғи олинди ва 1993 йилда ушбу олимлар физика бўйича Нобел мукофотиغا сазовор бўлдилар. Юлдузларнинг бир-бирининг атрофида айланиши натижасида улар гравитацион тўлқинлар тарқатишади ва бунинг натижасида уларнинг харакат кинетик энергияси камайиб боради. Юлдузлар энергияларининг камайиши уларнинг харакат орбиталари радиусларининг камайишига, бу эса ўз навбатида айланиш даврларининг камайишига олиб келади. Умумий нисбийлик назарияси томонидан қилинган ушбу ҳисоб-китоблар кузатув натижалар билан мос келди.

Гравитацион тўлқинларни бевосита қайд этиш масаласи 1960 йилларда Джозеф Вебер тажрибалари ва ундан кейин Вебер томонидан таклиф этилган ҳамда такомиллаштириб борилган гравитацион тўлқинлар резонанс детекторлари ёрдамида қайд этишга уринишлари билан боғлиқ. Ушбу детекторларнинг ишлаш принципи гравитацион тўлқинларнинг катта – тахминан бир метрлик одатда алюмин цилиндр бўйлаб ўтишида унинг сиқилиши ва кенгайиши натижасида унда тебранишларни вужудга келиши ва ушбу цилиндр кўнғироқ сингари “жаранглай” бошлаб, уларни қайд этиш имкони пайдо бўлишига асосланган.

Гравитацион тўлқинлар детекторларининг кейинги авлоди эса Майкельсон интерферометрларини ишлатишга асосланган. Ушбу асбобларнинг ишлаш принципи гравитацион тўлқин интерферометрнинг елкалари орасида ёруғлик йўлларининг фарқини катта аниқлик билан ўлчашга асосланган. Хозирги пайтда ўлчаш аниқлиги юқори бўлган гравитацион тўлқин интерферометрлари АҚШ да жойлашган LIGO обсерваторияси (елкаларининг узунликлари 4 км дан бўлган иккита интерферометр) ва Европадаги VIRGO (елкасининг узунлиги 3 км га тенг

бўлган интерферометр) обсерваториялари бўлиб, ушбу обсерваториялар ўзаро ҳамкорликда ишлашади.

Иккита қора ўранинг қўшилиши натижасида ажралиб чиққан амплитудаси 10^{-21} бўлган гравитацион тўлқинлар 2015 йилнинг 14 сентябрида LIGO обсерваториясида даставвал Ливингстондаги, сўнгра 7 миллисекунддан сўнг Хэнфорддаги интерферометрлар ёрдамида қайд этилган. Бунда ўлчаш мумкин бўлган сигналнинг давомийлиги бор йўғи 0.2 секунд бўлган. Ушбу ходисага GW150914 рақами берилди (бунда ходисанинг санаси — ЙЙООКК шаклида ёзилган).

Ушбу ҳамкорликда ишлаётган олимлар қайд этилган сигнални қайта ишлаш 2015 йилнинг 18 сентябрдан 5 октябргача давом этган. Бу пайтга келиб илмий жамиятда оламшумул кашфиёт ҳақида гап-сўзлар тарқала бошлади. Айнан шу пайтда мен ва Астрономия институтининг катта илмий ходими Ахмаджон Абдужаббаров илмий сафар билан Германиянинг Франкфурт университетининг Назарий физика институтида эдик ва ушбу оламшумул кашфиётнинг хорижий олимлар орасида муҳокамасида қатнашиш бахтига муяссар бўлдик. Шундай қилиб, ўзбекистонлик олимлар ҳам ушбу оламшумул янгиликдан хабардор бўлган камсонли мутахассислар қаторида бўлиб қолди.

2016 йилнинг 11 феврилида халқаро LIGO илмий ҳамкорлигидаги мутахассислар Вашингтонда махсус матбуот анжуманида гравитацион тўлқинлари ҳақиқатда мавжудлиги ва қайд этилганини эълон қилишди (Маълумот учун, 1887 йилда Герцга ўзи томонидан мавжудлиги айtilган электромагнит тўлқинларини қайд этиш учун бир йил етарли бўлган). Қайд этилган сигналнинг шакли умумий нисбийлик назарияси доирасида қилинган иккита массаси мос равишда 36 ва 29 Қуёш массасига тенг бўлган қора ўраларнинг қўшилишида чиқадиган гравитацион тўлқиннинг шакли билан мос келди. Натижада ҳосил бўлган қора ўранинг массаси эса 62 Қуёш массасига тенг экан. 0,43 секундда ажралиб чиққан гравитацион тўлқиннинг энергияси 3 Қуёш массасига тенг бўлган энергияга тенг экан. Солиштириш учун бизнинг Қуёшимиз 10 миллиард йил давомида ўзининг массасининг мингдан бир қимини нурланиш энергияси тариқасида йўқотади. Ушбу GW150914 объектигача бўлган масофа эса тахминан 1,3 млрд ёруғлик йилига ёки 41 мегапарсекка тенг.

Сигнал манбасининг жойлашганлик йўналиши детекторларда сигналнинг ўтиш вақтлари фарқи билан аниқланади. Иккита детектор мавжуд бўлганда эса, ушбу вақтлар фарқи фақат детекторларни туташтирувчи тўғри чизиқ ва манбагача бўлган йўналиш орасидаги бурчакнигина аниқлаш имконини беради. Юлдуз осмони харитасида гравитацион тўлқиннинг

жойлашган соҳаси ингичка халқа кўринишида бўлади. Ушбу халқанинг ингичкалиги ўлчаш натижаларининг аниқлигига боғлиқ – қанчалик аниқ ўлчашлар олиб борилса, шунчалик халқа ингичкалашиб бораверади. GW150914 объектдан келаётган сигналнинг кечикиши $6,9+0,5-0,4$ мс га тенг ва бу манба жойлашган соҳа юлдузлар осмон харитасида майдони 140 кв. градус ёки 590 кв. градусга тенг ярим ой шаклида эканлиги аниқланди ва бу унинг оптик ва рентген нурлар диапазонида кузатиш имкони йўқлигини билдирди.

LIGO даги кейинги кузатувлар энди VIRGO (кейинчалик аниқлиги янада юқорироқ бўлган Япониянинг KAGRA) обсерваторияси билан ҳамкорликда 2016 йилнинг август ойидан бошлаб ўтказилиши режалаштирилган. Гравитацион тўлқинларни қайд этишда яна битта интерферометрнинг қатнашиши гравитацион тўлқинларнинг кутбланишини аниқлаш ва манба жойлашган соҳанинг кичиклаштириш имконини беради. Учта битта тўғри чизиқда жойлашмаган детекторнинг мавжудлиги манбанинг жойлашган координатасини аниқлаш ва ушбу манбани ЎзРФА Астрономия институти ва LIGO обсерваторияси билан ҳамкорлик доирасида Майданак баландтоғ обсерваториясида оптик диапазонда кузатув олиб бориш имкониятини очиб беради. Бундан ташқари, LIGO обсерваторияси ёрдамида гравитацион тўлқинларни қайд этиш орқали аниқланиши кутилаётган нейтрон юлдузларнинг қўшилиши ходисаси натижасида кенг диапазонда кучли электромагнит тўлқинлар ҳам тарқалиши мумкин. Ушбу ҳолатда турли астрономик ходисаларни турли узунликдаги электромагнит тўлқинлар ёрдамида кузатиш ва гравитацион тўлқинлар ёрдамида ушбу ходисалар ҳақида тўлароқ маълумот олиш мумкин бўлади.

Маълумки, осмонни турли диапазондаги электромагнит тўлқинлар ёрдамида ўрганиш коинот ҳақида янги маълумотлар олиш имконини беради. XX асргача кўп асрлардан бери астрономлар фақат оптик диапазонда кузатувлар олиб борилган. Бироқ, XX асрга келиб коинотни ўрганиш рентген нурлар, радиотўлқинлар, ультрабинафша ва гамма нурлар ёрдамида кузатувлар олиб бориш имконини берувчи телескоплар орқали ҳам амалга оширила бошлади. XXI асрда эса гравитацион тўлқинларни қайд этиш янги гравитацион тўлқин астрономиясини яратилиши ва ривожланиши билан боғлиқ бўлади. Ушбу янги соҳа ёрдамида турли компакт гравитацион объектлар – қора ўралар, нейтрон юлдузлар ва бошқа объектлар табиати, ички тузилиши ҳақида тўлароқ маълумот олиш мумкин бўлади.

Назорат саволлари:

1 Қора ўралар ва нейтрон юлдузларнинг тўқнашуви натижасида ҳосил бўлган гравитацион тўлқинларни қайд қилиш ва уларнинг манбалари нималардан иборат?

2. Галактика марказидаги ўта массив қора ўраларнинг пайдо бўлишини изоҳланг.

3. Айланувчи қора ўралар атрофида оптик ва энергетик жараёнларни тавсифланг.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАТЕРИАЛЛАРИ

Ўқув машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчилари асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини машғулотлар олиб бориш жараёнида янада бойтадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида тингловчилар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни тайёрлаш орқали тингловчилар билимини ошириш, мавзулар бўйича кўргазмали қуроллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Амалий машғулотларда тингловчилар ўсимликлар биотехнологияси асосларидан олган назарий билимларни мустаҳкамлаши, амалий машғулотлар бажарилиши мумкин. Олинган билим ва кўникмалар дарсликлар, қўлланмалар, маъруза материаллари, илмий мақола ва тезислар ёрдамида, тарқатма материаллардан фойдаланилган ҳолда мустаҳкамланади.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот. Коинот тўғрисидаги тасаввурлар пайдо бўлиши ва ривожланиши. Замонавий космология ҳақида қисқача маълумот. Катта портлаш ва инфляция. Оламнинг ривожланишидаги ҳал қилувчи босқичлар, элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметрияси. (2 соат).

Элементар зарралар шаклланиши ва барион модданинг устунлиги асимметриясига доир, Хаббл доимийсини ҳисоблашга доира масалалар ечиш.

2-амалий машғулот. Бирламчи ядровий реакциялар ҳамда дастлабки нуклеосинтез ва энгил элементларининг тарқалиши. Коинотда бирламчи юлдузлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши ва эволюцияси. (2 соат).

Бирламчи ядровий реакциялар, хусуан дейтрон, гелий ва литий ядроларининг ҳосил бўлиши реакциялар энергияларини ҳисоблашга доир масалалар ечиш

3-амалий машғулот. Ҳозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши. Оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалиши. Ўта янги юлдузлар. (2 соат).

Юлдузларнинг айланиш бурчак моменти, инерция моменти, массаси, уларгача бўлган масофа ва бошқа турли физик катталикларини баҳолаш. Ҳозирги этапда коинотнинг тезланиш билан кенгайиши ҳамда оғир элементларнинг ташкил топиши ва тарқалишига доир масалалар ечиш.

4-амалий машғулот. Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши. Ядровий геохронология.. (2 соат).

Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши. Ядровий геохронологияга доир масалалар ечиш.

КЎЧМА МАШҒУЛОТ МАЗМУНИ

1-Кўчма машғулот. Планета тизимларининг шаклланиши ва замонавий астрономик кузатувларда экзопланеталар қайд этилиши. Ядровий геохронология. (2 соат).

1-Кўчма машғулот. Юлдузлар эволюцияси, коллапс. Чандрасекар чегараси. Нейтрон юлдузлар. Квazarлар. Замонавий космологиядаги муаммоалар ва коинотнинг йирик масштабдаги структураси. Астрономияда гравитацион тўлқинлар. (2 соат).

ФарДУ “Физика” кафедраси ўқув-илмий лабораториясида Виртуал реаллик (Virtual Real) бўйича махсус дастурлар билан танишиш ва кўриш.

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

Мини-кейс 1.

«Эксперт кенгаши: интилиш ва юксалиш?»

Тингловчиларни билимини баҳолашда уларни билиши талаб этилган меъёр даражасида синов ўтказилади. Материалларни яхши ўзлаштирган тингловчилар баҳоланган сўнг одатда эришган билимлари доирасида тўхтаб қолади ва кўшимча билиниши юксалтиришга интилмайди. Материалларни яхши ўзлаштирмаган тингловчилар баҳолаш синовидан озод қилишларини хоҳлайди ва унга интиладилар, аммо билими тиклаш интилмайдилар.

Нега бундай вазият кузатилади? Буни бартараф этиш учун ўзингизнинг таклифингизни беринг.

Мини-кейс 2.

“Юлдузларнинг яшаш даврларини Герцшпрунг-Рессел диаграммаси ёрдамида аниқлаш”

Герцшпрут-Рассел диаграммаси юлдузлар ёрқинлиги ёки температурасининг унинг массасига боғланишини ифодалайди. Кузатувлар натижасида олинган ёрқинлик ёрдамида ва диаграммадан фойдаланган холда унинг массасини аниқлаш мумкин бўлади. Юлдузларнинг яшаш даври

уларнинг массаларига тескари пропорционал равишда боғланган. Юлдузнинг массаси қанчалик катта бўлса, унинг яшаш даври шунчалик кичик бўлади.

Нега юлдузлар яшаш вақти уларнинг массасига тескари пропорционал равишда боғлиқ? Юлдузлардаги термоядрореакцияларининг кечиш самарадорлиги унинг массасига қандай боғлиқ?

Мини-кейс 3

«Нега коинотнинг дастлабки даврларида у ёруғ бўлган, ҳозирда эса биз қоронғи коинотни кузатиб турибмиз?»

Маълумки Коинотдаги нурланиш зичлиги коинот кенгайиши билан унинг ўлчамларининг 4-даражасига тескари пропорционал равишда камайиб боради. Модданинг зичлиги эса коинот ўлчамларининг 3-даражасига тескари пропорционал равишда камайиб боради. Модданинг зичлиги нурланишнинг зичлигига нисбатан секинроқ камайгани учун, дастлабки пайтда катта зичликка эга бўлган ёруғлик тез орада модданинг зичлигидан камроқ бўлиб қолади.

Ушбу ходисани тушунтириш учун сиз ҳам ўзингизнинг фикрларингизни билдириш. Нега ёруғлик зичлиги тез камаяди ва коинот ривожланишининг дастлабки даврида модда зичлигидан кўра катта зичликка эга бўлган?

Асосий кейсни ишлаб чиқиш.

Ҳар бир гуруҳ миникейсларни ишлаб чиқишда асосий кейсни ечимини топиш бўйича эришган билимлари бўйича ўзининг таклифини беради. Бунинг натижасида у ёки бу қарор қабул қилинади ёки хулосага келинади.

«Рефлексия савати»

Тингловчилар синф-устасини ишини баҳолайди. Ўзининг тақризини махсус саватга солишади.

Кейс ўтказиш бўйича умумий хулоса қилиш (ассесмент).



VI. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шархи	Инглиз тилидаги шархи
Адронлар	Кучли ўзаро таъсирда иштирок этувчи элементар зарралар	In particle physics, a hadron is a composite particle made of quarks held together by the strong force in a similar way as the electromagnetic force holds molecules together.
Адронларнинг кварк моделлари	адронларнинг элементар ташкил этувчилар – кваркларнинг боғланган тизимидан иборат деб қаралувчи модели.	A quark is an elementary particle and a fundamental constituent of matter. Quarks combine to form composite particles called hadrons, the most stable of which are protons and neutrons, the components of atomic nuclei. Due to a phenomenon known as color confinement, quarks are never directly observed or found in isolation; they can be found only within hadrons, such as baryons (of which protons and neutrons are examples), and mesons.
Бозон	бутун сонли спинга эга бўлган заррача	In quantum mechanics , a boson is a particle that follows Bose–Einstein statistics . Bosons make up one of the two classes of particles , the other being fermions . The name boson was coined by Paul Dirac ^[4] to commemorate the contribution of the Indian physicist Satyendra Nath Bose ^{[5][6]} in developing, with Einstein, Bose–Einstein statistics —which theorizes the characteristics of elementary particles. Bosons are integer spin particles.
Буюк бирлашув	кучли, кучсиз ва электромагнит ўзаро таъсирларнинг ягона табиатига эга	Great integration of the fundamental interactions, also known as fundamental forces, are the interactions in physical systems that do not appear to be

	эканлиги ҳақидаги тасаввурга асосланган фундаментал физикавий ҳодисаларнинг назарий модели	reducible to more basic interactions. There are four conventionally accepted fundamental interactions— gravitational , electromagnetic , strong nuclear , and weak nuclear . Each one is understood as the dynamics of a <i>field</i> . The gravitational force is modelled as a continuous classical field . The other three are each modelled as discrete quantum fields , and exhibit a measurable unit or elementary particle .
Вайнберг-Салам назарияси	электромагнит ва кучсиз ўзаро таъсирларнинг бирлашган назарияси.	Electromagnetic and weak interactions unified theory. In particle physics , the electroweak interaction is the unified description of two of the four known fundamental interactions of nature: electromagnetism and the weak interaction . Although these two forces appear very different at everyday low energies, the theory models them as two different aspects of the same force. Above the unification energy , on the order of 100 GeV , they would merge into a single electroweak force .
Галактика	юлдузлар, юлдуз туркумлари, юлдузлараро газ ва чанг, ҳамда қоронғи моддадан иборат гравитацион боғланган тизим	Stars, constellations, interstellar gas and dust, and dark matter to gravitationally bound system. The Milky Way is the galaxy that contains our Solar System . Its name "milky" is derived from its appearance as a dim glowing band arching across the night sky whose individual stars cannot be distinguished by the naked eye.
Гамма-Астрономия	турлича космик манбаларини	Gamma-ray astronomy is the astronomical observation of gamma

	<p>уларнинг гамма диапазонидаги (тўлқин узунликлари $\lambda < 10^{-12}$ м, фотон энергияси эса $\varepsilon > 10^5$ эВ бўлган) электромагнит нурланишлари бўйича ўрганувчи астрономия бўлими.</p>	<p>rays,^[nb 1] the most energetic form of electromagnetic radiation, with photon energies above 100 keV. Radiation below 100 keV is classified as X-rays and is the subject of X-ray astronomy. September 02 2011 Fermi Second catalog of Gamma Ray Sources constructed over 2 years. An all sky image showing energies greater than 1 billion electron volts (1 GeV) ub. Brighter colors indicate gamma-ray sources. Gamma rays in the MeV range are generated in solar flares (and even in the Earth's atmosphere), but gamma rays in the GeV range do not originate in the Solar System and are important in the study of extrasolar, and especially extragalactic astronomy.</p>
<p>Глюон</p>	<p>бирга тенг спинли ва нолга тенг тинчлик массали ҳамда кварклар орасидаги кучли ўзаро таъсирни ташувчи электрик нейтрал зарра.</p>	<p>Gluons are elementary particles that act as the exchange particles (or gauge bosons) for the strong force between quarks, analogous to the exchange of photons in the electromagnetic force between two charged particles.^[6] In layman terms, they "glue" quarks together, forming protons and neutrons. In technical terms, gluons are vector gauge bosons that mediate strong interactions of quarks in quantum chromodynamics (QCD). Gluons themselves carry the color charge of the strong interaction.</p>
<p>Ёруғлик йили</p>	<p>астрономияда қўлланиладиган узунлик бирлиги;</p>	<p>A light-year (or light year, abbreviation: ly) is a unit of length used informally to</p>

	<p>ёруғлик бир йилда босиб ўтадиган масофага тенг. (1 Ё.й. = 9,4605 · 10¹⁵м)</p>	<p>express astronomical distances. It is approximately 9 trillion kilometres (or about 6 trillion miles). As defined by the International Astronomical Union (IAU), a light-year is the distance that light travels in vacuum in one Julian year (365.25 days). Because it includes the word <i>year</i>, the term <i>light-year</i> is sometimes misinterpreted as a unit of time.</p>
<p>Кучсиз ўзаро таъсир</p>	<p>бир неча аттомметрдан (10⁻¹⁸м) кичик масофаларда элементар зарралар орасидаги ўзаро таъсир; бундай ўзаро таъсир хусусан атом ядроларининг бетта емирилишига олиб келади.</p>	<p>In particle physics, the weak interaction is the mechanism responsible for the weak force or weak nuclear force, one of the four known fundamental interactions of nature, alongside the strong interaction, electromagnetism, and gravitation. The weak interaction is responsible for the radioactive decay of subatomic particles, and it plays an essential role in nuclear fission. The theory of the weak interaction is sometimes called quantum flavordynamics (QFD), in analogy with the terms QCD and QED, but the term is rarely used because the weak force is best understood in terms of electroweak theory (EWT).</p>
<p>Квазар</p>	<p>узоклашган галлактиканинг фаол ўзагидан иборат бўлган кудратли космик электромагнит нурланиш манбаи.</p>	<p>Quasars or quasi-stellar radio sources are the most energetic and distant members of a class of objects called active galactic nuclei (AGN). Quasars are extremely luminous and were first identified as being high redshift sources of electromagnetic energy, including radio waves and visible light, that appeared to be</p>

		similar to stars , rather than extended sources similar to galaxies . Their spectra contain very broad emission lines , unlike any known from stars, hence the name "quasi-stellar."
Кварклар	ҳозирга тасаввурга кўра барча адронларнинг таркибий қисмларини ташкил қилувчи фундаментал заррачалар.	A quark (/'kwɔ:rk/ or /'kwa:rk/) is an elementary particle and a fundamental constituent of matter . Quarks combine to form composite particles called hadrons , the most stable of which are protons and neutrons , the components of atomic nuclei . ^[1] Due to a phenomenon known as color confinement , quarks are never directly observed or found in isolation; they can be found only within hadrons, such as baryons (of which protons and neutrons are examples), and mesons . For this reason, much of what is known about quarks has been drawn from observations of the hadrons themselves.
Коинот	моддий дунёнинг кузатиш мумкин бўлган қисми.	part of the material world that can be observed. The Universe is all of time and space and its contents. The Universe includes planets , natural satellites , minor planets , stars , galaxies , the contents of intergalactic space , the smallest subatomic particles , and all matter and energy . The observable universe is about 28 billion parsecs (91 billion light-years) in diameter at the present time . The size of the whole Universe is not known and may be either finite or infinite.
Коллайдер	зарядланган зарраларнинг	A collider is a type of particle accelerator involving directed

	<p>қарама – қарши дасталарининг учрашуви юз берадиган тезлатгич.</p>	<p>beams of particles. Colliders may either be ring accelerators or linear accelerators, and may collide a single beam of particles against a stationary target or two beams head-on. Colliders are used as a research tool in particle physics by accelerating particles to very high kinetic energy and letting them impact other particles. Analysis of the byproducts of these collisions gives scientists good evidence of the structure of the subatomic world and the laws of nature governing it. These may become apparent only at high energies and for tiny periods of time, and therefore may be hard or impossible to study in other ways.</p>
<p>Космик радионурланиш</p>	<p>космик объектларнинг радиотўлқинлар соҳасида электромагнит нурланиши.</p>	<p>Space objects in the field of radio electromagnetic radiation. Radio waves are a type of electromagnetic radiation with wavelengths in the electromagnetic spectrum longer than infrared light. Radio waves have frequencies from 3 THz to as low as 3 kHz, and corresponding wavelengths ranging from 100 micrometers (0.0039 in) to 100 kilometers (62 mi). Like all other electromagnetic waves, they travel at the speed of light. Naturally occurring radio waves are made by lightning, or by astronomical objects.</p>
<p>Кучли ўзаро таъсир</p>	<p>бир нечта фемтометрдан (10^{-15} м) кичик масофаларда адронлар орасидаги</p>	<p>In particle physics, the strong interaction is the mechanism responsible for the strong nuclear force (also called the strong force, nuclear strong</p>

	<p>ўзаро таъсир. Хусусан, атом ядроларидаги нуклонларнинг ўзаро боғланишини таъминлайди.</p>	<p>force), one of the four known fundamental interactions of nature, the others being electromagnetism, the weak interaction and gravitation. Despite only operating at a distance of a femtometer, it is the strongest force, being approximately 100 times stronger than electromagnetism, a million times stronger than weak interaction and 10^{38} times stronger than gravitation at that range.</p>
<p>Лептонлар</p>	<p>кучли ўзаро таъсирда иштирок этмайдиган элементар зарраларнинг умумий номи.</p>	<p>A lepton is an elementary, half-integer spin (spin $\frac{1}{2}$) particle that does not undergo strong interactions.^[1] Two main classes of leptons exist: charged leptons (also known as the <i>electron-like</i> leptons), and neutral leptons (better known as neutrinos). Charged leptons can combine with other particles to form various composite particles such as atoms and positronium, while neutrinos rarely interact with anything, and are consequently rarely observed. The best known of all leptons is the electron.</p>
<p>Майдон ягона назарияси</p>	<p>элементар зарралар хоссалари ва ўзаро таъсирларининг барча хилма – хиллигини унча кам сонли универсал тамойилларга келтиришга қаратилган материянинг ягона назарияси.</p>	<p>In physics, a unified field theory (UFT), occasionally referred to as a uniform field theory,^[1] is a type of field theory that allows all that is usually thought of as fundamental forces and elementary particles to be written in terms of a single field. There is no accepted unified field theory, and thus it remains an open line of research. The term was coined by Einstein, who attempted to unify the general theory of relativity with electromagnetism. The "theory</p>

		<p>of everything" and Grand Unified Theory are closely related to unified field theory, but differ by not requiring the basis of nature to be fields, and often by attempting to explain physical constants of nature.</p>
Мюонлар	<p>массаси электрон массасидан тақрибан 207 марта катта ва электромагнит ҳамда кучсиз ўзаро таъсирларда иштирок этувчи зарядланган элементар зарралар.</p>	<p>The muon is an elementary particle similar to the electron, with electric charge of $-1 e$ and a spin of $\frac{1}{2}$, but with a much greater mass. It is classified as a lepton. As is the case with other leptons, the muon is not believed to have any sub-structure—that is, it is not thought to be composed of any simpler particles. The muon is an unstable subatomic particle with a mean lifetime of 2.2 μs. Among all known unstable subatomic particles, only the neutron (lasting around 15 minutes) and some atomic nuclei have a longer decay lifetime; others decay significantly faster.</p>
Нейтрон юлдузлар	<p>юлдузларнинг ички тузилиши назариясига кўра озгина электронлар аралашган нейтронлардан ўта оғир атом ядролари ва протонлардан ташкил топган энг зич юлдузлар.</p>	<p>A neutron star is a type of compact star. Neutron stars are the smallest and densest stars known to exist in the Universe. With a radius of only about 11–11.5 km (7 miles), they can, however, have a mass of about twice that of the Sun. They can result from the gravitational collapse of a massive star that produces a supernova. Neutron stars are composed almost entirely of neutrons, which are subatomic particles with no net electrical charge and with slightly larger mass than protons. They are supported against further</p>

		collapse by quantum degeneracy pressure due to the phenomenon described by the Pauli exclusion principle .
Нуклеосинтез	енгилрок ядролардан оғиррок ядролар ҳосил бўлишига олиб келувчи ядровий реакциялар занжири.	Nucleosynthesis is the process that creates new atomic nuclei from pre-existing nucleons , primarily protons and neutrons. The first nuclei were formed about three minutes after the Big Bang , through the process called Big Bang nucleosynthesis . It was then that hydrogen and helium formed to become the content of the first stars , and this primeval process is responsible for the present hydrogen/helium ratio of the cosmos. With the formation of stars, heavier nuclei were created from hydrogen and helium by stellar nucleosynthesis , a process that continues today.
Оқ миттилар	массалари Қуёш массаси таркибида бўлган ва радиуслари Қуёш радиусининг $\sim 0,01$ ҳиссасини ташкил қилувчи кичик юлдузлар.	A white dwarf , also called a degenerate dwarf , is a stellar remnant composed mostly of electron-degenerate matter . A white dwarf is very dense : its mass is comparable to that of the Sun , while its volume is comparable to that of Earth . A white dwarf's faint luminosity comes from the emission of stored thermal energy ; no fusion takes place in a white dwarf wherein mass is converted to energy. The nearest known white dwarf is Sirius B , at 8.6 light years, the smaller component of the Sirius binary star . There are currently thought to be eight white dwarfs among the hundred star systems nearest the Sun. [[] The unusual faintness of white dwarfs was first

		<p>recognized in 1910. The name <i>white dwarf</i> was coined by Willem Luyten in 1922. The universe has not been alive long enough to experience a white dwarf releasing all of its energy as it will take close to a trillion years.</p>
<p>Парсек</p>	<p>астрономияда ишлатиладиган узунлик бирлиги; $1\text{пк}=3,0857 \cdot 10^{16}\text{м}$.</p>	<p>A parsec (symbol: pc) is a unit of length used to measure large distances to objects outside the Solar System. One parsec is the distance at which one astronomical unit subtends an angle of one arcsecond.^[1] A parsec is equal to about 3.26 light-years (31 trillion kilometres or 19 trillion miles) in length. The nearest star, Proxima Centauri, is about 1.3 parsecs (4.24 light-years) from the Sun. Most of the stars visible to the unaided eye in the nighttime sky are within 500 parsecs of the Sun.</p>
<p>Позитрон</p>	<p>катталиги жиҳатдан электрон зарядига тенг мусбат зарядли, массаси электрон массасига тенг бўлган элементар зарра, электронга нисбатан антизарра.</p>	<p>The positron or antielectron is the antiparticle or the antimatter counterpart of the electron. The positron has an electric charge of $+1 e$, a spin of $\frac{1}{2}$, and has the same mass as an electron. When a low-energy positron collides with a low-energy electron, annihilation occurs, resulting in the production of two or more gamma ray photons (see electron-positron annihilation). Positrons may be generated by positron emission radioactive decay (through weak interactions), or by pair production from a sufficiently energetic photon which is interacting with an atom in a material.</p>

<p style="text-align: center;">Фермион</p>	<p>ярим бутун спинга эга бўлган заррача.</p>	<p>In particle physics, a fermion (a name coined by Paul Dirac from the surname of Enrico Fermi) is any particle characterized by Fermi–Dirac statistics. These particles obey the Pauli exclusion principle. Fermions include all quarks and leptons, as well as any composite particle made of an odd number of these, such as all baryons and many atoms and nuclei. Fermions differ from bosons, which obey Bose–Einstein statistics. A fermion can be an elementary particle, such as the electron, or it can be a composite particle, such as the proton. According to the spin-statistics theorem in any reasonable relativistic quantum field theory, particles with integer spin are bosons, while particles with half-integer spin are fermions.</p>
<p style="text-align: center;">Хаббл доимийси</p>	<p>кўринувчи Коинотнинг космологик кенгайиши туфайли галлакикадан ташқари обектларнинг узоклашиши тезликлари билан уларгача бўлган масофалар орасидаги боғланишлардаги мутаносиблик коэффициенти.</p>	<p>The value of the Hubble constant is estimated by measuring the redshift of distant galaxies and then determining the distances to the same galaxies (by some other method than Hubble's law). Uncertainties in the physical assumptions used to determine these distances have caused varying estimates of the Hubble constant. The value of the Hubble constant was the topic of a long and rather bitter controversy between Gérard de Vaucouleurs, who claimed the value was around 100, and Allan Sandage, who claimed the value was near 50. In 1996, a debate moderated by John Bahcall between Sidney van den Bergh and</p>

		<p>Gustav Tammann was held in similar fashion to the earlier Shapley-Curtis debate over these two competing values.</p>
<p>Юлдуз туркумлари</p>	<p>бирдай ёшдаги ва биргаликда вужудга келган гравитацион боғланган юлдузлар гуруҳлари.</p>	<p>Star clusters or star clouds are groups of stars. Two types of star clusters can be distinguished: globular clusters are tight groups of hundreds or thousands of very old stars which are gravitationally bound, while open clusters, more loosely clustered groups of stars, generally contain fewer than a few hundred members, and are often very young. Open clusters become disrupted over time by the gravitational influence of giant molecular clouds as they move through the galaxy, but cluster members will continue to move in broadly the same direction through space even though they are no longer gravitationally bound; they are then known as a stellar association, sometimes also referred to as a <i>moving group</i>.</p>
<p>Юлдузлар</p>	<p>гравитация кучларининг иссиқ модда (газ) нинг босими ҳамда нурланишлар билан мувозанати хисобига барқарор бўлган улкан нурланувчи плазмавий шарлар.</p>	<p>A star is a luminous sphere of plasma held together by its own gravity. The nearest star to Earth is the Sun. Other stars are visible to the naked eye from Earth during the night, appearing as a multitude of fixed luminous points in the sky due to their immense distance from Earth. Historically, the most prominent stars were grouped into constellations and asterisms, the brightest of which gained proper names. Extensive catalogues of stars have been assembled by astronomers, which provide standardized star designations. For</p>

		<p>at least a portion of its life, a star shines due to thermonuclear fusion of hydrogen into helium in its core, releasing energy that traverses the star's interior and then radiates into outer space.</p>
<p>Ядровий астрофизика</p>	<p>юлдузлар ва бошқа самовий объектларда содир бўлувчи барча ядровий жараёнларни тадқиқ қилувчи фан.</p>	<p>Nuclear astrophysics is an interdisciplinary branch of physics involving close collaboration among researchers in various subfields of nuclear physics and astrophysics, with significant emphasis in areas such as stellar modeling, measurement and theoretical estimation of nuclear reaction rates, cosmology, cosmochemistry, gamma ray, optical and X-ray astronomy, and extending our knowledge about nuclear lifetimes and masses. In general terms, nuclear astrophysics aims to understand the origin of the chemical elements and the energy generation in stars.</p>
<p>Қора туйнук</p>	<p>гравитация кучлари жисмни унинг гравитациявий радиусидан кичикроқ ўлчамларгача сиқилиши натижасида юзага келувчи космик объект.</p>	<p>A black hole is a region of spacetime exhibiting such strong gravitational effects that nothing—including particles and electromagnetic radiation such as light—can escape from inside it. The theory of general relativity predicts that a sufficiently compact mass can deform spacetime to form a black hole. The boundary of the region from which no escape is possible is called the event horizon.</p>

VII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажаги фаровон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 5 июнь “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-3775-сонли Қарори.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.
14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.
15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь 16 “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789- сонли Фармони.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847- сонли Фармони.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 29 октябрдаги “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармон.

19. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори.

III. Махсус адабиётлар

20. A.A. Abdujabbarov, B.J. Ahmedov, Photons Motion and Optical Properties of Black holes, Tashkent, 2019, 184 pp.

21. Andi Klein and Alexander Godunov. “Introductory Computational Physics”. Cambridge University Press 2010.

22. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.

23. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH VerlagGmbH&Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.

24. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.

25. Harvey Gould, Jan Tobochnik, Wolfgang Christian. “An introduction to computer simulation methods. Applications to Physical Systems”. Pearson Education, Inc., publishing as Addison Wesley, 2007.

26. <http://phet.colorado.edu>

27. Isabel Gedgrave” Modern Teaching of Physics”. 2009

28. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.

29. Mitchell H.Q. “Traveller” B1, B2, MM Publications. 2015. 183.

30. Mitchell H.Q. MarileniMalkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publications. 2015. 191.

31. Mustafa Akay. Introduction to Polymer Science and Technology &Ventus Publishing ApS, 2012, - P.169.

32. Rolf Klein. Material Properties of Plastics, - Wiley-VCH VerlagGmbH&Co. KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2011. – P. 68. 17

33. S. SitiSuhaily, H.P.S. Abdul Khalil, W.O. Wan Nadirah and M. Jawaid Bamboo Based Biocomposites Material, Design and Applications Additional information is available at the end of the chapter 2013.

34. S.M.Lindsay, Introduction to nanoscience, Oxford University Press, 2010

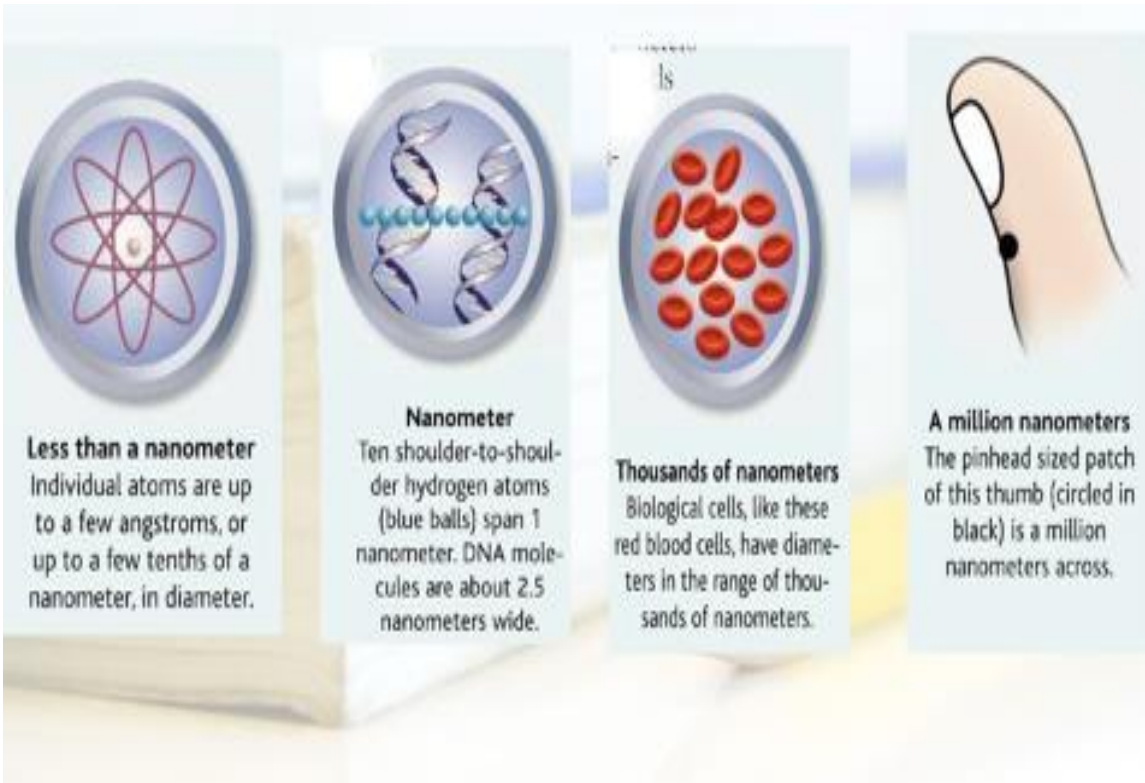
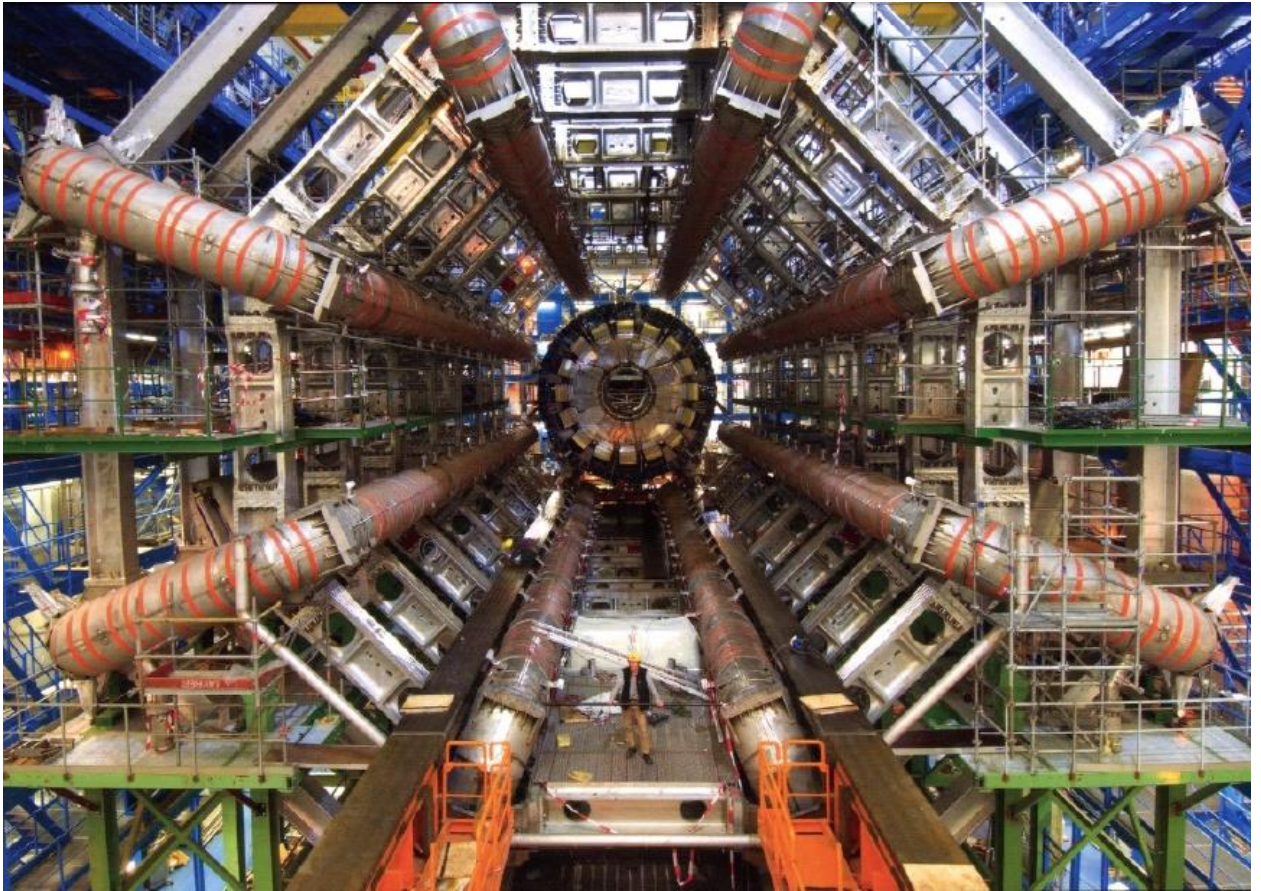
35. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.

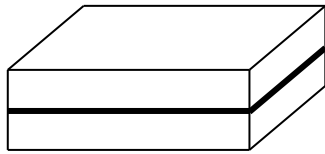
36. Thomas Hanemann. Polymer-Nanoparticle composites: From Shynthesis to Modern Applications. – Materials, 2010. – P.50.

37. ViatcheslavMukhanov, Physical Foundations of Cosmology Cambridge University Press, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511790553>
38. Vittorio Degiorio, IlariaCristiani /Photonics. A short course/ Springer International Publishing Switzerland 2014.
39. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.
40. Архангельская И.В., Розенталь И.Л., Чернин А.Д. Космология и физический вакуум. Изд. стереотип. URSS. 2020. 214 с. ISBN 978-5-396-00993-6.
41. Асекретов О.К., Борисов Б.А., Бугакова Н.Ю. и др. Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
42. Белогуров А.Ю. Модернизация процесса подготовки педагога в контексте инновационного развития общества: Монография. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 116 с. ISBN 978-5-317-05412-0.
43. Гулобод Қудратуллоҳ кизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.
44. Джораев М., Физика ўқитиш методикаси. Гулистон давлат университети. Гулистон, 2017. – 256 б.
45. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. методик қўлланма/ тузувчи. А.Е.Ибраймов. – Тошкент: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
46. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
47. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
48. Муслимов Н.Ава бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.
49. Нохара Х. Реформа государственных университетов и научных исследований в Японии. // Экономика образования. – 2008. – № 3. – С. 77–82
50. Олег Верходанов, Юрий Парийский. Радиогалактики и космология. Litres, 2018-12-20. — 304 с. — ISBN 978-5-457-96755-7. 18
51. Олий таълим тизимини рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг қўмағида. https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf
52. С.Г.Моисеев, С.В.Виноградов. Основы нанофизики. Ульяновск, 2010.
53. Усмонов Б.Ш., Ҳабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнида кредит-модуль тизимида ташкил қилиш. Ўқув қўлланма. Т.: “Tafakkur” нашриёти, 2020 й. 120 бет.
54. Щербак Е.Н. Зарубежные образцы системы управления высшим образованием (на примере образовательных стандартов Франции и США) // Образование и право. – 2012. – № 9 (37). – С.79-87 IV. Интернет сайтлар

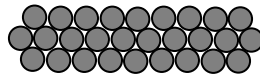
55. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
56. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
57. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
58. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
59. <http://www.nobelprizes.com/>
60. <http://www.wittenborg.eu>
61. <http://www.physics.ox.ac.uk>
62. <http://www.phy.cam.ac.uk>
63. <http://www.physics.uni-heidelberg.de>
64. www.cultinfo./fulltext/1/008/077/561/htm
65. <http://www.unibo.it>
66. <http://www.iau-aiu.net/>
67. <https://en.wikipedia.org/wiki/>
68. <http://www.aca-secretariat.be/>
69. <https://ui.adsabs.harvard.edu/>

ТАКДИМОТ УЧУН РАСМЛАР

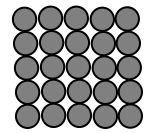




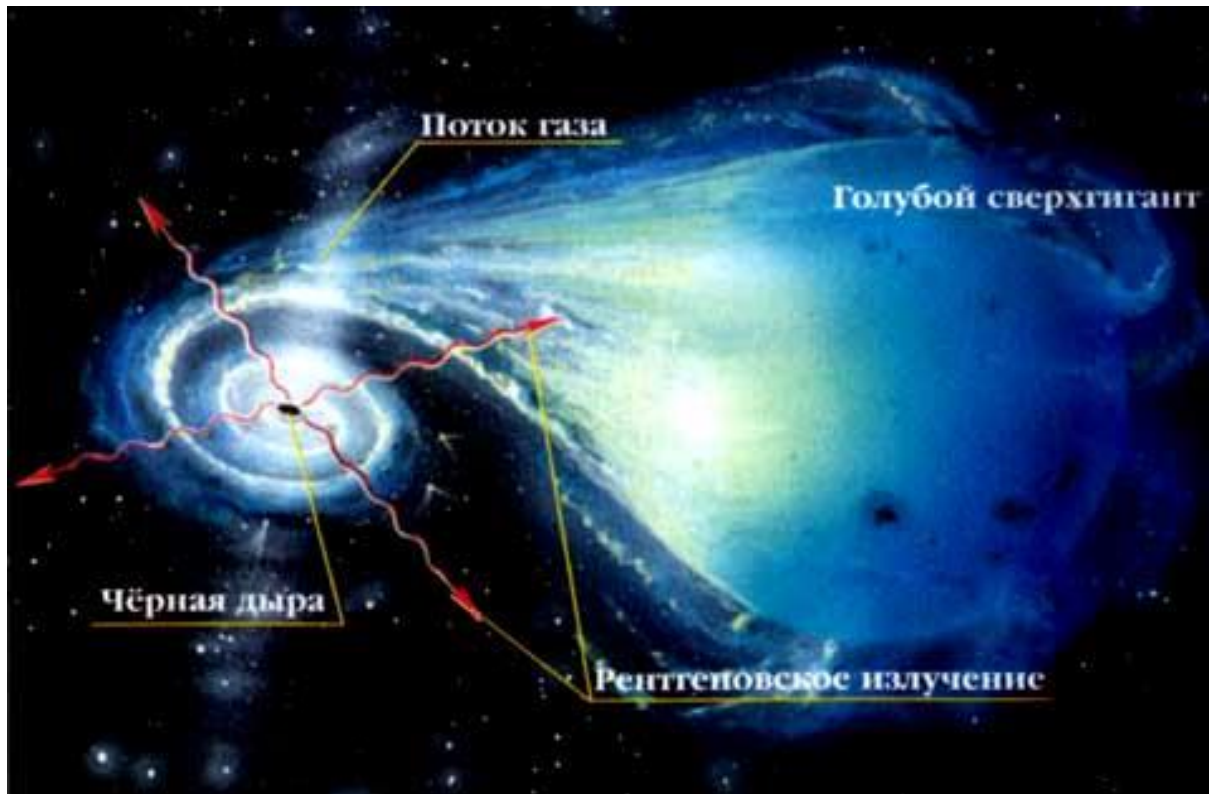
Квант ўра



Квант сим



Квант нуқта



7 – *Rasm. Olimlar tasavvur etgan qora tuynuklar*