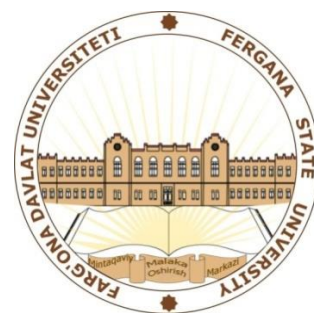




Бош илмий-методик
марказ

FARG'ONA DAVLAT
UNIVERSITETI HUZURIDAGI
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA
TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH
MINTAQAVIY MARKAZI



**“KOINOT STRUKTURASI VA
EVOLYUSIYASI, MATERIYANING
YANGI FORMALARI”
MODULI BO‘YICHA**

O‘QUV –USLUBIY MAJMUUA

F.-m.f.d., prof. K.E.Onarqulov

2022

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayèrlandi va FarDU Ilmiy kengashining 2021 yil «30» dekabrda 2-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

Tuzuvchi:

F.-m.f.d., prof.
K.E.Onarqulov

Taqrizchi:

F.-m.f.d. prof. Rasulov R.YA.

MUNDARIJA

I.Ishchi dastur	5
II.Modulni o‘qitishda foydalanadigan interfaol ta’lim metodlari	12
III.Nazariy mashg‘ulot materiallari	20
IV.Amaliy mashg‘ulot materiallari	101
V.Keyslar banki	102
VI.Mustaqil ta’lim mavzulari	104
VII.Glossariy	105
VIII.Adabiyotlar ro‘yxati	117
IX.Taqdimot uchun rasmlar	121

ISHCHI DASTUR

Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta’lim sohasi bo‘yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo‘yiladigan umumiy malaka talablari va o‘quv rejalari asosida shakllantirilgan bo‘lib, uning mazmuni kredit modul tizimi va o‘quv jarayonini tashkil etish, ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish, pedagogning kasbiy professionalligini oshirish, ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish, maxsus maqsadlarga yo‘naltirilgan ingliz tili, mutaxassislik fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kreativ kompetentligini rivojlantirish, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, masofaviy ta’lim xizmatlarini rivojlantirish, vebinar, onlayn, «blended learning», «flipped classroom» texnologiyalarini amaliyotga keng qo‘llash bo‘yicha tegishli bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda tinglovchilarning mutaxassislik fanlar doirasidagi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar takomillashtirilishi mumkin.

Modulning maqsadi va vazifalari

Modulning maqsadi: pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish kursi tinglovchilarini “Koinot strukturasi va evolyusiyasi, materiyaning yangi formalari” sohasidagi so‘nggi yangiliklar, zamonaviy eksperimental texnologiyalar va xorijiy adabiyotlardagi ma’lumotlarni o‘rtoqlashish, bu boradagi muammolarni aniqlash, tahlil etish va baholash. Shuningdek ularda ilg‘or tajribalarni o‘rganish va amalda qo‘llash ko‘nikma va malakalarini shakllantirish.

Modulning vazifalari:

- Tinglovchilarga ta’lim-tarbiya masalalari bo‘yicha ilg‘or ta’lim texnologiyalarining konseptual asoslari, kelib chiqish tarixi to‘g‘risida ma’lumotlar berish, zamonaviy modulli texnologiyalardan foydalanib tinglovchilarni mazkur yo‘nalishda malakasini oshirishga ko‘maklashish;
- Ta’lim-tarbiya jarayonida modulli yangiliklarni qo‘llashning afzalliklarini yoritish va tinglovchilarda ulardan foydalanish mahoratini shakllantirish;
- YUksak malakali mutaxassis kadrlar tayyorlash borasidagi islohotlarni amalga oshirish jarayonida jahonning ilg‘or tajribasini o‘rganish va ulardan samarali foydalanish mahoratini oshirish.

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikmasi, malakasi va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar

“Koinot strukturasi va evolyusiyasi, materiyaning yangi formalari” modulini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- Koinot strukturasi va evolyusiyasi, materiyaning yangi formalari sohasidagi asosiy yangiliklar va zamonaviy adabiyotlardagi yangiliklar;
- so‘nggi yillardagi aniqlangan qonuniyatlar, kashfiyotlar va tamoyillar;
- hozirgi zamon eksperiment va kuzatuvlardan samarali foydalanish haqida bilimlarga ega bo‘lishi;

Tinglovchi:

- pedagogik faoliyat jarayonini modullashtirish;
- nazorat jarayonini tez va samarali o‘tkaza olish;
- nazoratning turli shakllaridan samarali foydalanish;
- interaktiv metodlarni maqsadli ravishda to‘g‘ri tanlash va foydalanish ko‘nikmalarini egallashi;

Tinglovchi:

- “Koinot strukturasi va evolyusiyasi, materiyaning yangi formalari” o‘quv kursining modulini tuzish;
- modulini strukturalashtirish;

- talabalarining mustaqil amaliy faoliyatini tashkil etish;
- talabalar bilimining nazoratini tashkil etish va erishilgan natijalarini tahlil etish;

- interaktiv metodlardan foydalanish *malakalarini egallashi*;

Tinglovchi:

- o'z sohasiga oid axborotni mantiqiy bloklarga ajratish va aniq, ravon xamda tushunarli ravishda bayon etish;

- modulli yondashuv asosida o'quv jarayonini tashkil etish;

- tajriba texnologiyalariga yondashuv asosida ta'lim va tarbiya jarayonini boshqarish;

- kommunikativlikni va mustaqil faoliyatni tashkil etish yuzasidan *kompetensiyalarni egallashi lozim*.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Koinot strukturasi va evolyusiyasi, materiyaning yangi formalari” moduli ma'ruza, va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan foydalanish;

- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash;

Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi

“Koinot strukturasi va evolyusiyasi, materiyaning yangi formalari” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Nazariy fizika” “Nanofizika asoslari”, “Kvant aloqa. Fizik jarayonlarni kompyuterda modellashtirish” o'quv modullari bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning ta'lim jarayonida nanofizika asoslari dan foydalanish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilarning mutaxassislik fanlari bo'yicha zamonaviy fan yangiliklarini bilan tanishadilar va ulardan ta'lim jarayonini tashkil etishda foydalanadilar, texnologik yondashuv asoslarini va bu boradagi ilg'or tajribani o'rganadilar, ularni tahlil etish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

Modul bo'yicha soatlar taqsimoti

№	Modul mavzulari	Auditoriya uquv yuklamasi			
		Jami	jumladan		
			Nazariy	Amaliy	maslg'ul
1.	Koinot to'g'risidagi tasavvurlar paydo bo'lishi va rivojlanishi. Zamonaviy kosmologiya haqida qisqacha ma'lumot. Katta portlash va inflyasiya. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar, elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasi.	4	2	2	
2.	Birlamchi yadroviy reaksiyalar hamda dastlabki nukleosintez va engil elementlarining tarqalishi. Koinotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning paydo bo'lishi va evolyusiyasi.	4	2	2	
3	Zamonaviy relyativistik kosmologiyada materiyaning yangi formalari: qorong'i materiya va qorong'i energiya.	2	2		
4	Xozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi. Og'ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi. O'ta yangi yulduzlar.	4	2	2	
5	Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi. YAdroviy geoxronologiya.	6	2	2	2
6	YUlduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi. Neytron yulduzlar. Kvazarlar. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi. Astronomiyada gravitatsion to'lqinlar.	4	2		2
7	Qora o'ralar va neytron yulduzlarning to'qnashuvi natijasida hosil bo'lgan gravitatsion to'lqinlarni qayd qilish va ularning manbalari. Galaktika markazidagi o'ta massiv qora o'ralar. Aylanuvchi qora o'ralar atrofida optik va energetik jarayonlar.	2	2		
	Jami:	26	14	8	4

NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-mavzu. Koinot to‘g‘risidagi tasavvurlar paydo bo‘lishi va rivojlanishi. Zamonaviy kosmologiya haqida qisqacha ma’lumot. Katta portlash va inflyasiya. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar, elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasi. (2 soat).

- 1.1. Koinot to‘g‘risidagi tasavvurlar paydo bo‘lishi va rivojlanishi.
- 1.2. Zamonaviy kosmologiya haqida qisqacha ma’lumot. Katta portlash va inflyasiya.
- 1.3. Katta portlash va inflyasiya.
- 1.4. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar, elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasi.

2-mavzu. Birlamchi yadroviy reaksiyalar hamda dastlabki nukleosintez va engil elementlarining tarqalishi. Koinotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning paydo bo‘lishi va evolyusiyasi. (2 soat).

- 2.1. Birlamchi yadroviy reaksiyalar hamda dastlabki nukleosintez va engil elementlarining tarqalishi.
- 2.2. Koinotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning paydo bo‘lishi va evolyusiyasi.

3-mavzu. Zamonaviy relyativistik kosmologiyada materiyaning yangi formalari: qorong‘i materiya va qorong‘i energiya. (2 soat).

- 3.1. Zamonaviy relyativistik kosmologiyada materiyaning yangi formalari
- 3.2. qorong‘i materiya va qorong‘i energiya.

4-mavzu. Xozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi. Og‘ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi. O‘ta yangi yulduzlar. (2 soat).

- 4.1. Xozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi.
- 4.2. Og‘ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi.
- 4.3. O‘ta yangi yulduzlar.

5-mavzu. Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi. Yadroviy geoxronologiya. (2 soat).

5.1. Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi.

5.2. Yadroviy geoxronologiya.

6-mavzu. Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi. Neytron yulduzlar. Kvazarlar. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi.

Astronomiyada gravitatsion to‘lqinlar. (2 soat).

6.1. Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi.

6.2. Neytron yulduzlar. Kvazarlar.

6.3. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi.

6.4. Astronomiyada gravitatsion to‘lqinlar.

7-mavzu. Qora o‘ralar va neytron yulduzlarning to‘qnashuvi natijasida hosil bo‘lgan gravitatsion to‘lqinlarni qayd qilish va ularning manbalari. Galaktika markazidagi o‘ta massiv qora o‘ralar. Aylanuvchi qora o‘ralar atrofida optik va energetik jarayonlar. (2 soat).

7.1 Qora o‘ralar va neytron yulduzlarning to‘qnashuvi natijasida hosil bo‘lgan gravitatsion to‘lqinlarni qayd qilish va ularning manbalari.

7.2. Galaktika markazidagi o‘ta massiv qora o‘ralar

7.3. Aylanuvchi qora o‘ralar atrofida optik va energetik jarayonlar.

O‘QITISH SHAKLLARI

Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:

- ma’ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma’lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko‘rilayotgan loyiha echimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar echimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar echimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI

«Xulosalash» (Rezyume, Veer) metodi.

Metodning maqsadi: Bu metod murakkab, ko‘ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o‘rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo‘yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo‘yicha o‘rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o‘quvchilarning mustaqil g‘oyalari, fikrlarini yozma va og‘zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi. “Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg‘ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg‘ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

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 таҳлиллار умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу

Namuna:

YUqori energiyali zarralar va ularning qo‘llanishi					
fanda		texnikada		Boshqa sohalarda	
afzalligi	kamchiligi	Afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
Xulosa:					

“Keys-stadi” metodi.

«**Keys-stadi**» - inglizcha soʻz boʻlib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – oʻrganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni oʻrganish, tahlil qilish asosida oʻqitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini oʻrganishda foydalanish tartibida qoʻllanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qaerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

“Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari.

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
1-bosqich: Keys va uning axborot taʼminoti bilan tanishtirish	✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish; ✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda); ✓ axborotni umumlashtirish; ✓ axborot tahlili; ✓ muammolarni aniqlash
2-bosqich: Keysni aniqlashtirish va oʻquv topshirigʻni belgilash	✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muammolarni dolzarblik ierarxiasini aniqlash; ✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash
3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali oʻquv topshirigʻining echimini izlash, hal etish yoʻllarini ishlab chiqish	✓ individual va guruhda ishlash; ✓ muqobil echim yoʻllarini ishlab chiqish; ✓ har bir echimning imkoniyatlari va toʻsiqlarni tahlil qilish; ✓ muqobil echimlarni tanlash
4-bosqich: Keys echimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	✓ yakka va guruhda ishlash; ✓ muqobil variantlarni amalda qoʻllash imkoniyatlarini asoslash; ✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash; ✓ yakuniy xulosa va vaziyat echimining amaliy aspektlarini yoritish

Keys. Quyosh batareyalari va shamol agregatlari noʻnanaviy energiya manbasi sifatida qoʻllaniladi. Amaliyotda koʻproq ularning qaysi biridan foydalanish qulayroq?

Keysni bajarish bosqichlari va topshiriqlar:

- Keltirilgan usullarning kamchiliklari va ularning sabablarini aniqlang(individual va kichik guruhda);

- Har bir usulni afzalliklari haqidagi ma'lumotlarni jamlab izohlang(juftlikdagi ish);

«FSMU» metodi

Texnologiyaning maqsadi: Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o'zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma'ruza mashg'ulotlarida, mustahkamlashda, o'tilgan mavzuni so'rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy mashg'ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

Texnologiyani amalga oshirish tartibi:

- qatnashchilarga mavzuga oid bo'lgan yakuniy xulosa yoki g'oya taklif etiladi;

- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog'ozlarni tarqatiladi:

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

- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o'zlashtirilishiga asos bo'ladi.

Namuna.

Fikr: “Olamning paydo bo'lishi haqidagi tasavvurlar”.

Topshiriq: Mazkur fikrga nisbatan munosabatingizni FSMU orqali tahlil qiling.

“Assesment” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod ta'lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o'zlashtirish ko'rsatkichi va amaliy ko'nikmalarini tekshirishga yo'naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo'nalishlar (test, amaliy ko'nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo'yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma’ruza mashg’ulotlarida tinglovchilarning mavjud bilim darajasini o’rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg’ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o’zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o’z-o’zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o’qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o’quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo’shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Namuna. Har bir katakdagi to’g’ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.

“Insert” metodi

Metodning maqsadi: Mazkur metod tinglovchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o’zlashtirishini engillashtirish maqsadida qo’llaniladi, shuningdek, bu metod tinglovchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o’taydi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

➤ o’qituvchi mashg’ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan input-matnni tarqatma yoki taqdimot ko’rinishida tayyorlaydi;

➤ yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta’lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko’rinishida namoyish etiladi;

➤ ta’lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o’z shaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

Belgilar	1-matn	2-matn	3-matn
“V” – tanish ma’lumot.			
“?” – mazkur ma’lumotni tushunmadim, izoh kerak.			
“+” bu ma’lumot men uchun yangilik.			
“-” bu fikr yoki mazkur ma’lumotga qarshiman?			

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta’lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo’lgan ma’lumotlar o’qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to’liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg’ulot yakunlanadi.

“Tushunchalar tahlili” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod tinglovchilar yoki qatnashchilarni mavzu buyicha tayanch tushunchalarni o’zlashtirish darajasini aniqlash, o’z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu buyicha dastlabki bilimlar darajasini tashxis qilish maqsadida qo’llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg'ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- tinglovchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo'lgan so'zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi (individual yoki guruhli tartibda);
- tinglovchilar mazkur tushunchalar qanday ma'no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo'llanilishi haqida yozma ma'lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga etgach o'qituvchi berilgan tushunchalarning to'g'ri va to'liq izohini o'qib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan tugri javoblar bilan o'zining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o'z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

Namuna: “Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili”

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?	Qo'shimcha ma'lumot
O'ta o'tkazgich	Qarshiligi nolga teng bo'lgan material	
nanotexnologiya	Metrning milliarddan bir qismiga teng bo'lgan o'lchamdagi jarayonlar bilan ish ko'ruvchi texnologik jarayonlar	
Infraqizil nurlanishlar	To'lqin uzunligi 0,76 mkmdan uzun bo'lgan elektromagnit to'lqinlar.	
galaktika	Ko'zimizga ko'rinadigan osmon yulduzlari majmui.	

Izoh: Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo'shimcha ma'lumot glossariyda keltirilgan.

Venn Diagrammasi metodi

Metodning maqsadi: Bu metod grafik tasvir orqali o'qitishni tashkil etish shakli bo'lib, u ikkita o'zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko'rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko'rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o'ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralar ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to'rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o'z tahlili bilan guruh a'zolarini tanishtiradilar;

• juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.

Namuna: fizika va astronomiya fanidagi zamonaviy yondashuvlar va innovatsiyalar tushunchasi va uning tarixi. Fan sifatida rivojlanishi



“Brifing” metodi

“Brifing”- (ing. briefing-qisqa) biror-bir masala yoki savolning muhokamasiga bag‘ishlangan qisqa press-konferensiya.

O‘tkazish bosqichlari:

1. Taqdimot qismi.
2. Muhokama jarayoni (savol-javoblar asosida).

Brifinglardan trening yakunlarini tahlil qilishda foydalanish mumkin. SHuningdek, amaliy o‘yinlarning bir shakli sifatida qatnashchilar bilan birga dolzarb mavzu yoki muammo muhokamasiga bag‘ishlangan brifinglar tashkil etish mumkin bo‘ladi. Tinglovchilar tomonidan olib borilgan tajribalar natijalarini taqdimotini o‘tkazishda ham foydalanish mumkin.

“Portfolio” metodi

“Portfolio” – (ital. portfolio-portfel, ingl.hujjatlar uchun papka) ta’limiy va kasbiy faoliyat natijalarini autentik baholashga xizmat qiluvchi zamonaviy ta’lim texnologiyalaridan hisoblanadi. Portfolio mutaxassisning saralangan o‘quv-metodik ishlari, kasbiy yutuqlari yig‘indisi sifatida aks etadi. Jumladan, tinglovchilarning modul yuzasidan o‘zlashtirish natijasini elektron portfoliolar

orqali tekshirish mumkin bo‘ladi. Oliy ta’lim muassasalarida portfolioning quyidagi turlari mavjud:

Faoliyat turi	Ish shakli	
	Individual	Guruhiy
Ta’limiy faoliyat	Talabalar portfoliosi, bitiruvchi, doktorant, tinglovchi portfoliosi va boshq.	Talabalar guruhi, tinglovchilar guruhi portfoliosi va boshq.
Pedagogik faoliyat	O‘qituvchi portfoliosi, rahbar xodim portfoliosi	Kafedra, fakultet, markaz, OTM portfoliosi va boshq.

III. NAZARIY MATERIALLAR

1-MAB3Y:

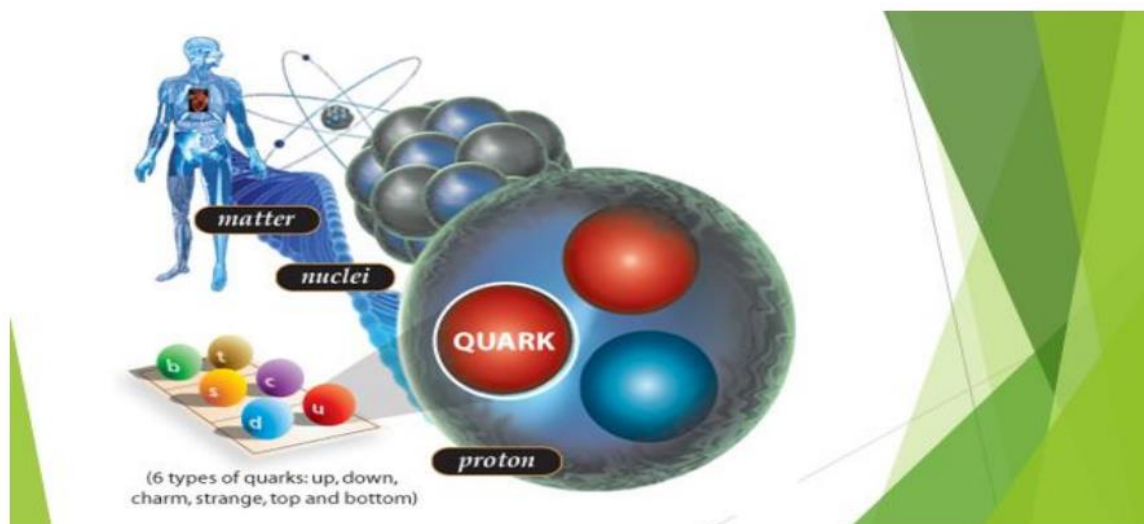
Koinot to'g'risidagi tasavvurlar paydo bo'lishi va rivojlanishi. Zamonaviy kosmologiya haqida qisqacha ma'lumot. Katta portlash va inflyatsiya. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar, elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasi.

REJA:

- 1.Koinot to'g'risidagi tasavvurlar paydo bo'lishi va rivojlanishi.
- 2.Zamonaviy kosmologiya haqida qisqacha ma'lumot. Katta portlash va inflyatsiya.
3. Katta portlash va inflyatsiya.
- 4.Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar, elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasi.

Tayanch iboralar: *Koinot, kosmologiya, astrofizika, koinot, elementar zarralar.*

Insonni doimo ikki savol qiziqtirib kelgan: 1) moddalar va odamning o'zi qanday elementar zarrachalardan tashkil topgani hamda 2) Koinotning tuzilishi va evolyusiyasi. O'zining bilimini kengaytirish doirasida inson ikkita qarama-qarshi yo'nalishlarda fikr yuritgan: 1) quyi yo'nalishda xarakatlanib (molekula – atom – yadro – protonlar, neytronlar - kvarklar) inson kichik masofalardagi jarayonlarni tushunishga xarakat qildi; 2) yuqori yo'nalishda xarakatlanib (planeta – Quyosh sistemasi – galaktika), koinotning umumiy tuzilishi va tarkibi xaqida tasavvurlarga ega bo'ldi.



Tadqiqotlar natijasida shu narsa ma'lum bo'ldiki, Koinotning o'zi bundan 13 mlrd. yil avval «Katta portlash» natijasida paydo bo'lgan va dastlabki davrda mikroskopik o'lchamlarga ega bo'lgan. Shu nuqtai nazarda elementar zarralar xaqidagi hozirgi zamon tajriba qurilmalari yordamida olingan ma'lumotlar Koinot rivojlanishining dastlabki etapidagi fizik jarayonlarni tushunishga yordam beradi. Xususan, tezlatgichlardagi to'qnashuvchi zarrachalarning energiyasi qanchali katta bo'lsa, materiyaning tadqiq etilayotgan qismining o'lchamlari shuncha kichik bo'ladi, shuningdek Koinot evolyusiyasining ko'rilayotgan davri shunchalik oldinroq bo'ladi. SHunday qilib mikro- va makro-olamlarning uyg'unlashuvi sodir bo'ldi.

Astrofizika osmon jismlarining ichki tuzilishini va fizik xususiyatlarini, yulduz va Quyosh energiyasi manbaalarini, yulduzlararo fazodagi diffuz materiyaning urganadi. Amaliy astrofizika har xil astrofizik kuzatishlar texnikasini va unga tegishli instrumentlar nazariyasini tekshiradi. Nazariy astrofizika kuzatishlar va fizik qonuniyatlarga asoslanib, yulduzlarning ichki tuzilishlarini va ularning energiya manbalarini, atmosfera tuzilishlarini hamda yulduzlar evolyusiyasini urganadi. yulduzlarni statistik usullar yordamida gallaktikadagi yulduzlar va yulduz tudalarining tarqoqligi va harakatini, Gallaktika tuzilishini, boshqa Gallaktika va Gallaktik sistemalar tuzilishini urganadi. SHuningdek,Quyosh sistemasidagi sayyoralar sistemasini fizik xususiyatlari va kinematik, dinamik holatlarni urganadi. Olamning asosiy xossalardan biri uning strukturasini bulib, uning ayrim masshtabli elementlari bulgan Gallaktikalar tuplamining kattaligi million va ba'zan un millionlab yorug'lik yiliga teng. Hozirgi kunda 700 mingga yaqin shu xildagi Gallaktikalar tuplami ma'lum. Bizning Gallaktikamiz uziga yaqin 7 qushni gallaktika bilan mahalliy tudani tashkil etib, u bilan tashqi gallaktika tudalari orasidagi ulchami millionlab yorug'lik yiliga teng bulgan bushliqlar kuzatiladi. Bu bushliqlar atrofini gallaktikalar va ular tulamlarining zanjirlari tashkil qiladi. Mazkur zanjirlarni tolalar deb aytiladi. Tolalarning qalinligi 30-35 million yorug'lik yili bilan ulchanadi. Urta hisobda galaktikalarda un milliarddan tortib yuz milliardgacha yulduzlar mavjud. Gallaktikalar tashqi kurinishga kura asosan 4 turga bulinadi.

Elliptik, spiral, linzasimon va notekis buladi.

Hozirgi zamon astrofizika eng asosiy yunalishlarga ega bulib u bir necha fanlar majmuasidan iborat. Demak, astrofizikaning uzi amaliy va nazariy astrofizika bulimlariga bulinadi. Amaliy astrofizika bevosita asbob-uskunalarining rivojlanishi va teleskoplarning kurilishi bilan bog'liqdir. Nazariy astrofizika bulimi esa tom ma'noda osmon jismlarining nazariy modellarini yaratish va shu modellar asosida ularning tartiblarini urganishdan iborat.

Astrofizikaning uzi fan sifatida shakllanishi uchun qator fanlarni ilmiy yutuqlariga tayanib ish kuradi. Astrofizika fizika tu'ridan-tu'ri astronomiya fanlari bilan bog'liqdir. Astrofizikaning kuchli rivojlanib borishi bugungi kunda biologiya, kosmogoniya, kosmologiya bilan bog'lanib ketdi. U ayniqsa ximiya fanlarning eng sunggi yutuqlaridan foydalanib ish kuradigan buldi. Astrofizika fani ayniksa fizikaning molekulyar, elektromagnetizm, optika va atom yadro bulimlari bilan uzaro bog'lanib ketganligi bu fanni rivojlanib ketishini asosiy omili hisoblanadi. Olamning yagona fizik manzarasi haqida fikr yuritilar ekan shu narsa aniqki, u albatta atom-yadro va elementar zarrachalar uzaro bo'lanishiga bulgan protsesslar bilan bog'liq.

Koinot tabiatning tunganmas kitobidir.Uning sirlarini urgangan inson uz tarixini zamon va kelajagini bilib oladi.Koinot ob'ektlaridan kelayotgan nurlanishni urganuvchi asosiy asbob-teleskopdir.Astrofizika va astronomiya amaliyotiga radioelektronika ,raketa va yuldosh metodlari keskin kirib kelishiga qaramay optik astronomiya turli tuman bebaho informatsiya berib kelayapti.XVII asrni boshlarigacha koinotni kuzatish faqatgina oddiy kuz bilan olib borilgan edi.Teleskopni yaratgan birinchi olim Galileo Galiley bulgan.Galiley linzalar yordamida kurgan moslamasidan 1609 yilda qator kuzatishlar olib borgan qator kashfiyotlar qilgan.Dastlabki teleskoplarni linzasining diametri atigi 3 sm bulgan va atigi 7 marta kattalashtirgan.Hozirgi zamonaviy teleskoplar juda katta bulib texnik jihatdan murakkab tuzilishgga egadir.Ularning vazifalar ham Hozirgi kunga kelib ancha kengaygan.Hozirgi vaqtda ob'ektivini diametri 12-16 metrgacha bulgan teleskoplar mavjud.Bunday teleskoplar Gavana orollarida qurilib, ishga tushirishganligi aniq.Kavkaz tog'lari bag'ridagi Zelenchuqskaya stansiyasiga joylashgan diametri 6 metrli teleskoplar bugungi kunda tarixga aylandi.Butun dunyo miqyosida astronomik stansiyalar qatori Uzbekistonda astronomik stansiyalarda teleskoplar qurilgan.Binobarin Toshkent shaxridagi AI dagi teleskoplar +ashqadaryo viloyati +amashi baland to'idagi AZT-22 kabi teleskoplar fikrimiz dalilidir.

Klassik fizika tushunchasi buyicha nurlanish bu elektromagnit maydoni tebranishidir. Har bir jism harakatga ega bulsa , atrofiga nur tarqatadi.Nur tulqin uzunligi $-\lambda$, chastotasi esa $-v$ bilan tasvirlanadi. Nur juda kata tezlik bilan tarqaladi. Nurning ushbu λ,s va v parametrlari quyidagicha bo'lanadi:

$$sq\lambda v \quad (1)$$

Koinotdan keladigan nurlarning chastotasi va tulqin uzunligi har xil buladi. Tulqin uzunligiga mos ravishda E- energiya ham turlicha buladi.Tulqin uzunligi $\lambda q 10^{-14}$ m dan $\lambda q 10^{-12}$ m gacha Gamma nurlar.Tulqin uzunligi $\lambda q 10^{-3}$ m dan kattasi radiotulqinlar.

Ko'z ko'radigan optik diapazoni atigi $3,8 \cdot 10^{-5}$ dan $7,5 \cdot 10^{-5}$ gacha, demak elektromagnit tulqinlar shkalasi 10^{-14} dan to 2000 m gacha bulsa , odam kuzi bir qismini kuradi, xolos. Teleskoplar ana shu diapazondagi moddalar xususiyati yordamida optik nurlarni yi'ib beradi. Astronomik ob'ektlar uzaro joylashgani uchun ulardan asosan parallel nurlar teleskopga etib keladi.

Optikadan ma'lumki, nur bir muhitdan ikkinchi muhitga utganda ularning sindirish kursatgichi n_1 va n_2 bulsa, tushish burchagi i_1 sinish burchagi i_2 ga teng buladi. Bu esa bizga ma'lum

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

formula bilan ifodalanadi. Shishaning bunday fizikaviy xususiyati linzalar yordamida nurni yi'ib berishga imkon beradi. Odam kuzi shuning hisobiga linza sifatida ishlaydi , chunki Er atmosferasi va kuz qorachi'ining nur sindirishi har xil , guyo n_1 va n_2 kabidir.

Demak teleskop kurish burchagini kattalashtirishga imkon yaratadi. Uning optik jihatdan ishlash prinsipini urganamiz.

Teleskoplarni kattashlashtirishni kupincha ob'ektiv va oqulyar fokus mosofalarining nisbati olinadi.

$$k \approx \frac{F_{ob}}{f_{oq}} \quad (3)$$

Ob'ektivning diametri D yi'ayotgan yorug'lik miqdori uning sathiga tu'ri proporsionaldir, ya'ni:

$$I \approx aD^2 \quad (4)$$

Xuddi shuningdek ravshanlikning nisbiy teshigi ham yoki yoritish kuchi

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

bilan bo'lanadi. SHuningdek uni yorqinlik darajasini ham yoziladi.

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

Demak teleskop kurish burchagini kattalashtirish bilan birga ikkinchi vazifasi (6) asosan yorug'likni kuproq yi'ib berar ekan. Masalan: diametri 60 sm bulgan teleskop oddiy kuz bilan qaraganda 10 000 marta kuproqdir. Foqal tekislikdagi tasvirni 300 marta kattashtirish uchun

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

Bu degani $F \approx 75$ m bulishi kerak degani bu aslo mumkin emas , sababi juda besunaqay teleskop buladi. Keyinchalik axromatik obekt yasash mumkinligi nazariyasi yaratildi. Eylarning bu fikrini optik Doland amalda isbotladi. Bu esa

kattalashtirmasdan astronomik obektlarni kattalashtirish imkonini beradi. Bunday teleskopni prinsipial sxemasini tasvirini keltiamiz.

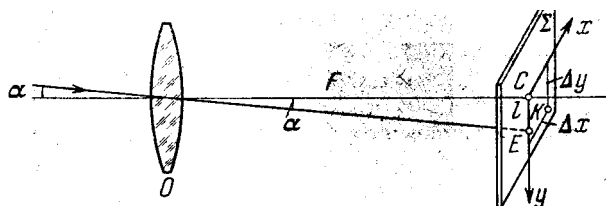
Demak bu holda birinchi linzaning foqal tekisligi ikkinchisini foqus nuqtasiga teng bulishi kerak. Umuman , linza obektiv va oqulyardan iborat sistema teleskop sistemasi deyiladi.

Teleskoplar asosan uch turga bulinadi.

1.Refraktorli teleskoplar- bu teleskop Galeley tomonidan 1609 yilda yaratildi. Bu ingliz tilida bulib, linzali degan ma'noni anglatadi .Hozirgi vaqtda nur yi'ilishini kuchaytirish maqsadida linza yuzi kumush yoki alyuminiy qoplam bilan qoplanadi.

2.Reflektorli teleskoplar-I.Nyuton tomondan 1668 yili yaratildi. Bu teleskop asosi linzadan emas asosan kuzgudan iborat.

3.Linzali kuzguli teleskoplar-unga Maksutov tipidagi teleskoplar kiradi.Bunday kuzgular linza va kuzgudan iborat buladi.Tasvir kattaligi haqida fikr yuritimiz. (1-rasm)



$$\frac{1/2}{F} = \text{tg } \alpha h \quad (8)$$

$$1/2 \text{ q } F \text{tg} \alpha h \text{ q } F \text{tg} \alpha \cdot 2 \text{ q } F \frac{L}{2} \quad (9)$$

$$L \text{ q } \text{tg} \alpha \quad (10)$$

(10)radian burchak kattaliklaridan farqi shundaki, uning ulchami yuq .Demak $\text{tg } \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$ dan foydalanishdan oldin burchaklarni radianlarga aylantirish kerak.

$$2\pi \text{ q } 360^\circ$$

$$1^\circ \text{ q } 1'57 \text{ rad q } 0,0175 \text{ q } 0,02$$

$$1' \text{ q } 2,9238 \cdot 10^{-4}$$

$$1 \text{ rad q } 2 \cdot 10^5$$

Kometalarning orbitalari giperbolik va elleptik bulib , ularning parallaxiga qarab , Kuyosh sistemasiga kiruvchi osmon jismi ekanligini 1577 yil Tixo Brache aniqladi. XVIII asrga kelib esa, Galeley kometalar jadvalini tuzib chiqdi. Bu jadvalga kura 1508, 1687 y va 1758 y hisoblangan kometalarning orbitasi bir xil ekanligi kursatilgan. Kometalar asosan yadro va dum qismidan iborat buladi Uning $m_k q(10^{-4}-10^{-5}) m_{er}$ takriban teng bulib, diametri 30 kmni tashkil etadi. Dumining uzunligi 10^6 km Kometalrning dumi Quyosh nurining bosimi ostida hosil buladi. Kometalrning dumi har xil chang va gaz zarrachalaridan iborat bulib, uning tarkibini asosan NH_3, H_2O, CO_2 tashkil qiladi. Dumining hosil bulishi sharti ung tortish kuchidan bosim kuchining kattaligidir Xuddi shunday agar kometaning 10 barobar katta bulsa, u vaqtda kometa dumining uzunligi 10^8 km Bu proporsiya uning aylanish orbitasining perigeysida saqlanadi.

Avval xech narsa bilan ajralmaydigan lekin birdaniga chaqnab qisqa vaqt ichida yaraqlashi bir necha yuz yoki ming marta oshib osmondagi boshqa yulduzlarga nisbaptae yakkol seziladigan yulduzlar yangi yulduzlar deyiladi. YAngi yulduzlar yaraqlashi ma'lum vaqt utgandan keyin chaqnashdan oldingi yaraqlashiga qaytadi. Ya'ni yulduzxlarni ikkiga bulish mumkin.

- 1 Tez yangi yulduzlar
- 2 Sekin yangi yulduzlar.

Ma'lum galaktikada taxminan 100 yil ichida utayangi yulduzlarning chaqnashi 1-2 martagina bulishi mumkin. Tarixda bizning Galaktikamizda ham bir necha uta yangi yulduzlarning chaqnashi kuzatilgan. Bular ichida Savr yulduz turkumida 1054 yilda Xitoy astronomlari tomonidan kuzatilgani eng quvvatlilaridan hisoblanadi. Bu yulduzni bir necha kun davomida portlashdan sung kunduzi ham kurishning iloji buldi. 1572 yili boshqa bir uta yangi yulduz Tixo Brage tomonidan Kassiopeya yulduz turkumida, 1604 yili esa, Kepler tomonidan Ilon Eltuvchi yulduz turkumida kuzatildi.

Garchi chaqnash mexanizmiga doir nazariya hali tula ishlab chiqilmagan bulsa-da, Hozircha yulduzlarning portlashi ular evolyusiyasining oxirgi stadiyasida vujudga keladigan muvozanat- sizlikning oqibati deb karaladi. Yulduzlarning spektrlari ettita asosiy spektral sinflarga guruhlangan. Ular lotin imlosida ifodalanib quyidagi tartibda joylashadi:

O- B - A- F- G- K- M.

Ma'lum sinflarga guruhlangan spektrlar, o'z navbatida yana o'ntadan sinfchalarga ajratilgan. Masalan A sinf yulduzlari A0, A1, A2, . . . A9 sinfchalarga bulingan. (Quyosh uz spektriga kura G2 sinfga kiradi).

Sinflar kema-ketligi, eng avvalo, yulduzlarning temperaturasi va ranglari ketma- ketligida uz aksini topadi. Nisbatan sovuq qizil yulduzlarning spektrida neytral atomlarning va hatto molekulyar birikmalarning chiziqlari kup uchragan

holda, kaynoq havorang yulduzlarning spektrida ionlashgan atomlarning chiziqlari kup uchraydi.

O — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida - ionlashgan geliy, azot va kislordning intensiv yutilish chiziqlari, shuningdek, spektrning ultrabinafsha qismida ayrim ximik element - atomlarining kup marta ionlashgan chiziqlari ham uchraydi.

V — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrada neytral geliy chiziqlari juda intensiv buladi.

A — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida vodorodning yutilish chiziqlari intensiv bulib, yulduz oq rangda buladi.

F — kiruvchi yulduzlarning spektrida vodorod chiziqlari kuchsizlanib, kalsiyning ionlashgan chiziqlari intensiv buladi.

G — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida (jumladan Quyoshnikida) metallarga tegishli neytral va qisman ionlashgan atomlarning intensiv va keng tarqalgan buladi. Vodorodning chiziqlari ancha kuchsizlangan (intensivligi pasaygan) buladi.

K — sinfga kiruvchi yulduzlar spektrida metallarning yutilish chiziqlari bilan birga, molekulyar birikmalarning ham chiziqlari kuzatiladi.

M— sinfga kiruvchi yulduzlar spektrida esa, metallarning spektral polosalari (ayniksa titan oqsidiga tegishli) intensiv tus oladi.

Yulduzlarning spektral sinflari va ularning temperaturalari orasida bog'lanish borligi kuzatishlardan ma'lum bo'ldi. Shuningdek, yulduzlarning yorqinligi, ularning absolyut yulduz kattaliklari orqali ifodalanishi ham mumkin ekanligi aniq bulgach, olimlar bu ikki juft bog'lanishlar orasida ham bog'lanish bulishi kerak degan gumon bilan uni qidirishga kirishdilar. Va nixoyat, bir-birlaridan bexabar holda asrimizning boshida Niderlandiyalik astronom Gersshprung va amerikalik astronom Russell yulduzlarning spektrlari va yorqinliklari orasida bo'lanish borligini kashf etdilar.

BIZNING GALAKTIKAMIZ. Tunda qorong'u osmonga qarab butun osmon bo'ylab chuzilgan yorug' kamarga ko'zimiz tushadi. Bu — Somon yulidir. Somon yuli buylab kuzatilsa, uning hamma qismining kengligi bir xil emasligiga kuzimiz tushadi. Oddiy dala durbin yoxud kichiqroq teleskopdan Somon yuligi karalgandayok u g'ij-g'ij yulduzlardan tashkil topgani ko'rinadi. Uning ayrim qismlarida yulduzlar aslo ko'rinmaydi. Buning sababi, Somon yulining shu qismida joylashgan gaz-chang bulutlar bulib, ularda yulduzlarning nurlanishlari yutilib bizga ko'rinmaydi. Osmonda ko'rinadigan barcha yulduzlar, Galaktikamizning tarkibini tashkil qiladi.

Bizni Quyosh ham (bir oddiy yulduz sifatida), shu ulkan yulduzlarning to‘dasining a‘zosi bo‘lgani uchun biz uni bizning galaktikamiz deb nomlaymiz. Galaktikamizga kiruvchi yulduzlarning asosiy qismi fazoda egallagan formasi qavariq linza kurinishiga uxshaydi. Linza kurinishidagi Galaktikamizning diametri salkam 100 ming yorug‘lik yiliga teng, qalinligi esa 7 ming yorug‘lik yiliga tengdir. Quyosh sistemasi, Galaktikamizning markazidan uning radiusining $\frac{2}{3}$ qismiga teng masofada (33 ming yorug‘lik yili) joylashadi. Agar Galaktikamiz diskiga (ya‘ni Somon yuli tekisligiga) tepadan turib, boshqacha aytganda, uning tekisligiga tik yunalish tomonda turib qaralsa, Galaktikamiz - markazdan spiral ko‘rinishda tarqaluvchi, soat mayatnigi prujinasini eslatuvchi englar kurinishini oladi. Quyosh sistemasi tomondan qaralganda, Galaktikamizning markaziy yadrosi +avs yulduz turkumiga proeksiyalanadi.

Hisob-kitoblar, Galaktikamizda, 150 mlrd ga yaqin yulduz borligini ma‘lum qiladi. Maxsus kuzatishlar esa, yulduzlarning ulkan bu tudasi uning markazi atrofida aylanishini ma‘lum qiladi. Barcha yulduzlar, jumladan Quyosh (uz “oila a‘zolari”- planetalarni ergashtirib), Galaktikamiz yadrosi atrofida Somon yuli tekisligiga (Galaktikamizning ekvator tekisligi ham deyiladi) parallel ravishda aylanadi. Bunda yulduzlarning tezliklari, ularning Galaktikamiz yadrosiga yaqin yoki uzoq joylashganiga kura har xil buladi. Quyosh va uning yaqinida joylashgan yulduzlarning aylanish tezliklari sekundiga 250 km ni tashkil qilib, davri taxminan 200 mln yilga teng.

Yulduzlar Galaktikamizning asosiy qismini tashkil qiladi. Biroq bu degan suz, u faqat yulduzlardan tuzilgan degani emas, unda yulduzlardan tashqari yulduzlarning turli sistemalari (qushaloq yulduzlar, karrali yulduzlar, yulduz tudalari va gujlari), yulduzlararo gaz va chang muhit (bulutlar va tumanliklar), kosmik nurlar (vodorod va geliy atomlari va boshqalar) uchraydi. Galaktikada materiya: har ikkala kurinishda modda va maydon (elektromagnit va gravitatsion maydon kurinishida) ham uchraydi.

Bizdan juda uzoq masofalarda galaktikalar to‘dalarining to‘dalari ham borligini ma‘lum kildi. Ular fanda o‘tagalaktikalar deb nom oldi. O‘tagalaktikalar, bugungi kunda, Koinotda kuzatiladigan eng yirik sistema hisoblanadi.

Umuman hozirgi zamonda ko‘zga ko‘rinadigan koinotning qismi (uning radiusi 10- 12 milliard yorug‘lik yilini tashkil etadi) esa Metagalaktika deb yuritiladi. Metagalaktikada yuzlab o‘tagalaktikalar kuzatilib, uning chegarasi ichidagi barcha galaktikalarning soni 10 milliardga yaqin deb taxmin qilinadi.

Muhitning (havo, suv, prujina, arqon va boshqalar) qandaydir bir nuqtasi tebranma xarakterga keltirilsa, u holda biror vaqt o‘tishi bilan bu muhitning boshqa nuqtalari ham tebrana boshlaydi, ya‘ni tebranish butun muhitga tarqaladi. Biroq muhitning nuqtalari tebranish manbalaridan tobora uzoqlashib borgan sari keyingi

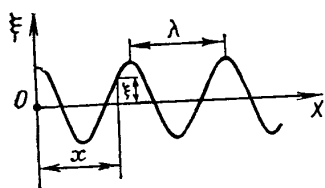
nuqtalarining tebranma xarakati dastlabkisidan kechikadi, ya'ni muhitning xar bir nuqtasini tebranishi oldingi nuqta tebranishidan faza jixatdan orqada qoladi.

Tebranishlarning fazoda tarqalishi to'ldin xarakat deyiladi. Tebranishlarning muhitda tarqalish jarayoni to'ldin deb yuritiladi. To'ldin tarqalayotgan vaqtda muhitning zarralari to'ldin bilan birga siljimasdan, balki o'zining muvozanat vaziyati atrofida tebranadi. To'ldinning tarqalish yo'nalishi nur deb ataladi. Ixtiyoriy t vaqtda tebranishlar etib kelgan muhit zarralarning geometrik o'rinlari esa to'ldin fronti deb ataladi. O'z navbatida, to'ldin frontini muhitning tebranayotgan zarralarining tebranishi xali boshlanmagan zarralardan ajratib turuvchi chegaraviy sirt tarzida tasavvur qilish mumkin.

To'ldin frontining shakli, muhit xossalari, tebranish manbaining shakli va o'lchamlariga bog'liq. Masalan, nuqtaviy tebranish manбайдan tarqalayotgan to'ldinlarning fronti sferik shaklda bo'ladi. Undan tarqalayotgan to'ldinlar esa sferik to'ldinlar deb nom olgan. Agar tebranish manbai tekislik shaklida bo'lsa, manbaga yaqin soxalardagi to'ldin fronti ham tekislikdan iborat bo'ladi. SHu sababli bu to'ldinlar yassi to'ldinlar deb ataladi. Ikkala holda ham nur to'g'ri chiziq bo'lib, u to'ldin frontiga perpendikulyar bo'ladi. Zarralarning tebranishi to'ldin tarqalayotgan yo'nalishga nisbatan qanday yo'nalganligiga qarab to'ldinlar bo'ylama va ko'ndalang to'ldinlarga bo'linadi. Agar muhit zarrasining tebranishi to'ldinning tarqalish yo'nalishida sodir bo'lsa, bunday to'ldinlarga bo'ylama to'ldinlar deyiladi.

Bo'ylama to'ldinga misol qilib siqilgan prujinaning tebranishlari, tovush to'ldinlari va boshqalarni olish mumkin. Bo'ylama to'ldinlar elastik moddada qattiq, suyuq va gazsimon jismlarda yuzaga kelishi mumkin. Agar muhit zarrasining tebranishi to'ldinning tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lsa, bunday to'ldinlarga ko'ndalang to'ldinlar deyiladi. Ko'ndalang to'ldinlarga misol qilib suv yuzasida xosil bo'lgan va arqon bo'ylab yo'nalgan to'ldinlarni olish mumkin. Aslida ko'ndalang to'ldinlar faqat qattiq jismlardagina yuzaga keladi. Suyuqliklar va gazlarda ko'ndalang to'ldinlar xosil bo'lmaydi, chunki gaz va suyuqliklarda elastik kuchlar vujudga kelmaydi. Suyuqlikning sirtida ko'ndalang to'ldinlar tarqaladi, bu holda shaklning elastikligini og'irlik kuchlari va sirt hamda taranglik kuchlarini ta'minlab turadi. Shunday qilib, ko'ndalang to'ldin tarqalish yo'nalishida muhit zarralarining do'ngliklari va chuqurliklari, bo'ylama to'ldinda esa muhit zarrachalarining zichlashishi va siyraklanishi davriy xosil bo'ladi.

To‘lqin to‘siqqa duch kelganda qaytadi, bir muhitdan ikkinchi muhitga o‘tganda esa sinadi. Bir tebranish davri davomida to‘lqinning tarqalish masofasi to‘lqin uzunligi deyiladi. Boshqacha aytganda, to‘lqin uzunligi to‘lqinning bir xil fazoda tebranayotgan ikki yaqin nuqtalari orasidagi masofadir. Agar tebranish davrini T bilan, to‘lqin uzunligini λ bilan belgilasak, u holda to‘lqin tezligi quyidagicha aniqlanadi:



1. - rasmi.

$$u = \frac{\lambda}{T} = \lambda \nu \quad (1.2) \text{ bunda } \nu - \text{tebranish chastotasi.}$$

To‘lqin tarqalish jarayonida manbadan taborra uzoqroqda joylashgan muhit zarralari tebrana boshlaydi. Bu jarayonda to‘lqin, xuddi o‘zini vujudga keltirgan manbadan «yugurib qochayotgandek» tuyuladi, shu boisdan uni yuguruvchi to‘lqin deb ataladi. Biror 0 nuqtadan x masofa uzoqlikdagi (1-rasm) zarraning ixtiyoriy t vaqtidagi siljishi, manbaga bevosita tegib turgan zarraning $t = \frac{x}{u}$ vaqtidagi siljishiga teng bo‘ladi, ya’ni

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

Bu ifoda yuguruvchi to‘lqin tenglamasi deb ataladi. To‘lqin tarqalayotgan muhit ixtiyoriy zarrasining muvozanat vaziyatidan siljishi (ξ) ni vaqt t va zarraning tebranish manbaidan uzoqligi (x) ning funksiyasi sifatida aniqlanadi. (1.3) tenglamaga t va x ga nisbatan simmetrik ko‘rinish berish uchun to‘lqin soni deb ataluvchi k kattalikni kiritamiz:

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

(1.2) va (1.4) dan to‘lqin soni k , aylanish chastotasi ω va to‘lqinning faza tezligi va u orasida quyidagicha munosabat bor degan xulosa chiqadi:

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

(1.3) dagi ξ ning (1.5) qiymat bilan almashtirib va ichiga ω ni kiritib, yassi to‘lqin uchun quyidagi ktrinisdagi tenglamani yozamiz:

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

Bu x – ning kamayishi tomoniga qarab tarqaluvchi to‘lqin tenglamasidir.

r - radiusli sferik to‘lqin tenglamasini (1.6) ga o‘xshatib quyidagi ko‘rinishda yozishimiz mumkin: $\xi = \frac{A}{2} \cos \omega \left(t - \frac{r}{u} \right)$ (1.7) yoki $\xi = \frac{A}{2} \cos(\omega t - kr)$

bundan r – radiusli to‘lqin sirtida yotuvchi zarralar $\omega \left(t - \frac{r}{u} \right)$

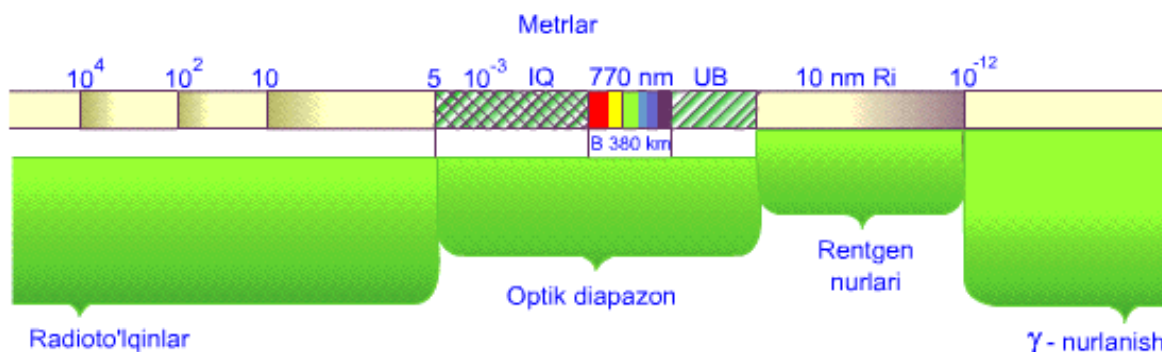
faza bilan tebranadi, degan xulosaga kelamiz. Bizni o‘rab olgan butun fazoda elektromagnit nurlanishlar o‘tadi. Quyosh, bizni o‘rab olgan jismlar, radiostansiya va televizion uzatkichlar, antennalar elektromagnit to‘lqinlarni tarqatadi. Ular

tebranish chastotalariga qarab turlicha nomlanadi, ya'ni radioto'lqinlar, infraqizil nurlanish, ko'rinadigan yorug'lik, rentgen nurlari (2- rasm).

Bu bexisob energiya oqimi atom va molekular elektr zaryadlarining tebranishlarini xosil qiladi. Agar zaryad tebranib tursa, u tezlanish bilan xarakatlanayotgan bo'ladi, demak elektromagnit to'lqinlar chiqaradi. O'zgaruvchi induksiya oqimi uyurma elektr maydonni, u esa o'z navbatida uyurma magnit maydonni uyg'otadi. Bu jarayon birin-ketin fazoning hamma nuqtalarini qamraydi. Tarqalayotgan elektromagnit maydonga elektromagnit to'lqin deyiladi. Uning vakuumdagi tarqalish tezligi $s = 299.792.458 \pm 1,2 \text{ m/s}$.

1860 yillarda ingliz olimi J. Maksvell yaratgan elektromagnit maydon nazariyasi shunday xulosaga olib keladi. Maksvelldan keyin tez orada nemis olimi G.Gers elektromagnit to'lqinlarning mavjudligini tajribada isbotladi. Uning ixtiyorida juda oddiy qurollar, ya'ni yuqori kuchlanishlar manbai, vibratorlar havo bilan ajratilgan metall sterjen juftlari bor edi. Hozir Gersning shunday oddiy apparatlar yordamida elektromagnit to'lqinlarning tarqalish tezliklarini o'lchashni ham o'z ichiga olgan juda nozik tajribalarni o'tkaza olganligiga ishonish qiyin.

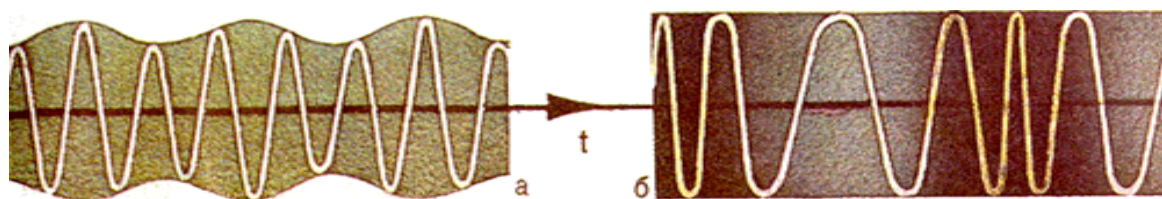
Vibrator havo oralig'ini teshib o'tishi uchun zarur bo'lgan kuchlanishgacha zaryadlangan. Teshib o'tish paytida vibratorida elektromagnit tebranishlar xosil bo'lgan, ular vibratorning elektr energiyasi elektromagnit nurlanishga va o'tkazgichning qizishiga sarflanib bo'lishiga qarab so'ngan. Nurlanish kichik oraliqni teshib o'tadigan qabul qiluvchi vibrator bilan qayd qilingan. Qabul qiluvchi va tarqatuvchi vibratorlar bir xil xususiy tebranishlar chastotasiga ega bo'lgan. SHuning uchun tarqalayotgan elektromagnit to'lqin qabul qiluvchi vibratorida katta amplitudali rezonans tebranishlarni uyg'otgan va uning o'tkazgichlari oralig'ida teshilish yuz bergan mayda uchqunlar xosil bo'lgan. Bu uchqunlarga qarab, qabul qiluvchi qurilmadagi elektromagnit nurlanish intensivligi to'g'risida fikr yuritish mumkin bo'lgan.



2-rasm. Elektromagnit to'lqin shkalasi.

Gers nurlanishni katta metal taxtaga yoʻnaltirgan. Tushayotgan, qaytayotgan va yugurma toʻlqinlar qoʻshilib, turgʻun toʻlqinni xosil qilgan. Qabul qiluvchi vibratori siljitib, Gers A va V turgʻun toʻlqinlarning doʻngliklarini topdi, ular orasidagi masofani oʻlchadi va toʻlqin uzunligini aniqladi. Vibrator elementlarining geometrik oʻlchamlari boʻyicha, uning sigʻimi va induktivligini nurlanayotgan toʻlqinlar chastotasiga teng boʻlgan xususiy tebranishlar chastotasini ham xisoblash mumkin. Xuddi shuni Gers qildi, soʻngra elektromagnit toʻlqinlarning tarqalish tezligini aniqladi. Shunday qilib yorugʻlik tezligiga teng kattalik olindi. Bu yorugʻlikning elektromagnit tabiatiga ega ekanligini isbotladi.

Rus olimi A. S. Popov kogerent radiotoʻlqinlarni qayd qilish uchun ikki elektrod orasiga mayda metall qirindi joylashtirilgan shisha trubkadan foydalandi. Elektromagnit toʻlqin taʼsirida kogerent oʻz elektr qarshiligini kuchli darajada oʻzgartiradi va oʻzgarmas tok zanjiriga ulanganda telegraf apparati ishini boshqarishi mumkin. Kogerent elektromagnit nurlanish Gers vibratoriga qaraganda anchagina sezgirdir. Bu mukammallashgan boshqa qurollar tufayli A.S.Popov 1895 yil 7 mayda tarixda birinchi boʻlib radioaloqani amalga oshirdi: 250 m masofaga «Genrix Gers» soʻzini uzatdi.



3-rasm. Elektromagnit toʻlqinlarning amplituda (a) va chastota (b) modulyasi.

Maksvell tenglamalarining echimlaridan kelib chiqadigan a tezlanish bilan xarakterlanayotgan zaryad nurlanishining intensivligi a^2 ga proporsionaldir. Maʼlumki, tebranib turgan elektronning tezlanishi, xar qanday zarraning tebranishi singaridir. SHunday qilib, elektronlar nurlanishining antennadagi intensivligiga proporsionalligi kelib chiqadi. Nurlanish quvvatining chastotaga bunchalik kuchli bogʻliqligi oʻzgaruvchan tok sanoat manbalari amalda elektromagnit toʻlqinlar chiqarmasligiga sabab boʻladi.

Chastotalar yuz ming gersga etganda intensiv nurlanish boshlanadi. Bunda kogerent elektromagnit toʻlqinlar tarqatuvchi kogerent qurilmaning, masalan radiouzatkichning nurlanishlarini, uning oʻlchamlariga va tarqalayotgan toʻlqin uzunligiga nisbatan katta masofalarda oʻzgaruvchan dipol momenti, bu erda-dipol momentining eng katta qiymati ekvivalent elektr dipol nurlanishi bilan almashtirish mumkin. Bunday dipol chiziqli garmonik ossilyator deyiladi.

Garmonik ossillyatordan tarqalayotgan to‘lqin monoxromatik va kogerent bo‘ladi. Unga yassi monoxromatik to‘lqin sifatida qaraladi, uning strukturasi keltirilgan. Bunday to‘lqinning tebranishlari chastotasi o‘zgarmas bo‘ladi, e va N vektorlar to‘lqinning tarqalish yo‘nalishiga perpendikulyar tekislikda yotadi: $x = x_0$ o‘zgarmas qiymat bilan aniqlanadigan tekislikda va vektorlarning uchlari to‘g‘ri chiziq bo‘ylab xarakatlanadi. Shuning uchun bunday to‘lqin chizikli qutblangan to‘lqin vektor, OX nur joylashgan tekislik esa qutblanish tekisligi deyiladi. Umumiy holda yassi qutblangan to‘lqin vektorlarining uchlari ellipsoidni chizadi va bunday to‘lqin elliptik qutblangan to‘lqin deyiladi.

Elektromagnit to‘lqinining qutblanishi uning juda muxim xususiyati xisoblanadi. To‘lqinning qaytarish koeffitsienti, to‘lqin energiyasining kristallar tomonidan yutilishi va bir jinlimasliklardan sochilish xarakteri qutblanish tekisligining qaytaruvchi sirtiga nisbatan vaziyatiga bog‘liq.

Real elektromagnit to‘lqinlar murakkab tuzilishga ega. Amalda kogerent to‘lqin deb, u yoki bu xodisani kuzatayotgan vaqtda fazasi o‘zgarmaydigan to‘lqinga aytiladi. Shuning uchun bir tajribada ayni bir manbadan chiqayotgan to‘lqinni kogerent, ikkinchi tajribada esa o‘zgaruvchi fazali to‘lqin deb qarash mumkin. Monoxromatik kogerent to‘lqin shu to‘lqin nurlatkichi mavjudligidan boshqa ma’lumotni o‘zida ifodalay olmaydi, ularning bir tebranish davri ikkinchi tebranish davridan farq qilmaydi. Inson ovozi radiouzatkich to‘lqinida yozish yoki tovushni televizion stansiya to‘lqinida aks ettirish elektromagnit to‘lqin chastotasini, amplitudasini yoki fazasini o‘zgartirish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Bunday jarayon modulyasiya deyiladi. Istalgan modulyasiya xili oqibat natijasida nurlanishning vaqt bo‘yicha chastotasi o‘zgarishiga keltiriladi. Masalan, amplituda modulyasiyali to‘lqin, yuqori chastotali nurlanish amplitudasiga nisbatan past chastota bilan o‘zgarsa, ikkita modullanmagan, lekin turli chastotali to‘lqin ko‘rinishida ifodalanishi mumkin.

Lazerlar fizikasi fan sifatida 19 asr oxirlari va 20 asr boshilaridagi yorug‘lik haqidagi tushunchalar, termodinamika va kvant mexanikasi fanlari asosida tashkil topdi.

O‘sha vaqtga kelib, optikadagi turli fizik jarayonlarni tushuntirishda yorug‘likning to‘lqin va korpuskulyar (zarracha) nazariyalaridan foydalanish yo‘llari ishlab chiqib bo‘lingandi. Difraksiya, interferensiya va qutblanish hodisalarini yorug‘likning to‘lqin tabiati bilan tushuntirish mumkin. Bu holda yorug‘likni elektromagnit to‘lqin sifatida qaralib, u elektr va magnit maydonlarining amplitudasi, chastotasi ν yoki to‘lqin uzunliklari λ bilan tavsiflanadi.

Ushbu ikki ν va λ kattaliklar quyidagi

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

munosabat bilan bogʻlanga.

Bu erda s-yorugʻlikning vakuumdagi tezligi.

Elektromagnit toʻlqinlarning energetik tavsifi sifatida elektromagnit maydon energiyasining oʻrtacha hajmiy $\bar{\rho}$ zichligini

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

koʻrinishda ifodalash mumkin. Bu erda ρ_{ν} -elektromagnit nurlanishining spektral hajmiy zichligi boʻlib, oʻlchamligi $J/sm^3 \cdot Gs$ boʻlib, E^2 va H^2 -lar elektromagnit toʻlqinning oʻrtacha kvadratik elektr hamda magnit kuchlanganliklaridir.

Elektromagnit toʻlqinlarning modda bilan oʻzaro taʼsirla-shuvining tabiati va effektivligi elektromagnit toʻlqin oqi-mining zichligiga yoki I intensivligiga bogʻliq boʻladi. Elektro-magnit toʻlqinning elektr maydon kuchlanganligi E uning inten-sivligi I bilan quyidagi

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

munosabat orqali bogʻlangan.

Geometrik optika nuqtai nazardan yorugʻlikni bir jinsli muhitda s tezlik bilan tarqalayotgan yorugʻlik fotonlari (zarrachalari) oqimidan iborat deb qarash mumkin. Fotonlarning energiyasi ularning chastotasiga bogʻliq boʻladi va

$$\epsilon_f = h\nu \quad (4)$$

ifoda bilan aniqlanadi. Bu erda h-Plank doimiysi boʻlib, qiymati $6,62 \cdot 10^{-34}$ J·s. Ushbu maʼnoda monoxramatik yorugʻlikning intensiv-ligi fotonlarning hajmiy n_f konsentratsiyasi va energiyasi orqali belgilanishi mumkin, yaʼni

$$I = h \cdot \nu \cdot n_f \cdot s \quad (5)$$

Yigirmanchi asrning boshida termodinamik muvozanatli sistemalar nurlanishining spektral zichligini tushintirish yoʻllari nomaʼlum edi. Klassik termodinamika asosida Reley-Jinslar tomonidan chiqarilgan

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

formula esa spektral $\rho(\nu)$ zichlikning chastotaga bogʻliqligini faqat katta toʻlqin uzunliklarda, yaʼni $h\nu \ll kT$ shart bajarilganda moddaning elektromagnit nurlanish jarayonini toʻgʻri tushuntirib berar edi. Bu erda $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K boʻlib, u Bolsman doimiysi deyiladi.

Moddalar tomonidan nurlanishning tajribada aniqlanayotgan spektral zichlikning chastotaga bogʻliqlik taqsimoti Plank taklif etgan emperik

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

formuladagi taqsimot bilan yaxshi mos tushgan edi.

A. Eynshteyn 1916 yili kvant tushunchalar asosida, ya'ni kvant tizim tomonidan yorug'likning yutilishi yoxud nurlanishi, ushbu tizimning biror energetik holatdan boshqa energetik holatga o'tishida, majburiy nurlanish jarayoni bo'lishi mumkinligi haqidagi o'z gipotezasi asosida (7) empirik formulani keltirib chiqardi. Buning ma'nosi quyidagicha: kvant tizimda, ya'ni diskret energetik holatli tizimda zarralarning bir holatdan boshqasiga spontan nurlanish chiqarib va nurlanishsiz o'tishidan tashqari tashqi elektromagnit maydon nurlanishi ta'sirida, majburiy o'tishlari ro'y berishi mumkin. Bu majburiy o'tishda zarra chiqargan elektromagnit nurlanishning parametrlari uni majburlovchi elektromagnit nurlanishning parametrlari bilan aynan bir xil bo'ladi. Ushbu jarayonda kvant tizimlar tomonidan chiqarilayotgan nurlanishning kogerentlik xususiyati paydo bo'ladi.

Kirishiga elektromagnit nurlanish beriladigan va uni kuchaytiradigan optik kuchaytirgichlardan farqli o'laroq, optik kvant generator, radiochastotalar diapazonidagi avtogeneratorlar kabi, optik diapazondagi kogerent elektromagnit nurlanishlarni hosil qiladi. SHuning uchun optik kvant generator yoki lazer, musbat teskari bog'lanishli qurilma bo'lib, majburiy nurlanishlar kogerent kuchaytirish orqali elektromagnit nurlanishni hosil qiladi.

Tabiatda elektromagnit nurlanishning eng keng tarqalgan turi issiqlik nurlanishi bo'lib, u moddaning atomlari va molekulalarining issiqlik xarakati energiyasi xisobiga xosil bo'lib, ya'ni moddaning ichki energiyasi xisobiga xosil bo'lib, nurlanayotgan jismning sovishiga olib keladi. Issiqlikning nurlanishida energiya taqsimoti temperaturaga bog'liq: past temperaturada issiqlik nurlanishi, asosan, infraqizil nurlanishidan, yuqori temperaturalarda ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlanishidan iborat.

Xar qanday jism o'z nurlanishi bilan birga atrofdagi jismlar chiqarayotgan nur energiyasining bir qismini yutadi. Bu jarayon nur yutish deyiladi. Biror yuza orqali o'tayotgan F oqim deb vaqt birligi ichida shu yuzadan o'tayotgan nurlanish energiyasi tushuniladi.

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

Nurlanish oqimi biror plastinkaga tushayotgan bo'lsin. Bu oqim qisman qaytadi (F_q), qisman jismda yutiladi (F_{yu}), qolgani jismdan o'tadi ($F_{o'}$), ya'ni

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

$F_q/F=\rho$ - jismning nur qaytarish qobiliyati;

$F_{yu}/F=a$ - jismning nur yutish qobiliyati;

$F_{o'}/F=d$ - jismning nur o'tgazish qobiliyati;

Bu belgilardan foydalanib (2) ni quyidagicha yozamiz:

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

Nisbatan qalinroq bo‘gan jismlar uchun $D = 0$, u holda (3) quyidagi ko‘rinishni oladi. $\rho + a = 1$ (4)

Tajribalarning ko‘rsatishicha ρ va a ning qiymatlari λ va T larning funksiyasidir $\rho_{\lambda,T} + a_{\lambda,T} = 1$ (5)

Umuman, $\rho_{\lambda,T}$ va $a_{\lambda,T}$ larning qiymatlari 0 dan 1 gacha o‘zgaradi,

1) $\rho_{\lambda,T} = 1, a_{\lambda,T} = 0$ nur to‘la qaytariladi (absolyut oq jism).

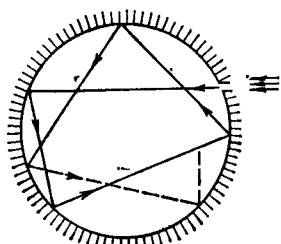
2) $\rho_{\lambda,T} = 0, a_{\lambda,T} = 1$ nur to‘la yutiladi (absolyut qora jism).

Tabiatda absolyut oq jism ham, absolyut qora jism ham bo‘lmaydi. Xar qanday jism tushayotgan nurlanishning bir qismini yutadi, qolgan qismini qaytaradi.

Farqi shundaki, ba’zi jismlar ko‘proq qismini yutib ozrog‘ini qaytarsa, boshqa jismlar aksincha ko‘prog‘ini qaytarib, ozrog‘ini yutadi.

Masalan, qorakuya uchun $\lambda = 0,40 \div 0,75$ mkm soxada $a_{\lambda,T} = 0,99$. Nur yutish

qobiliyati hamma to‘lqin uzunliklar uchun bir xil va birdan kichik bo‘lgan jism kulrang jism deb ataladi.

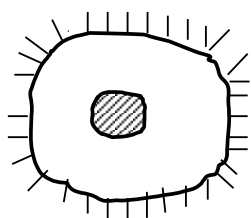


I.1 – pacm.

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

Odatda, o‘zining xususiyatlari bilan absolyut qora jismdan kam farq qiladigan Mixelson taklif etgan modeldan foydalaniladi (I.1-rasm). Bunday model juda kichik teshigi bo‘lgan berk kovak idishdan iborat. Ixtiyoriy to‘lqin

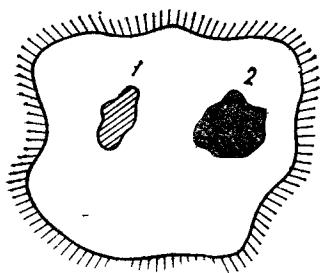
uzunlikdagi nur teshik orqali kovakka kirib qolgach, uning ichki devoridan ko‘p marta qaytib, nur energiyasining bir qismi yutiladi, natijada nur energiyasining juda kichik ulushigina kovakdan qaytib chiqishi mumkin. SHuning uchun bunday modelning nur yutish qobiliyati 1 ga juda yaqin bo‘ladi.



17.2 – pacm.

Bu modelda nur qaytarish va nur yutish qobiliyatidan tashqari T temperaturadagi jismning birlik sirtidan birlik vaqtda nurlanayotgan elektromagnit to‘lqinlarning energiyasini ifodalaydigan kattalik – T temperaturadagi jismning nur chiqarish qobiliyati yoki energetik yorqinligi (e_t orqali belgilanadi va Vt/m^2 , (J/m^2s) bilan o‘lchanadi)) degan tushuncha kiritiladi. Bundan tashqari, λ to‘lqin uzunlikli, T –

temperaturadagi jism nur chiqarish qobiliyati $e_{\lambda,t}$ dan foydalaniladi. Absolyut qora jism nur chiqarish qobiliyati $E_{\lambda,t}$ bilan belgilanadi.



17.3 – rasmi.

Issiqlik nurlanishi boshqa turdagi nurlanishlardan o'zining bir xususiyati bilan farq qiladi. T temperaturadagi jism issiqlik o'tkazmaydigan qobiq bilan o'ralgan deb faraz qilaylik (17.2 – rasmi). Jism chiqargan nurlanish qobiqqa tushib undan bir yoki bir necha marta qaytadi va yana jismga tushadi. Jism bu nurlanishni qisman yoki to'la yutadi. Qisman yutsa, qolgan qismini yana qobiqqa qaytaradi. SHuning uchun jism vaqt birligi ichida qancha energiya chiqarsa, shuncha energiya yutadi va jismning temperaturasi o'zgarmaydi. Bunday xolatni muvozanatli xolat deyiladi. SHu sababdan issiqlik nurlanishini muvozanatli nurlanish deb yuritiladi. Endi qobiq ichida 2 ta (17.3 – rasmi) bir xil temperaturadagi jism bo'lsin. Agar jismlardan biri ko'proq yutayotgan bo'lsa, bu jismning temperaturasi ortib ketadi. Buning evaziga 2- jismning temperaturasi kamayib ketishi kerak. Lekin bu termodinamikaning 2 - qonuniga ziddir. Aytaylik 1 - jism oddiy, 2 - jism absolyut qora jism bo'lsin: nur chiqarish e_t ; $2E_t$; nur yutish esa a_t ;

1 - jism, 2 - jism nurlantirgan energiyaning a_t qismini, ya'ni $a_t E_t$ energiyani yutadi. Demak, 1 - jism uchun $e_t = a_t E_t$, 2 - jism 1 jism chiqargan e_t energiyani va bu jism qaytargan $(1 - a_t) E_t$ energiyani yutadi, ya'ni 2 - jism uchun $E_t = e_t + (1 - a_t) E_t$.

$$\text{Bulardan } \frac{e_t}{d_t} = E_t \quad (7).$$

Bu Kirxgofning integral qonunidir: xar qanday jismning muayyan temperaturadagi to'la nur chiqarish va nur yutish qobiliyatining nisbati o'zgarmas kattalik bo'lib, u ayni temperaturadagi absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyatiga teng. Agar ikkala jism oralig'iga λ dan $\lambda + d\lambda$ gacha to'liq uzunlikdagi nurlanishni o'tkazib, qolganlarini qaytarib yuborgan filtr joylashtirsak Kirxgofning differensial qonunini olamiz

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

Ixtiyoriy jismning nur chiqarish va nur yutish qobiliyatlarining nisbati bu jismning tabiatiga bog'liq bo'lmay, barcha jismlar uchun to'liq uzunlik va temperaturaning universal funksiyasidir va u absolyut qora jismning nur chiqarish qobiliyati $E_{\lambda,t}$ ga tengdir. Issiqlik nurlanish nazariyasining eng asosiy vazifasi absolyut qora jism uchun $E_{\lambda,t}$ ko'rinishni topishdir. Absolyut qora jismning to'la nur chiqarish qobiliyati temperaturaning 4- darajasiga proporsioanldir $E_T = \sigma T^4$

(9)

bunda σ - Stefan – Bolsman doimiysi ($\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Vt/m}^2\text{k}^4$). (9) ifoda Stefan – Bolsman qonuni deb ataladi.

Inson ko'zining boshqa sezgi a'zolari kabi imkoniyatlari chegaralangan bo'lib, belgilangan to'liq uzunliklari oralig'idagi nurlarnigina ko'ra oladi. Bu chegarani kengaytirishning iloji bormi? Nega hamma nurlarni ko'rolmaymiz? Infraqizil nurlarni ko'rsatuvchi texnik vositalar qanday ishlaydi? Ularning vazifasi nimalardan iborat? O'ylaymizki, bu kabi qator savollarga javob topishga xarakat qilamiz.

Atrofimizdagi hamma narsa o'zidan nur tarqatadi. YAnada aniqroq qilib aytganda, molekular xarakati to'xtaydigan 0°K harorat, ya'ni harorati -273°C ga teng bo'lmagan hamma narsa o'zidan elektromagnit to'liq chiqaradi. Tarqalayotgan bu nurlarning to'liq uzunligi nanometr ulushlaridan yuzlab kilometrgacha bo'lgan spektr oralig'ida yotadi. Deyarli hamma narsa harorati 0°K dan yuqori bo'ladi. Demak, bir ma'noda biz elektromagnit to'liqlar ummonida yashaymiz. Lekin, ko'zimiz ko'radigan nurlar bu bepoyon ummondan bir tomchi xolos. Nurlarning ko'rinish yoki ko'rinmasligi ularning energiyasiga bog'liq.

To'liq uzunligi qancha kichik bo'lsa, uning energiyasi shuncha katta bo'ladi. To'liq uzunligi 0,3 mkm.dan qisqa nurlarning energiyasi ko'zimizdagi oqsil molekulari va nuklein kislotalarini zararlantiradigan darajada yuqori (ya'ni ko'z bunga dosh berolmaydi) bo'lsa, 1,8 mkm.dan katta to'liq uzunlikdagi yorug'lik energiyasi sezgir pigment - rodopsinda fotokimyoviy jarayonini yuzaga keltirishi uchun kamlik qiladi. Inson ko'zi esa 0,38-0,78 mkm. oralig'idagi nurlarni ko'rish imkoniyatiga ega. Bu oraliqqa kirmaydigan nurlarni ko'rolmaymiz. Ammo infraqizil to'liqlarni sezishimiz mumkin. Inson tanasida sovuqni xis qiladigan 150 mingta retseptor bor. Ular, asosan, yuqori lab, burun, daxan, ko'krak, peshona va barmoq terilarida joylashgan.

16 mingta issiqni xis qiluvchi retseptor esa, asosan, burun uchi, qo'ltiq osti va barmoq uchlarida joylashgan. Inson ko'zi qisqa to'liq uzunligidagi yuqori energiyali nurlarni ko'rishga dosh berolmaydi. Ammo katta to'liq uzunligidagi nurlarning bizga ko'rinmasligining boshqacha foydasi bor. Agar infraqizil nurlar bizga ko'ringanida, biz kunduzi emas, faqat qorong'uda ko'rgan bo'lardik. Ko'zimizda ma'lum harorat (37°S) borligi uchun, u ham o'zidan infraqizil nurlar diapazonida yotadigan nur chiqaradi. Ko'zimizdan chiqayotgan infraqizil nur atrofni yaxshi ko'rishimiz uchun xalaqit berar, ammo qorong'uda jismlarni aniq ko'rishga xizmat qilardi.

Nazorat savollari:

1. Kuchli o'zaro ta'sir.
2. Kuchsiz o'zaro ta'sir.
3. Kengayuvchi koinot.
4. Katta portlash qachon yuz bergan.
5. Galaktikalarning uzoqlashishi
6. Galaktikalarning uzoqlashish tezligi. Antizarrachalar.

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

Reja:

1. Birlamchi yadroviy reaksiyalar hamda dastlabki nukleosintez va engil elementlarining tarqalishi.
2. Koинotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning paydo bo'lishi va evolyusiyasi.

Tayanch iboralar: yadroviy reaksiyalar, dastlabki nukleosintez, yulduzlar, galaktikalar.

Bundan 100 yil avval barcha moddalar atomlardan, ular esa o'z navbatida 3 ta fundamental zarralardan tashkil topganligi ma'lum bo'ldi (musbat zaryadlangan protonlar va elektr jixatdan neytral bo'lgan neytronlar – markaziy yadroni tashkil etadi, manfiy zaryadlangan elektronlar yadro atrofida orbitalar bo'ylab harakatlanadi).

Hozirgi davrga kelib bizga nima ma'lum bo'ldi? Eng muhimi shundan iboratki, bizning atrofimizdagi barcha moddalar atomlardan tashkil topgan. Ular tabiatimizning g'ishtlari bo'lib, doimiy harakatda bo'lishadi, katta masofalarda ular bir birlaraga tortishadi va shu bilan birgalikda juda yaqin masofalarda bir birlaridan itarishadi. Ma'lumki, atomning ulchamlari 10^{-10} cm = 1 Angstromga teng. Ushbu o'lchamlarni ko'z oldiga keltirish uchun qo'yidagini misol sifatida qarash mumkin. Masalan, agar oddiy olmani Erning o'lchamlarigacha kattalashtirsak. u holda olma atomlarining o'lchamlari olma o'lchamlarining o'ziga teng bo'lib qoladi. Atomning hamma musbat zaryadi va atomning deyarli butun massasi radiusi 10^{-14} cm tartibida bo'lgan juda kichik hajm ichida mujassamlashgan musbat yadrodan iborat va atom yadrosi atrofida esa 10^{-8} cm. tartibda bo'lgan masofalarda orbitalar bo'ylab manfiy zaryadlangan elektronlar harakatlanadi. Elektronning o'lchamlarini hozirgacha o'lchash imkoni bo'lmadi. Faqat shu narsa ma'lumki uning radiusi 10^{-16} cmdan kichik. YAdroning ulchamlari esa 10^{-13} cm ga teng. O'z navbatida yadrolar protonlar va neytronlardan tashkil topgan. Elektron proton va neytrondan 2440 marta engilroqdir. Endi yana bir savol tug'iladi. Proton va neytronlarning o'zlari nimalardan tashkil topgan? Javob ma'lum: ular kvarklardan tashkil topishgan.

Elektron-chi nimadan tashkil topgan? Hozircha bu savolga javob yo‘q. YUqorida qayd etilgan tabiatning barcha jarayonlari Koinotda sodir bo‘ladi. Koinotning ulchamlariga esa 10^{28} sm ga teng, bu esa 10^{10} yorug‘lik yiliga teng. Bir yil davomida yorug‘lik bosib o‘tadigan masofa yorug‘lik yili deb ataladi va u $9,5 \cdot 10^{12}$ km yoki taxminan 10^{18} sm ga teng. Erdan Quyoshgacha bo‘lgan masofa $1,5 \cdot 10^{13}$ sm (150 mln km) ga teng, Erning radiusi esa $6,4 \cdot 10^8$ sm (6400km). Koinotdagi protonlar va neytronlarning soni taxminan 10^{78} - 10^{82} ga teng. Quyosh tarkibida taxminan 10^{57} protonlar va neytronlar mavjud. Erni o‘zida esa ularning soni $4 \cdot 10^{51}$ ga teng. Tabiatning barcha narsalari atomlardan tashkil topgan, shu jumladan biz va sizlar ham.

Tabiatdagi atomlar bilan ajralmas holda o‘zarota’sirlar tushunchasi ham mavjud. Qattiq jismda atomlar bir birlari bilan nima orqali bog‘langan? Nima sababdan bizning Er sayyoramiz Quyosh atrofida yopiq orbita bo‘ylab harakatlanib undan uchib ketmaydi? Nima uchun yadrodagi protonlar, ya’ni musbat zaryadlangan zarrachalar, elektr jihatdan bir biridan itarishadi va ular bir biridan uzoqlashmaydi? Ularni qanday kuchlar birga ushlab turadi? Tabiatda hozirgi paytda 4 hil o‘zaro ta’sir kuchlari mavjud.

Elektromagnit

Gravitatsion

Kuchli

Kuchsiz

Elektromagnit o‘zarota’sir kuchlar zaryadlangan zarrachalar orasidagi o‘zaro ta’sirlarni ifodalaydi. Siz qo‘lingiz bilan stol ustiga bosganingizda vujudga keladigan kuchlar elektromagnit tabiatga ega bo‘ladi. Bu erda bir vaqtning o‘zida o‘zaro tortishish va itarishish kuchlari namoyon bo‘ladi.

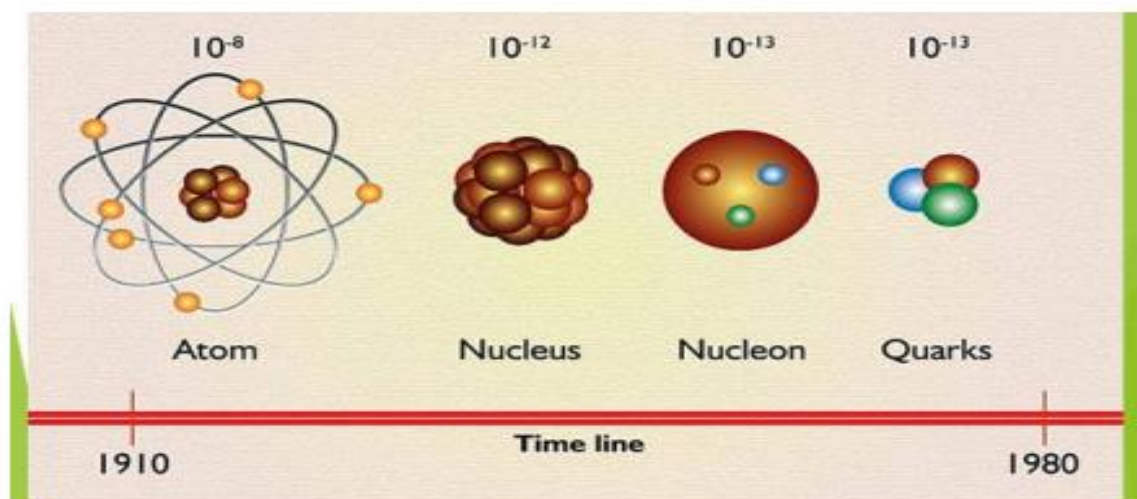
Gravitatsion o‘zaro ta’sirlarni biz butun olam tortishish qonuni orqali bilamiz. Er va Quyosh orasidagi tortishish kuchlari sayyoramizni Quyosh atrofida orbita bo‘ylab xarakatlantirishga majbur etadi. Gravitatsion kuchlarining borligi tufayli yulduzlarning yonishi ro‘y beradi. Aynan shu kuchlar oqibatida atom yadrolarning yaqinlashishi uchun kerak bo‘lgan kinetik energiya paydo bo‘ladi va natijada termoyadro reaksiyasi boshlanadi va bu reaksiya Koinotdagi yulduzlarning asosiy energiya manbasini ta’minlaydi. Kuchli o‘zaro ta’sir kuchlar yuqorida qayd etilgan kuchlardan farqli ravishda kichik masofalarda o‘zlarini namoyon qiladilar. Ularning ta’sir radiusi 10^{-13} cm tartibida bo‘lib, proton va neytronlarning orasidagi o‘zarota’sir kuchlaridir. Bu kuchlar har doim tortishish xarakteriga egadir.

Nihoyat oxirgi o‘zarota’sir kuchlar bu kuchsiz o‘zaro ta’sir kuchlardir. Ushbu o‘zarota’sir kuchlari – qayd etish mushkul bo‘lgan zarrachalarni, masalan, neytrino kabi zarrachalarning o‘zaro ta’sirlashishida namoyon

bo‘ladi. Masalan, neytronning β emirilish hodisasini ushbu o‘zarota’sir kuchlari orqali tushuntirish mumkin. Ma’lumki erkin neytron stabil zarracha emas va 15 minutdan keyin u proton, elektron va antineytrinoga bo‘linib ketadi. Yuqorida qayd etilgan o‘zarota’sir kuchlarini bir birlari bilan miqdor jixatdan solishtirsak, u holda qo‘yidagi manzarani ko‘rish mumkin.

Agarda yadrodagi proton va neytronlarning o‘zaro ta’sir kuchlarini nisbiy kattaligini 1 ga teng deb hisoblasak, kuch kattaligi bo‘yicha keyingisi elektromagnit o‘zaro ta’sir kuchlari bo‘ladi, uning qiymati 10^{-2} undan keyingisi kuchsiz o‘zarota’sir kuchlari 10^{-5} . Gravitatsion o‘zaro ta’sir kuchlarining qiymati esa tahminan 10^{-40} , ya’ni bu ma’noda kuchlar ichida eng zaifidir.

So‘nggi paytlarda proton va neytronlar ham o‘z navbatida fundamental ob’ektlar – kvarklardan tashkil topganligi ma’lum bo‘ldi. Oltita kvarklar, oltita leptonlar (eletron, myuon, tau va uchta mos neytrinolar) va to‘rtta o‘tish vektor bozonlar bilan birgalikda Koinotdagi moddalarning asosini tashkil etadi.



Tabiatdagi elementar zarralar.

Yuqori energiyalar fizikasi va astrofizika ushbu moddalarni tashkil etuvchi fundamental ob’ektlarning xossalari va xususiyatlarini o‘rganadi. Ularning xususiyatlari to‘rtta ma’lum fundamental o‘zaro ta’sir kuchlari – gravitatsion, kuchli yadro, elektromagnit va kuchsiz yadro – yordamida tavsiflanadi. Shuni ta’kidlashki lozimki, xozirgi zamon tasavvurlariga ko‘ra kuchsiz yadro va elektromagnit o‘zaro ta’sirlar bitta ta’sirning ikki hil namoyonlanishidir. Yaqin kelajakda ushbu ta’sir kuchli yadro ta’siri bilan birgalikda “Katta birlashgan nazariya”ni tashkil qilishi va ular gravitatsion o‘zaro ta’sir bilan birgalikda “Yagona o‘zaro ta’sir nazariyasi”ga birlashishi fiziklar tomonidan kutilmoqda.

Nazorat savollari:

1. Birlamchi yadroviy reaksiyalar
2. Dastlabki nukleosintez va engil elementlarining tarqalishi.
3. Koinotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning paydo bo'lishi qanday bo'lgan.
4. Koinotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning evolyusiyasi.

3-mab3y:

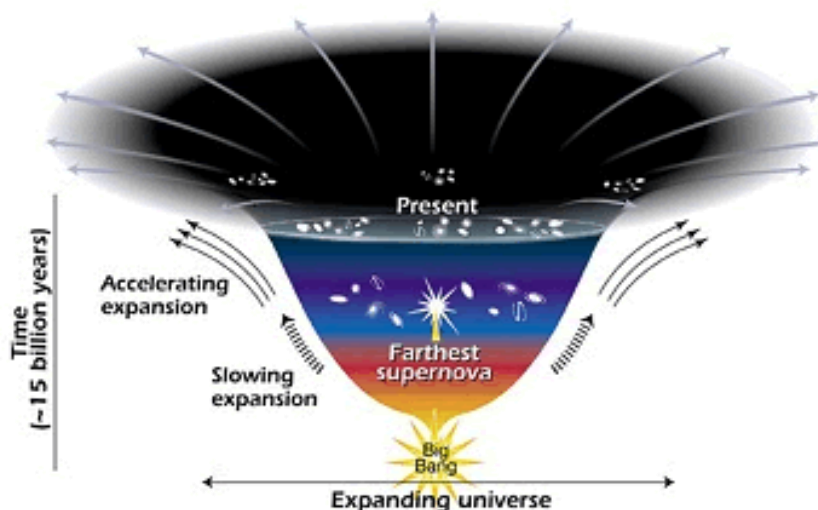
Zamonaviy relyativistik kosmologiyada materiyaning yangi formalari: qorong'i materiya va qorong'i energiya.

Reja:

1. Zamonaviy relyativistik kosmologiyada materiyaning yangi formalari
2. Qorong'i materiya va qorong'i energiya.

Tayanch iboralar: *materiya, relyativistik kosmologiya, korong'u materiya, qorong'u energiya.*

Dastlab koinotdagi modda xaqida suxbatlashamiz. Ma'lumki, modda atom yadrolaridan – nuklidlardan tashkil topgan. YAdroda esa o'z navbatida protonlar va neytronlar joylashgan. Ularni nuklonlar deb atashadi. Protonlar soni yadroning zaryadini aniqlab beradi (Z), proton va neytronlarning (N) umumiy soni uning massa soni deyiladi (A), ya'ni $Z + N = A$. SHunday qilib yadroning ikki parametri – Z va A – nuklid va moddaning xarakteristikasini aniqlab beradi.



Koinotning katta portlashdan keyin kengayishi.

Masalan koinotda eng engil sanalgan va keng tarqalgan Vodorod atomi uchun $Z=1$ (uning belgilanishi – ${}^1\text{N}$), og‘ir yadrolardan biri sanalgan uran uchun esa $Z = 92$ (${}^{92}\text{U}$). Astrofizikaning asosiy vazifalaridan biri bu koinotdagi mavjud bo‘lgan 300 ga yaqin nuklidlarning paydo bo‘lishi va tarqalganlik taqsimotini o‘rganishdan iborat.

Quyosh bizning sistemamizning markaziy jismidir. Quyosh G sinfiga mansub bulgan urta katalikdagi 150 mln km uzoqdir. Quyoshning effektiv temperaturasi.

$$T_e \approx 5578 \text{ S}$$

$$\rho \approx 1,4 \text{ g} \cdot \text{cm}^3$$

$$\mu_0 \approx 2 \cdot 10^{33} \text{ kg} \cdot \text{cm} \cdot 10^{36}$$

$$R_0 \approx 696 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$t_{\text{markaz}} \approx 15 \text{ mln S}$$

$$g_0 \approx 274 \text{ m} \cdot \text{s}^2$$

Quyoshni tula sirti buyicha 1 sm da chiqargan energiyasi

$$E_0 \approx 3,9 \cdot 10^{33} \text{ erg} \cdot \text{sek}$$

$$k_0 \approx 1,95 \text{ kal} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{min}$$

1 cm^2 yuzadagi chiqarilgan energiya esa

$$1 \text{ cm}^2 \approx 6,28 \cdot 10^{10} \text{ erg} \cdot \text{sek} \cdot \text{cm}$$

Quyoshning aylanish davridagi o‘irligi

Quyosh suyuq gaz bulib, ekvatorial va qutbiy holatlarga ega.

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

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

Quyoshning fotosferasida yorug‘lik bir t ekis taqsimlanmagan. Quyoshning chetlariga qarab yorug‘lik kamayib boradi. Bu esa Quyoshning yuzi temperaturasi bir xil emasligini kursatadi. Shuning uchun Quyosh cheti va markazi orasidagi yorug‘lik intensivligi turlicha buladi.

Quyoshning butun sirti bo‘ylab temperaturasi taqsimlanishini urganish uchun uning uch qismidagi temperaturasi uzgarishi urganiladi. Agar.

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

(1) teng bo‘lsa, energiya miqdorining daraja ko‘rsatkichi quyi.

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

Butun Quyosh sirti buylab energiyasi intensivligi asosan quyidagi funksiya orqali aniqlanadi:

$$I_v(0; \Theta) \approx q B_v(T_{\text{sirt}}) \quad (3)$$

Bordiyu Quyosh markazidan chiqayotgan energiya intensivligi

$I_v(0;\theta)$ shu uchungina o'rinli bulsa, u vaqtda (2) funksiyani

$$e^{-t\sec\theta} q e^{-tv} \quad (4)$$

bu erda tq (5) qismidagi Quyoshni energiyasiga tu'ri keladigan temperaturani harakterlaydi.(3) va (4) dan ko'rinib turibdiki Quyosh fotosferasidagi temperatura uzgaruvchan harakteriga ega.

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

Quyoshning chetiga tomon qorayib borishini (4) funksiya bilan ifodalanadi. U qorayish koeffitsienti deyilib, u doimo 0,56 ga teng. Quyosh spektri yutilish spektri bulib, u asosan 3100-3900A bulgan tulqin uzunligiga teng buladi.

Spektr quyidagicha joylashadi(-rasm). Quyoshdan kelayotgan 3100-3900 gacha nurlar urganilgan.Rentgen nurlari esa Hozir urganilmoqda Quyosh spektri Rentgeni nurlanishidan to ralionurlanishgacha manbaiga ega. Spektrda vodorod va geliyning atomlariga tegishli chiziqlar juda ham kam intensivdir. Bundan tashqari juda kup ximiyaviy elementlarning chiziqlari ham kruinadi. Xromosfera va Quyosh toji chaqnash spektrlardan iborat bu chaqnash spektrida asosan vodorod va geliyning chiziqlari xolos.

Fotosferani ustida kuzatiladigan obektlardan biri bu Quyosh do'idir. Fotosferadagi temperatura 5770-6000S bulsa, do'ning temperaturasi 4500-4700S buladi.Temperaturaning 1500-1300 farqi Quyosh do'ining aloxida kurinishiga imkon beradi. 1 ta do'ning urtacha umri 2,3 at hisoblanib ular sutka davomida uzgarib turadi. Do'larning gruppalari va soni Quyosh aktivligini hisoblashga imkon beradi. Va u Volf soni bilan quy. Teng.

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

be erda tekshirish koeffitsientiga bo'liq

g-gruppalar soni.

f - do'lar soni;.

Fotosferaning ustida joylashgan xromosferaning temperaturasi bir necha 10 000⁰ S boradi. Xromosfera tashqi qatlamlar dagi zichlik

$$\rho_x q 10^{-5} \text{ g}'\text{sm}^3$$

Xromosferaning bunday zichligida uning temperaturasi 10⁶ grad oz qatlamlardan tashqarida Quyosh tojlari joylashadi.

Quyosh tojining modda zichligi

$$\rho_{toj} q 10^{-7}-10^{-8} \text{ gr}'\text{sm}^3$$

Xromosferadan tashqarida turgan bir necha 100000 km li gaz bulutlariga esa protuberanetslar deyiladi. Ba'zi holarda ular Quyosh toji tomon kuchli oqimlar hosil qiladi. Bu oqimlar kuchli magnit maydonini yuzaga keltiradi. Quyoshning harateristik kattaliklaridan biri uning effektiv temperaturasi T,Quyosh radiusini $r_q^2 \cdot 3$ (2) qismida uning temperaturasi quyidagicha ifodalanadi.

$$T_0 q T_{ef} '2 (1 + 2 '3 \tau)$$

Agar $\tau q 0$ bulsa, yu u holda Quyoshning temperaturasi

$$T_0 q T_{ef} '2 \quad (4)$$

Demak, bundan kurinib turibdiki, optik chuqurlik τ ortsa Quyoshning harorati ham ortib boradi. Quyosh aktivligini davriy uzgarishi doimo 11 yil davrda takrorlanib turadi.

Quyoshning ichki tuzulishini murakkab bulib, u asosane quyidagi modul asosida urganiladi.

1. Termoyayayadro reaksiyalari zonasi.
2. Enregiyani nur orkali tashish zonasi.
3. Konvektiv zona.
4. Fotosfera
5. Xromosfera zonasi.
6. Quyosh toji.

Quyosh markazidagi temperatura yuqori bulib, kvant utadi. Natijada rentgen nur chiqadi. Uz navbatida bu ham yutilib kuzxga kurinmas nur chiqadi qushning ichki bosimi temperaturasi kabi parametrga uzaro bo'liq ravishda quy. YOzidlishi mumkin.

$$R_1 - R_2 - q \rho U g \frac{q m g}{S} \\ \rho q (\rho_1 + \rho_2) '2 \quad (2)$$

Molekulyar knetik nazariyaga asosan

$$P V q v R T \quad (3)$$

Bu holga nisbatan urtacha zichlikka bosim bilan bo'lab quyidagicha yozish mumkin.

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

(3) va (4) ifodadan foydalanib bosim farqini zish mumkin.

$$P_1 - P_2 = \frac{\mu g}{2 R T} (P_1 + P_2) * m H \quad (5)$$

Bu erda N biror qiymatga teng bulsa, bular orasidagi munosabat quyidagi ifodadan topiladi

$$m g H = \frac{m R T}{\mu} \quad (6)$$

(6) ifodadan n ni topish mumkin.

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

(7) ga asoslanib N ni balandlik shkalasi deyish mumkin. Bundan ko'rinib turnibdiki proporsional ravishda Quyoshni R² qismidagi zichligi ρ , g, T ortib boradi. N ga nisbatan bosimni sezilarli uzgarishi quyidagicha topiladi.

$$R_1 - R_2 q^{1/2} (R_1 + R_2) \quad (8)$$

yoki (8) ifodani quyidagicha yozish mumkin.

$$2R_1 - 2R_2 q^{1/2} (R_1 + R_2) \quad (9)$$

Natijada R₂ quyidagiga teng buladi.

$$R_2 q^{3/2} R_1 \quad (10)$$

(10) dan kurinib turnibdiki R bosimga nisbatan R₂ 3 marta oshadi.

$$T_q 10^4 \text{ S}$$

SHuningdek gq 274 cm/s² μq 1/2 qismida Nq600 km bosimligi kelib chiqadi Bosim va zichlikni ma'lum balandlikda belgilash uchun gidrodinamika muvozanat konunlaridan foydalanamiz Quyoshning ixtiyoriy tanlab olingan K nuqtasi uchun uning parametrlari bulgan ρ va R larni ifodalashga harakat kilamiz Quyoshning 1/2 qismidagi bosimni topishda uning μq 1/2 qismidagi bosimi topiladi.

$$R q \rho g^{1/2} R \quad (11)$$

Bu belgilashlarga asosan Quyoshning k nuqtasidagi g sini aniqlash mumkin .

$$g_k \frac{\frac{1}{8} \mu_0}{\frac{1}{2} R_0} = \frac{1}{2} \frac{\mu_{0\gamma}}{R_0} = \frac{1}{2} g_0 \quad (12)$$

Agar malum bulsa, u vaqtda shu vaqtda shu nuqtadagi bosimni topish mumkin.

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

1. (13)ifodadan Quyoshni bosimini quyidagicha harakterilash mumkin.

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

Gaz holat tenglamasini qullab,

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

Quyosh temperaturasini topish mumkin. Bu balandlikka mos keladigan temperatura

$$T_{nq} 3 \cdot 10^6 \text{ S}$$

Quyoshli ionlashgan vodorod deb karash mumkin. SHuning uchun μq_1^2 ga teng. Natijada Quyoshning temperaturasi quyidagicha topiladi.

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

Nazorat savollari:

1. Zamonaviy relyativistik kosmologiyadaning o'rganilish ob'ektlari nimadan iborat?
2. Materiyaning yangi formalari nimalardan iborat?
2. Qorong'i materiya va qorong'i energiyaga izox bering.

4- mavzu: Hozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi. Og'ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi. U'ta yangi yulduzlar.

REJA:

1. Hozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi.
2. Og'ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi.
3. O'ta yangi yulduzlar.

Tayanch iboralar: yulduzlar, og'ir elementlar, o'ta yangi yulduzlar

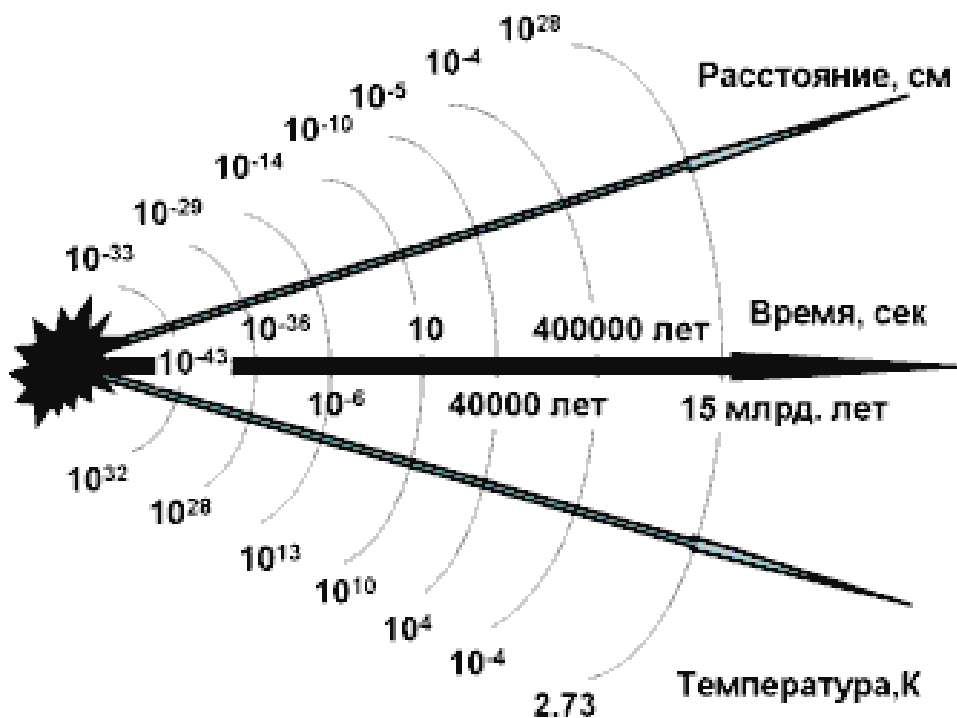
Buyuk fizik olimlar I. Nyuton va A. Eynshteynlar koinotni statik deb xisoblaganlar. I. Nyuton koinotning siqilishidan qo'rqib, undagi galaktikalar sonini cheksiz katta deb xisoblagan. A. Eynshteyn 1917 yilda esa o'zining umumiy nisbiylik nazariyasida katta massaga ega bo'lgan osmon jismlarining bir-biridan uzoqlashishini tavsiflash uchun sun'iy ravishda kosmologik xadni kiritgan. SHu yilning o'zida amerikalik olim V. Slayfer kosmik tumanliklarning uzoqlashishi haqidagi ilmiy ishini chop etgan, 1924 yilda esa rus olimi A. Fridman uzoqlashuvchi galaktikalar nazariyasi – kengayuvchi Koinot nazariyasini ishlab chiqdi.

1929 yilda amerikalik E. Xabbl galaktikalarning uzoqlashishini kuzatuv natijalari orqali isbotladi va Fridman gipotezasi uzoqlashayotgan galaktikalardan (razbegayuhie galaktiki) kelayotgan elektromagnit nurlarning qizil siljishi natijasida eksperimental tasdig'ini topdi. Galaktikalarning uzoqlashish tezligi ulargacha bo'lgan masofaga proporsional ekanligi aniqlandi. Ushbu eksperimental

natijalar yordamida Koinotning yoshi baxolandi – bu yosh taxminan 15 milliard yilga tengligi aniqlandi. Shunday qilib kosmologiyada yangi davr boshlandi.

Tabiiy savol o‘z-o‘zidan tug‘iladi: Koinot rivojlanishining boshida nima bo‘lgan?

XX asrning 40-yillarida buyuk olim G. Gamov olam yaralishining yangi nazariyasini taklif etdi. Unga ko‘ra bizning koinot Katta portlash natijasida vujudga kelgan (rasmga qarang).



2-rasm. Katta portlash diagrammasi – Kengayuvchi koinotning xarakteristikasi va paydo bo‘lishi xamda asosiy davrlari. 10^{-43} sekundgacha xamma o‘zaro ta’sirlarning Buyuk birlashishi davri xukmronlik surgan va 10^{-6} sekunda kvarklarning adronlarga birlashishi bilan tugagan. 10 sekunddan boshlab radiatsion era boshlangan, ya’ni nurlanish zichligi modda zichligidan katta bo‘lgan. 40000 yildan so‘nggina moddaning zichligi nurlanish zichligidan ustun bo‘la boshlagan. Buning natijasida atomlar paydo bo‘la boshlagan (4.000.000 yildan so‘ng). Moddaning dominant davri 15 milliard yil o‘tgach xam bizning vaqtimizgacha saqlanib kelmoqda.

Katta portlash bu dastlabki paytdagi Koinotning kichik xajmida mujassamlashgan ulkan zichlik, temperatura va bosimning kengayish jarayonida pasayib borishidir. Dastlabki paytda Koinot 10^5 g/cm³ zichlikka va 10^{10} K temperaturaga ega bo‘lgan. Taqqoslash uchun Quyoshning markazidagi temperatura ushbu xaroratdan 1000 marta kichikdir.

Inflyasiya erasi

Inflyasion era deb nomlangan qisqa muddat ichida (10^{-36} sek) kichkinagina koinotimiz fundamental zarrachalardangina iborat bo‘lgan. Ushbu fundamental

zarrachalar nuklidlar, protonlar va neytronlardan farqli ravishda bo‘linmasdir. Ushbu zarrachalar fermionlar bo‘lib, proton va neytronlarning tarkibiy qismini tashkil etadi va bir-biri bilan yagona o‘zaro ta’sir kuchlari orqali ta’sirlashgan (ushbu ta’sir kuchlari faqat koinotning dastlabki etapida mavjud bo‘lgan). Ushbu o‘zaro ta’sir bozonlar orqali amalga oshirilgan. Bunday bozonlarning to‘rt turi ma’lum – foton (gamma kvant), glyuon va ikkita W va Z bozonlar. Fundamental zarrachalarning o‘zlari esa 6 xil kvarklar va 6 xil leptonlardan iborat fermionlardir. Aynan shu 12 ta fundamental zarrachalar guruxi va 4 ta bozonlar dastlabki Koinotning “xamirturushi”ni tashkil etgan. Shu o‘rinda bulardan tashqari xar bir fundamental zarraning antizarrasi bor ekanligini xam qayd etish lozim¹. Anti zarracha zarrachadan qaysidir zaryadining ishorasi bilan farq qiladi. Eng sodda xolda bu zaryad elektr zaryadi bo‘lishi mumkin (rasmga qarang). Masalan, leptonlardan biri elektron manfiy va musbat zaryadga ega bo‘lishi mumkin. Musbat zaryadlangan lepton pozitron deb nomlanadi va u elektronning antizarrachasidir. Antizarrachalar foton va ayrim zarrachalardan tashqari (ular uchun anti zarrachalar xam o‘zlari hisoblanadilar) barcha zarrachalarda mavjud.

Koinot tuzilishi haqidagi zamonaviy tasavvurlar bilan tanishamiz. Bu bizga Quyosh sistemamiz, jumladan Erning Koinotdagi urni haqida tushuncha beradi.

Tunda qorong‘u osmonga qarab butun osmon buylab chuzilgan yorug‘ kamarga kuzimiz tushadi. Bu — Somon yulidir. Somon yuli buylab kuzatilsa, uning hamma qismining kengligi bir xil emasligiga kuzimiz tushadi. Oddiy dala durbin yoxud kichiqroq teleskopdan Somon yuligi karalgandayok u ‘ij-’ij yulduzlardan tashkil topgani kurinadi. Uning ayrim qismlarida yulduzlar aslo ko‘rinmaydi. Buning sababi, Somon yulining shu qismida joylashgan gaz-chang bulutlar bulib, ularda yulduzlarning nurlanishlari yutilib bizga ko‘rinmaydi. Osmonda kurinadigan barcha yulduzlar, Galaktikamizning tarkibini tashkil qiladi.

Bizni Quyosh ham (bir oddiy yulduz sifatida), shu ulkan yulduzlarning tudasining a’zosi bulgani uchun biz uni Bizning Galaktikamiz deb nomlaymiz. Galaktikamizga kiruvchi yulduzlarning asosiy qismi fazoda egallagan formasi qavariq linza kurinishiga uxshaydi. Linza kurinishidagi Galaktikamizning diametri salkam 100 ming yorug‘lik yiliga teng, qalinligi esa 7 ming yorug‘lik yiliga tengdir. Quyosh sistemasi, Galaktikamizning markazidan uning radiusining 2/3 qismiga teng masofada (33 ming yorug‘lik yili) joylashadi. Agar Galaktikamiz diskiga (ya’ni Somon yuli tekisligiga) tepadan turib, boshqacha aytganda, uning tekisligiga tik yunalish tomonda turib qaralsa, Galaktikamiz - markazdan spiral kurinishda tarqaluvchi, soat mayatnigi prujinasini eslatuvchi

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

englar kurinishini oladi. Quyosh sistemasi tomondan qaralganda, Galaktikamizning markaziy yadrosi +avs yulduz turkumiga proeksiyalanadi.

Xisob-kitoblar, Galaktikamizda, 150 mlrd ga yaqin yulduz borligini ma'lum qiladi. Maxsus kuzatishlar esa, yulduzlarning ulkan bu tudasi uning markazi atrofida aylanishini ma'lum qiladi. Barcha yulduzlar, jumladan Quyosh (uz "oila a'zolari"- planetalarni ergashtirib), Galaktikamiz yadrosi atrofida Somon yuli tekisligiga (Galaktikamizning ekvator tekisligi ham deyiladi) parallel ravishda aylanadi. Bunda yulduzlarning tezliklari, ularning Galaktikamiz yadrosiga yaqin yoki uzoq joylashganiga kura har xil buladi. Quyosh va uning yaqinida joylashgan yulduzlarning aylanish tezliklari sekundiga 250 km ni tashkil qilib, davri taxminan 200 mln yilga teng.

Yulduzlar Galaktikamizning asosiy qismini tashkil qiladi. Biroq bu degan suz, u faqat yulduzlardan tuzilgan degani emas, unda yulduzlardan tashqari yulduzlarning turli sistemalari (qushaloq yulduzlar, karrali yulduzlar, yulduz tudalari va gujlari), yulduzlararo gaz va chang muhit (bulutlar va tumanliklar), kosmik nurlar (vodorod va geliy atomlari va boshqalar) uchraydi. Galaktikada materiya: har ikkala kurinishda modda va maydon (elektromagnit va gravitatsion maydon kurinishida) ham uchraydi.

Asrimizning 20-yillarida Galaktikamizdan tashqarida, millionlab yorug'lik yili masofasida, bizning Galaktikamizga uxshash va milliardlab yulduzlardan tashkil topgan kuplab Galaktikalar mavjudligi aniqlangan.

Tashqi Galaktikalar uz ulchamlariga kura, turlicha kattaliklarda uchrab eng yiriklari milliardlab mittilari esa bir necha millionlab yulduzni uz ichiga oladi. Gigant galaktikalarning ulchamlari 50 ming parsekkacha (ya'ni diametri 150 ming yorug'lik yiligacha) borgan holda, eng kichiklari bir necha 100 parsekdan ortmaydi.

Galaktikalar tashqi kurinishlari bilan ham bir- birlaridan keskin farq qilib, ular asosan uchta guruhga bulingan: *elliptik*, *spiral* va *notu'ri* formadagi galaktikalar.

Ulkan galaktikalardan biri Andromeda yulduz turkumida proeksiyalanib kurinadi. Va shu yulduz turkumining nomi bilan Andromeda galaktikasi (ba'zan Andromeda tumanligi) deb yuritiladi. Andromeda tumanligi bizdan 2 million yorug'lik yiliga teng masofada yotadi. Havo tiniq bulgan to'lik rayonlarda tunda uni oddiy kuz bilan kursa ham buladi. U Andromeda yulduz turkumida yorug' tuman do' shaklida kurinadi.

Spiral galaktikalar koinotda keng tarqalgan bulib, bizga qushni boshqa shunday galaktika M-51 nomi bilan mashhur. Ungacha masofa 1, 8 million yorug'lik yilini tashkil qiladi. Notu'ri formadagi bizga qushni galaktikalar Katta va Kichiq Magellan bulutlari deb nom olgan.

Bir-biriga yaqin joylashgan galaktikalar uzaro dinamik bog'lanib, bu galaktikalarning massa markazi atrofida aylanadigan, bir sistemani tashkil etadi. Galaktikalarning bunday sistemasi -Mahalliy galaktik tuda deyiladi. Koinotda mahalliy galaktik tudalar topilgan. quvvatli teleskoplarning ishga tushishi bilan Koinotning kurinadigan chegarasi bizdan yanada katta masofaga uzoqlashdi. Bunday quvvatli teleskoplarda kuzatishlar, bizdan juda uzoq masofalarda galaktikalar tudalarining tudalari ham borligini ma'lum kildi. Ular fanda utagalaktikalar deb nom oldi. Utagalaktikalar, bugungi kunda, Koinotda kuzatiladigan eng yirik sistema hisoblanadi.

Umuman Hozirgi zamonda kuzga kurinadigan koinotning qismi (uning radiusi 10- 12 milliard yorug'lik yilini tashkil etadi) esa Metagalaktika deb yuritiladi. Metagalaktikada yuzlab utagalaktikalar kuzatilib, uning chegarasi ichidagi barcha galaktikalarning soni 10 milliardga yaqin deb taxmin qiladi bugun astronom - olimlar.

Koinotda yulduzlar faqat yakka holda uchramay, uzaro dinamik bo'langan holda qushaloq, uchtadan, turttadan va nixoyat juda kup sonli -yuzlab, minglab, tuda shaklida ham uchraydi. Unlab yulduzlardan bir necha minggacha yulduzlarni uz ichiga olib, uzaro dinamik bo'langan yulduzlarning sistemalari- yulduz tudalari yoki 'ujlari deb yuritiladi.

Tashqi kurinishiga kura yulduz tudalari ikki gruppaga - sochma va sharsimon tudalarga bulinadi. Sochma yulduz tudalari bir necha un yulduzdan bir necha minggacha yulduzlarni uz ichiga olgani holda, sharsimon tudalar un mingdan -yuz minggacha yulduzlarni uz ichiga oladi.

Galaktikamizda 800 ga yaqin sochma tudalar bulib. ularning diametri 1, 5 parsekdan 15 parsekkacha boradi. Sochma yulduz tudalarining yaxshi urganilgan tipik vakillari -Savr yulduz turkumidagi Xulkar deb nomlangan tuda bulib, Quyosh sistemasidan parsekli masofada joylashgan.

SHarsimon yulduz tudalari sochma yulduz tudalaridan ximik sostavi bilan farqlanadi. Xususan sochma yulduz tudalarining spektrida o'ir elementlarning miqdori 1-4 protsentni tashkil qilgani holda, sharsimon tudalarda atigi 0, 1-0, 01 protsentni tashkil qiladi. Bunday hol ma'lum galaktikada sharsimon va sochma yulduz tudalarining paydo bulishida turlicha sharoit mavjud bulganidan dalolat beradi. SHuningdek, bu sharsimon tudalar hali o'ir elementlarga boyib ulgurmagan sferik formadagi proto'alaktik gaz tumanligidan paydo bulgan degan ilmiy gepotezaning tugilishiga olib keldi.

Yulduzlararo muhit.YUlduzlararo muhit asosan ikki tashkil etuvchidan iborat buladi

- 1) Gaz zarrachalarida
- 2) Chang zarrachalaridan

iborat buladi. Bu parametrlar koinotni yoki yulduzlararo muhit belgilovchi asosiy kattalik. Faraz qilaylik biror i intensivlikka ega bulgan yoritkich yoki yulduz dq 1 sm² bulgan yuzadan utgan I intensivlikka teng bo'ladi Bu intensivlik I esa yulduzlararo muhitning zichligiga nisbatan qarshilikka qarab intensivlik quyidagicha uzgaradi.

$$IqI_010^{-3} \quad (1)$$

(1)dan ko'rinib turibdiki intensivlikning uzgarishi a ga bog'liq bo'lmay, l bilan teskari bo'langan I intensivlikni 2- qadar kamayishiga sabab buluvchi zichlik urtacha quyidagiga teng buladi.

$$\rho q 3,3 \cdot 10^{-22} \text{ g} \cdot \text{sm}^3$$

Bunday xorlda intensivlik 1000 marta kamayadi

Yulduzlararo muhitda qutblanish. Ma'lum yuzani kuzatish uchun teleskoplarning obekti oldiga poleroid analizator quyiladi. Bu analizator R uqi atrofidan aylanish vaqtida obektivdagi manba nurlanishi maksimumga erishadi Yoki minimumlariminimumga, maksimumlari maksimumga erishadi. Natijada intensivligi juda yuqori bulgan tasvir oqulyarga tushadi.

Yulduzlararo muhitda nurlanishni intensivligini farqlash uchun qutblanish darajasi degan kattalik kiritiladi va u quyidagicha buladi

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

Intensivlikni uzgarishi

$$I_{\max} - I_{\min} q 0^m, 1 \quad (3)$$

teng bulib, bu farq ba'zida uzgarib turadi. Masalan oqqush yulduz turkumini α sida

$$(I_{\max} - I_{\min}) oqkush \alpha q 0^m 22$$

Yolduzlararo muhitda qutblanish darajasi nurlanish bilan bevosita bo'liq buladi

Shuning uchun yulduz kattaldigshi balan ham bo'liq

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

Koinotda chang zarrachalarining bunday qutblanishi astrrfizik asosiy kattaliklaridan biri hisoblanadi. Eruptiv uzgaruvchi yulduzlar bulib, yorqinligi keskin uzgaruvchi (chaknovchi) yulduzlardir. Ularning chaqnashlari portlash hisobiga buladi. Portlash tufayli bunday yulduzlarning ravshanligi bir necha kun davomida unlab million marta ortadi ya'ni yulduz kattaligi 18-19 kattalikka ortadi. Yulduz uz ravshanligining maksimumiga erishganda, uzi joylashgan Galaktika

ravshanligidan unlab marta kup ravshanlikka ega buladi va absolyut yulduz kattaligi -11 dan to -18 kattalikkacha etadi. Uta yangi yulduzlar uz yorqinligining maksimumiga, portlash yuz bergandan keyin 2-3 xafta utgach erishadi va sungra bir necha oy davomida uning yorqinligi 25-30 marta kamayadi. Chaqnash davomida uta yangi yulduzlar umumiy nurlanish energiyasi 10^{10} erggacha etadi.

Ma'lum galaktikada taxminan 100 yil ichida utayangi yulduzlarning chaqnashi 1-2 martagina bulishi mumkin. Tarixda bizning Galaktikamizda ham bir necha uta yangi yulduzlarning chaqnashi kuzatilgan. Bular ichida Savr yulduz turkumida 1054 yilda Xitoy astronomlari tomonidan kuzatilgani eng quvvatlilaridan hisoblanadi. Bu yulduzni bir necha kun davomida portlashdan sung kunduzi ham kurishning iloji buldi. 1572 yili boshqa bir uta yangi yulduz Tixo Brage tomonidan Kassiopeya yulduz turkumida, 1604 yili esa, Kepler tomonidan Ilon Eltuvchi yulduz turkumida kuzatildi.

Garchi chaqnash mexanizmiga doir nazariya hali tula ishlab chiqilmagan bulsa-da, Hozircha yulduzlarning portlashi ular evolyusiyasining oxirgi stadiyasida vujudga keladigan muvozanatsizlikning oqibati deb qaraladi.

Yangi yulduzlar ravshanliklarining vaqt buyicha uzgarish harakteri va spektriga kura ikki tipga bulinadi. U ta yangi yulduzlarning I tipi II tipiga nisbatan 5-10 marta ravshan bulib, ravshanligining maksimumiga tez erishadi va bu davrda uning spektri tutash spektrga aylanadi. Sungra kup utmay uning spektrida keng nurlanish polosalari paydo buladi. Uta yangi yulduzlarning II tipiga tegishli yulduzlarning spektrida vodorod, geliy, azot va boshqa elementlarning yutilish va nurlanish chiziqlari paydo buladi.

Simbiotik yulduzlar. Planetar tumanlikning boshlan'ich harakati deb karash mumkin bulgan jismlar ham kuzatiladi. Bularga olinbiotik yulduz deb ataladi. U simbioz birgalarga yashash degani . Bunday yulduz spektrida bir vaqtning uzida temperaturani nurlanishning belgilari ham yuqori temperaturali nurlanishning belgilari ham kuzatiladi. Hozir bundan yulduzlarning soni 20 atrofida .Ularning hammasi Quyosh yulduzlari. Masalan Z -andromeda .

Uta yangi yulduzning chaqnashi yangi yulduzga nisbatan ulkan masshtabda sodir buladi. Biron bir masshtabda uta yangi yulduz paydo bulishi kuzatilsa uning yaraqlashi bu yulduzlar sitemasining yaraqlashi bilan bir xil tartibda buladi. 1885 yil Andromeda tumanoligi markazida chaqnagan uta yangi yulduzning yaraqlashi 6 minutga etdi. Tumanlikning yaraqlashi 4, 4 minutga etdi. Kuzatilganlarning ikkim holidi uta yangi yulduz yaraqlashi uzi paydo bulgan gaolaktikaning umumiy yaraqlashidan kattaligi kuzatilgan .Uta yagngi yulduzlar maksimumdagi absolyut kataligi 15 minutga teng, ya'ni yangi yulduz yaraqlashi maksimumidagi absolyut yulduz kattaligidan 7 minutga ravshan buladi. Ba'zan uta yangi yulduzlar uz maksimumida M q-20 minutga erishadi. Bu esa Quyosh

yorqinligidan 10 milliard marta ortiq. Bizning galaktikada sunggi ming yil ichida 3 ta uta yangi yulduz uchragan 1054 yiolda Savrda , (Xitoy yilnomalarida) 1572 yilda Kassiopiya Tixo kuzatgan .1604 yili Ilon eltuvchi yulduz turkumilda Kepler kuzatgan. Ba'zi galaktikalarda 10 yil davomida 3 ta yoki 4 tagina yulduz chaqnaydi.Uta yangi yulduzlar yaraqlashining uzgarish xususiyatiga qarab 2 turga bulinadi,

SNI SNII.

- 1 -tipdagi Y ta yangi yulduzlar yaraqlashi juda tez bir xafta atrofida maksimumga erishishi va undan keyin 20 30 kun davomida pasayishi va sutkasiga 0, 1 ga kamayadi.
- 2 tipdagi Y ta yangi yulduzlar M maksimumdagi urtacha qiymati -18,7 , 2 minimum uchun -16,3 buladi. 1- tipda Y ta yangi yuldluzning yaraqlashi amplitudasi 20.
- 3 Yaraqlash maksimumi yaqinida biroz ushlanadi , lekin maksimum dan 100 kundan keyin 1- tipning kamayishiga nisbatan ancha tez kamayadi. 1-tip Y ta yangi yulduzning spektri ancha qorong'i oraliqda bulgan yorug' yulkalardan iborat Bu qoron'u oraliklar spektrlagi binafsha tomonga siljiganligini anglanadi. Bu siljishning qiymati yaqinlashigsh tezligining 5000-20000 km's ga qiymatiga mos keladi. Yaraklash maksimumgacha va undan keyin ham biroz vaqt davomida temperaturasi 10 000 K dan yoki undan ham kuproq. Buladigan uta gigant spektrga uxshaydi. Maksimumdan biroz utngandan keyin nurlanish temperaturasi 5000-10000 K gacha pasayadi. Uning yoshi $q10^{10}$ yil 2- tipdagi uta yangi yulduzda temperatura uzgarishlari 1-t tipdagiga o'xshaydi. Faqat kengayish tezligi 15000 km's ga etadi. Yoshi $3 \cdot 10^5$ - 10^8 yil Portlash vaqtida fazoga 10 t atrofida massa chiqaradi. Chaqnash vaqtida uta yangi yulduz deyarli 10^{48} erg energiya sarflaydi. Yulduzlar rivojlanish nazariyasiga kura Y ta chngi yuldular chaqnagnadan keyingi koldigi neytron yulduzdir.
- 4 Yulduzli osmonga diqqat bilan qaragan kishi yulduzlar bir-birlari bilan ranglari bilan farqlanishini oson payqaydi. Ma'lumki temir kizdirilayotganda dastlab tuq qizil rangga keyin, harorati orta boshlagach, zar'aldoq, sariq va oxirida oq rangga kiradi. Shunga o'xshab yulduzlarning rangi ham ularning sirt temperaturalari haqida ma'lumot beradi. Xususan Quyoshimiz sariq rangdagi yulduz hisoblanadi, temperaturasi sirtida 6 000 K atrofida. Tuq qizil rangda kurinadigan yulduzlarning temperaturasi 2500- 3000 K, zargaldoq rangdagariniki 3500- 4000 K, oq rangdagi yulduzlarning temperaturasi esa 17-18 ming gradus atrofida buladi. Osmonda kurinadigan yulduzlar ichida eng "qayno'i" ko'k-havo rang tusda bo'lib, ularning temperaturalari 25000- 50000 K orasida bo'ladi.

- 5 Yulduzlarning markazga tomon temperaturalari o'rtab borib, markazlarida o'nlab million gradusni tashkil qiladi.
- 6 Astronomlar yulduzlarga tegishli muhim ma'lumotlarni ularning spektrlarini taxlil qilib kulga kiritadilar. Yulduzlarning spektri, xususan Quyoshning spektri ham chizikli yutilish spektri bulib, yorug' tutash spektrining fonida atomlar, ionlar va molekularga tegishli yutilish (fraungofer) chiziqlari buladi.
- 7 Yulduzlarning spektrlari bir-biridan, ularda tulqin uzunligi buyicha nurlanish energiyasining turlicha qiymat bilan taqsimlanishiga kura farqlanadi.
- 8 Shuningdek bu spektrlar, ulardagi chiziqlar aks yulduz atmosferasining ximiyaviy tarkibi va shu chiziqlarning intensivliklari bilan ham bir-biridan farq qiladi.
- 9 Temperaturalari bir-biriga yaqin yulduzlarning ximiyaviy tarkibi, bir-biridan keskin farq kilmaydi. Yulduzlar spektrida eng ko'p tarqalgan elementlar vodorod bilan geliydir.
- 10 Spektrlarining kurinishi va yulduz atmosferasining fizik holati, kup jixatdan, uning temperaturasiga bo'liq buladi.
- 11 Yulduzlarning spektrlari ettita asosiy spektral sinflarga guruhlangan. Ular lotin imlosida ifodalanib quyidagi tartibda joylashadi:

12 O - B - A - F - G - K - M.

- 13 Ma'lum sinflarga guruhlangan spektrlar, uz navbatida yana untadan sinfchalarga ajratilgan. Masalan A sinf yulduzlari A0, A1, A2, . . . A9 sinfchalarga bulingan. (Quyosh uz spektriga kura G2 sinfga kiradi).
- 14 Sinflar kema-ketligi, eng avvalo, yulduzlarning temperaturasi va ranglari ketma- ketligida uz aksini topadi. Nisbatan sovuq qizil yulduzlarning spektrida neytral atomlarning va hatto molekulyar birikmalarning chiziqlari kup uchragan holda, kaynoq havorang yulduzlarning spektrida ionlashgan atomlarning chiziqlari kup uchraydi.
- 15 **O** — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida - ionlashgan geliy, azot va kislordning intensiv yutilish chiziqlari, shuningdek, spektrning ultrabinafsha qismida ayrim ximik element - atomlarining kup marta ionlashgan chiziqlari ham uchraydi.
- 16 **V** — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrada neytral geliy chiziqlari juda intensiv bo'ladi.
- 17 **A** — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida vodorodning yutilish chiziqlari intensiv bulib, yulduz oq rangda buladi.
- 18 **F** — kiruvchi yulduzlarning spektrida vodorod chiziqlari kuchsizlanib, kalsiyning ionlashgan chiziqlari intensiv buladi.

- 19 **G** — sinfga kiruvchi yulduzlarning spektrida (jumladan Quyoshnikida) metallarga tegishli neytral va qisman ionlashgan atomlarning intensiv va keng tarqalgan buladi. Vodorodning chiziqlari ancha kuchsizlangan (intensivligi pasaygan) buladi.
- 20 **K** — sinfga kiruvchi yulduzlar spektrida metallarning yutilish chiziqlari bilan birga, molekulyar birikmalarning ham chiziqlari kuzatiladi.
- 21 **M**— sinfga kiruvchi yulduzlar spektrida esa, metallarning spektral polosalari (ayniqsa titan oqsidiga tegishli) intensiv tus oladi.
- 22 **YU**lduzlarning spektral sinflari va ularning temperaturalari orasida bo'lanish borligi kuzatishlardan ma'lum buldi. SHuningdek, yulduzlarning yorqinligi, ularning absolyut yulduz kattaliklari orkali ifodalanishi ham mumkin ekanligi aniq bulgach, olimlar bu ikki juft bo'lanishlar orasida ham bo'lanish bulishi kerak degan gumon bilan uni qidirishga kirishdilar. Va nixoyat, bir-birlaridan bexabar holda asrimizning boshida Niderlandiyalik astronom Gersshprung va amerikalik astronom Rassell yulduzlarning spektrlari va yorqinliklari orasida bo'lanish borligini kashf etdilar.
- 23 Bunday bog'lanish diagrammada ifodalangan. Diagrammaning gorizontaal uqlaridan yulduzlarning spektral sinflari va ularga mos temperaturalar, vertikal uqlarda esa, yulduzlarning yorqinliklari (Quyosh yorqinligi birligida) va ularga mos absolyut yulduz kattaliklari quyilgan. YUlduzlar spektral sinflari va yorqinliklarining qiymatlariga kura diagrammaga joylashtirilganda, barcha yulduzlar uz fizik parametrlariga kura, diagrammada ma'lum egriliklar buyicha joylashib, bunda aniq qonuniyat borligidan darak beradi. Mavjud egriliklardan biri asosiy yulduzlarni uz ichiga olib, u bosh ketma-ketlik deyiladi. Egriliklari keskin ajramaganlaridan biri gigantlar, ikkinchisi esa — utagigantlar deb nomlanadi. Diagramma quyida guruhlangan yana bir qism yulduzlar - oq mittilar deb nomlangan.
- 24 Bosh ketma-ketlikka kiruvchi yulduzlarning temperaturasi ortishi bilan yorqinliklari ham ortadi.
- 25 Gigantlar va uta gigantlar qizil rangdagi yulduzlar bulib, yuqori yorqinlikka ulkan yuzalari orkali erishganlar.

Nazorat savollari:

1. Xozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishini izoxlang.
2. Og'ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi.
3. O'ta yangi yulduzlar qanday paydo bo'ladi?

5-mavzu: Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi. Yadroviy geoxronologiya.

REJA:

1. Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi.
2. Yadroviy geoxronologiya.

Tayanch iboralar: Planeta, ekzoplanetalar, yadroviy geoxronologiya

Quyosh sistemasida 8 ta sayyora mavjuddir, bular Merkuriy, Venera, Mars, Yupiter, Saturn, Uran, va Neptundur. O'zlarining ko'rinma harakatlariga ko'ra bu sayyoralar ikki guruhga bo'linadi, pastki (Merkuriy, Venera) va yuqori (Erda tashqari, qolgan barcha sayyoralar).

Yulduzlar turkumi bo'yicha pastki va yuqori sayyoralar turlicha harakat qiladi. Merkuriy va Venera hamma vaqt Quyosh turgan turkumda yoki qo'shni turkumda bo'ladi. Bunda bu sayyoralar Quyoshga nisbatan sharq tomonga yoki g'arb tomonda bo'lishi mumkin. Merkuriy mos ravishda 18-28°ga Venera esa 45-48° bo'lishi mumkin. Sayyoralarning Quyoshga nisbatan sharq tomonga eng katta og'ishiga sharqiy elongasiya g'arb tomondagisiga g'arbiy elongasiya deyiladi. Sayyoralar sharqiy elongasiyada bo'lganda osmon sferasining g'arbida g'arbiy elongasiyada bo'lganda esa sharqida ko'rinadi. Sayyoralar osmonda goh bir tomonga gox qarama-qarshi tomonga karab sirtmoksimon harakat kiladi. Bunday harakatda ular Quyosh va Er o'rtasidan o'tishi mumkin sayyoraning bunday vaziyatiga pastki qo'shilish vaziyati deyiladi. Sayyoralar pastki qo'shilishda bo'lganida ko'rinmaydi. By holda sayyoralariing ekliptik uzunlamasi Quyosh ekliptik uzunlamasiga teng bo'ladi. Pastki qo'shilishdan biroz vaqtdan keyin sayyora yana ko'rinadi lekin bunda osmon sferasini sharqida ko'rinadi.

Sayyora harakatini sekinlashtirib, g'arbiy elongasiyasiga erishadi. Endi u sharqdan g'arbgga tomon harakat kiladi. Avval sekinroq keyin tezroq u Quyoshga etib, uning orqasiga o'tadi va ko'rinmaydigan bo'ladi. Sayyoraning bunday vaziyatiga yuqori qo'shilish vaziyati deyiladi va ma'lum vaqtdan keyin u kechki shafaq nurlarida osmon sferasi g'arbida ko'rinadi. Xuddi shunday pastki sayyoralar Quyosh atrofida xuddi soat mayatnikidek tebranadi. Yuqori sayyoralar boshqacha harakat kiladi. Bu sayyoralar kechki shafaqda, Quyosh botganda osmon sferasi g'arbida ko'ringandan keyin ular sharqga tomon harakat kiladilar (to'g'ri harakat). Ma'lum vaqtdan keyin sayyora to'xtab yana teskari tomonga harakat kila boshlaydi (teskari yunalishda). Yana u Quyoshga etib undan o'tadi va yana butun hodisa takrorlanadi.

YUqori sayyoralar o'zlarining teskari harakatida Quyoshga nisbatan qarama-qarshi turkumda bo'lishi mumkin, ularning ekliptik uzunlamalari 180°ga farq

qiladi. Sayyoralarning bu vaziyatiga Quyoshga nisbatan qarama-qarshi turish vaziyati deyiladi.

Sayyora bilan Quyosh bitta turkumda bo'lish holatiga Quyosh bilan qo'shilishi deyiladi. Sayyoraning Quyoshga nisbatan sharq tomonda 90° ga bo'lgandagi holatiga sharqiy kvadratura, 90° -ga g'arb tomonda bo'lgandagi holatiga g'arbiy kvadratura deyiladi. Sayyoralarning Quyoshga nisbatan vaziyatlariga ularning konfiguratsiyalari deyiladi.

Ptolemeyning dunyo tuzilishi to'g'risidagi sistemasi

Osmon sferasining va boshqa kosmik jismlarning harakatini tushuntirish kuzatish Erdan olib borilganligi sababli ancha qiyinlashadi, shuning uchun astronomiyada dunyo tuzilishi to'g'risida ikkita tushuncha hosil bo'lgan. Birinchi tushunchaga asosan butun olamning markazida harakatsiz Ep turadi. Ikkinchi tushunchaga ko'ra Er o'z o'qi atrofida sutkali va dunyo markazida turuvchi Quyosh atrofida yillik harakat kiladi.

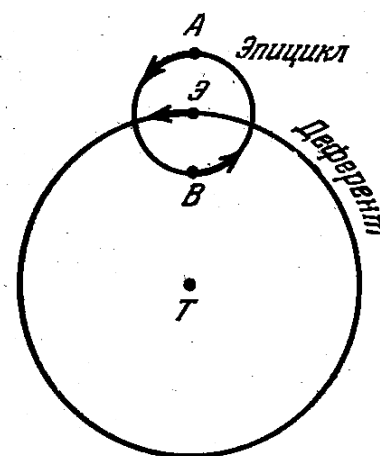
Birinchi qarash Religiya tarafdorlarining tushunchalariga to'g'ri kelganligi sababli matematik rivojlanishga ega bo'lgan.

Olamning tuzilishi haqidagi birinchi sistema Ptolomey asarlarida aks ettirilgan. Ptolomey sistemasining asosida 4 ta tushuncha yotadi:

1. Olam markazida Er turadi.
2. Er tinch turadi.
3. Barcha kosmik jismlar Er atrofida aylanadi.
4. Kosmik jismlar Er atrofida aylana buyicha tekis harakat kiladi.

Bu sistemaga geosentrik sistema deyiladi. Bu sistemada sayyoralarning harakati quyidagicha tasavvur etiladi. Sayyoralar aylanalar Episikllar buyicha tekis harakat qiladi. Episikllar markazi eca Er atrofida deferentlar bo'yicha harakat qiladi.

Quyosh va Oy episikllarsiz deferentlar bo'yicha Er atrofida aylanadi. Bunday sistema tushunchalariga ko'ra osmon sferasi undagi yoritgichlar bilan birgalikda, dunyo markazi er atrofida aylanadi. Sayyoralarning sirtmoqsimon harakati esa quyidagicha tushuntiriladi. Sayyora A nuqtada bo'lganda uning burchak tezligi sayyoraning episikl buyicha harakati va episikl markazining deferent bo'yicha harakati tezligi yig'indisiga teng bo'lib, bunda sayyora to'g'ri yunalishda katta tezlik bilan harakat qilayotgan bo'ladi. V nuqtada bo'lganda esa sayyora teskari yunalishida kichik tezlik bilan harakat kiladi. Bu sistema noto'g'ri bo'lishiga qaramay uzoq vaqt davomida



Rasm 1. Deferent va

Эпицикл

ishlatib kelindi. Bu sistema ba'zi tajriba natijalarini tushuntiradi. Lekin kuzatish natijalari oshgan sari ularni tushuntirish qiyinlashadi, bunda bu sistema murakkablashib ketadi va sistema noto'g'riligini tushuntirishda zamin yaratiladi.

Kopernikning dunyo tuzilishi haqidagi sistemasi

Kopernikning dunyo tuzilishi haqidagi kitobi 1543 yilda chiqqan bo'lib, bu asarda u geliocentrik sistemaga asos solgandir. Geliocentrik sistema asosida quyidagi tasavvurlar yotadi.

1. Olam markazida Quyosh turadi;
2. SHar shaklidagi er o'z o'qi atrofida aylanadi va bu harakatning aksi osmon sferasining harakatidir;
3. Er va boshqa sayyoralar Quyosh atrofida aylanadi. Bu harakat Quyoshning yulduz turkumlari buyicha ko'rinma harakatini tushuntradi
4. Barcha harakatlar aylana buyicha tekis harakatlar kombinasiyasidek tasavvur etiladi;
5. Sayyoralarning sirtmoqsimon harakati ularga emas balki erga bog'liqdir.

Bundan tashqari Kopernik Oy Er atrofida va Er bilan birgalikda Quyosh atrofida aylanadi deb hisoblar edi.

Merkuriy va Venera Quyosh atrofida aylanishida undan uzoqlashmaganligi ularning orbitalari Er orbitasi va Quyosh orasida ekanligini ko'rsatadi. Qolgan sayyoralar esa Erga qaraganda Quyoshdan uzoqroqda harakat qiladi. Kopernik birinchi marotaba fanda astronomiyada olamni to'g'ri tuzilishini ko'rsatdi. Bu sistema barcha tajriba natijalarini to'g'ri tushuntira oladi, shuning uchun to'g'ri sistemadir.

1.Merkuriy

Bu sayyora Quyosh sistemasidagi sakkizta sayyora ichida Quyoshga eng yaqini bo'lib, qadimda rimliklar uni sayoxatchilarning panoxi, savdo sotiq xudosi nomi bilan Merkuriy, arablar esa uni Utorud deb atashgan. Merkuriyning diametri 4880km bo'lib, uning sirtida tortishish kuchi Erniki dan 2.6 marta kam. Merkuriy o'z orbitasida sekundiga 48 km tezlik bilan xarakatlanib, Quyosh atrofini 88 kunda to'la aylanib chiqadi.Merkuriy sirtida kunduzi o'rtacha temperatura +345 gradusgacha ko'tarilgani xolda, kechasi -180 gradusgacha pasayadi.

2.Venera

Qadim rim mifologiyasidagi sevgi xudosi nomi bilan Venera deb yuritiladigan bu Sayyoraning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 108 million km dir. Venera sharqda Zuxra nomi bilan tanilgan bo'lib, orbitasi bo'ylab sekundiga 35 km tezlik bilan xarakatlanib, 225 kunda Quyosh atrofida bir marta to'liq aylanib chiqadi.Ma'lum bo'lishicha , sayyoraning aylanish o'qi uning orbita tekisligiga deyarli tik joylashib, unda Erniki dek yil fasllari kuzatilmaydi. Quyosh sistemasining o'z o'qi

atrofida sharqdan g'arbg'a aylanuvchi yagona sayyorasi xam Venera xisoblanadi. Sayyora sirtida kunduzi temperatura +470 gradusga teng bo'lib, Sayyoraning tabii yo'ldoshi topilmagan.

3.Er

Biz ustida yashayotgan osmon jismi Quyoshdan uzoqligi bo'yicha uchinchi o'rinda turadi, o'rtacha uzoqligi 149.6 million kilometrni tashkil etadi. Sayyoramizning ekvatorial radiusi 6378 km, ya'ni qutb radiusidan taxminan 21 km ortiq. Er Quyosh atrofida sekundiga 30 km tezlik bilan xarakatlanib, uni 365,24 kunda bir marta to'la aylanib chiqadi. Bir yilda to'rt fasl kuzatilishining sababi Er o'z orbita tekistligiga 66.5 daraja og'maligi tufaylidir. Er o'z o'qi atrofida yulduzlarga nisbatan 23 soatu 56 minutu 4 sekundda to'la aylanib chiqadi. Biroq Quyoshga nisbatan aylanish davri 24 soatni tashkil qiladi. Erning o'rtacha zichligi 5.5 g/sm^3 ga teng bo'lib, massasi taxminan $6 \cdot 10^{24}$ kg ni tashkil qiladi.

Er ulkan magnit bo'lib, uni kompas strelkasining sayyoramiz magnit maydoni kuch chiziqlariga parallel turishi uchun xarakatlanishidan bilishimiz mumkin. Qizig'i shundaki geomagnit qutblar Er qutblari bilan ustma-ust tushmaydi. Erning yagona tabii yo'ldoshi- Oy bor.

Oy Erga eng yaqin osmon jismi bo'lib, u sayyoramiz yo'ldoshidir. Oyning Er atrofidagi orbitasi barcha sayyoralarning Quyosh atrofida aylanish orbitasi kabi ellips shaklidir. SHu tufayli Oyning Erdan uzoqligi biroz o'zgarib turadi. U Erga eng yaqin kelganda (orbitaning perigeyida) 363400 km, eng uzoqlashganda (apogeyda) esa 405400km masofada bo'ladi. Oyning diametri 3476 km bo'lib, uning xajmi Er xajmining ellikdan bir qismini tashkil qiladi.

4.Mars (Mirrix)

Urush xudosi nomi bilan yuritiladigan Er tipidagi to'rtinchi sayyora Mirrixning orbitasi Ernikidan tashqarida yotadi. Uning Quyoshdan o'rtacha uzoqligi 228 million km. Mars Quyosh atrofida xar 780 kunda Erga yaqinlashib turadi. Bunday yaqinlashish qarama qarshi turish deyiladi. Mars orbitasi ellips shaklida bo'lganligidan qarama-qarshi turish paytida uning uzoqligi 55 dan 103 million km gacha o'zgarib turadi. Mars nisbatan kichik sayyora, uning diametri 6775 km, massasi esa $6.44 \cdot 10^{23}$ kg ni tashkil qiladi. O'rtacha zichligi xam Ernikidan ancha kam- 3.94 g/sm^3 . Erkin tushish tezlanishi 3.72 m/s^2 . Mars o'zining fizik tabiati jixatidan Quyosh sistemasidagi mayyoralar ichida Erga "qarindoshligi" bidan ajralib turadi. Mars sutkasi Ernikidan kam farq qilib, 24 soatu 37,5 minutga teng. Shuningdek, mayyoralarda yil fasllari bo'lishini ta'minlovchi aylanish o'qining orbita tekistligiga og'maligixam Ernikidan oz farq qiladi, ya'niy $-64^0,4$. Biroq qizil mayyorada yilning uzunligi biznikidan ancha ortiq bo'lib, 669 mars sutkasiga teng. Mars sirtining minimal teiperaturasi -125^0S . Marsning ikkita tabii

yoʻldoshi bor. Ulardan biri Fabos (Qoʻrqinch), ikkinchisi esa Deymos (Daxshat) deb ataladi. Xar ikkala yoʻldosh xam 1877-yilda avgust oyida amerikalik olim A.Xoll tomonidan topilgan. Qizigʻi shundaki, bu ikkala yoʻldosh xam shar shaklida boʻlmay, kart oshka shaklini eslatadi. Sayyoraning bu ikki “Oyi” Marsdan uzoq boʻlmagan mayda sayyoralar orbitasidan “adashib” chiqib, bir necha oʻnlab million yillar ilgari marsning domiga duch kelgan va u bilan “ipsiz bogʻlangan” osmon jismlaridir deb tushuntiriladi.

5.Yupiter(Mushtariy)

Quyosh sistemasining sayyorolari ichida eng yirik xisoblangan Yupiter tabiati va tuzilishiga koʻra jumboqlarga boyligi bilan astronomlar diqqatini oʻziga jalb etadi. Yupiterning oʻrtacha radiusi Er radiusidan qariyb 11 marta katta boʻlib, 69 ming 150 km ni tashkil qiladi. Bu ulkan sayyora 778 million km masofada Quyosh atrofida aylanadi. Sayyoraning Quyosh atrofida aylanish tezligi sekundiga 13 km boʻlib, 12 yilda bir marta aylanib chiqadi. Boshqacha aytganda Erdagi 60 yoshli odam Yupiter yili bilan endi 5 yoshga toʻlgan boʻladi. Yupiterning oʻz oʻqi atrofida aylanishi Er tipidagi mayyoralalar aylanishidan farq qilib, ekvator qismi tezroq-9 soatu 50,5 minutli, oʻrta kenglamasi esa sekinroq 9 soatu 56,5 minutli davr bilan aylanadi. Sayyoraning turli kenglamalarda turli burchak tezlik bilan aylanishiga sabab, u tuzilishiga koʻra qattiq boʻlmay, gaz-suyuq xolatidagi osmon jismi ekanligidadir. Buning ustiga uning koʻringan sirti atmosferasi “suzib yuruvchi” bulutlardan tashkil topgan. Yupiterning xajmi Er xajmidan 1314 marta ortiq. Garchi sayyoraning zichligi Er zichligidan 3.5 marta kam($1.3\text{g}/\text{sm}^3$) boʻlsada, kattaligi tufayli uning massasi Er massasidan 318 marta ortiq. Yupiter yoʻldoshlari bilan katta bir oilani tashkil qiladi, uning atrofida 50 dan ortiq yoʻldoshi aylanadi.. Bu “ Oy ” lardan toʻrtta eng yirigi 1610-yilda G.Galiley tomonidan topilgan boʻlib, ular Galiley yoʻldoshlari deyiladi.

6.Saturn(Zuxal)

Sayyora qadimgi Rimning vaqt va taqdir xudosi –Saturn nomi bilan atalgan. U arablarda Zuxal, YUnonlarda Kronos nomi bilan yuritilgan boʻlib, Quyosh sistemasining qurallanmagan koʻz bilan koʻrish mumkin boʻlgan oxirgi sayyorasidir. SHuning uchun xam qadimda uzoq yillar Zuxalning orbitasi Quyosh sistemasining chegarasi deb taʼkidlangan. Saturn kattaligi jixatidan faqat yupiterdan keyin turadi., uning diametri 120ming 800 km. Quyoshdan oʻrtacha uzoqligi 1 milliyard 427 million km narida yotadi. Massasi Ernikidan 95 marta ortiq, zichligi $0.7\text{ g}/\text{sm}^3$. Uning sirtida erkin tushish tezlanishi $11\text{ m}/\text{s}^2$. Orbitasi boʻylab xalqali saqyora sekundiga 9.6 km tezlik bilan uchib, 29 yilu 5 oy 16 kun deganda Quyosh atrofini bir marta aylanib chiqadi. Spektroskopik va radiometrik metodlar yordamida kuzatishlar mayyora sirtida teapertura $-180\text{ }^{\circ}\text{S}$ atrofida

ekanligini qayd qildi. Ayni paytda bu sayyora atrofida topilgan yo‘ldoshlar soni 30 dan ortiq.

7.Uran

Uran sayyorasi aslida musiqachi, keyinchalik mashxur astronom darajasiga ko‘tarilgan V.Gershel tomonidan 1781-yilda tasodifan topilganyu Ma‘lum bo‘lishicha, mayyora ochilgunga qadar qariyb yuz yilcha ilgaridan kuzatilib kelingan ekan. Viroq astronomlar unga xar doim xira bir yulduzcha sifatida qarab, ortiqcha e‘tibor bermaganlar. Sayyora orbitasini birinchi bo‘lib peterburglik akademik I.Leksel xisoblab chiqdi. Uranning diametri 51 ming 200 km, massasi Ernikidan 14.6 marta katta, o‘rtacha zichligi 1.27g/sm^3 . Uning orbita tezligi sekundiga 0.8 km ni tashkil qilib, Quyosh atrofini 84 yilda bir marta aylanib chiqadi. Sutkasining uzunligi 16 soatu 24 minutga teng. Mazkur sayyora atrofida topilgan yo‘ldoshlar soni 21 ta.

8.Neptun

!820 yilga qadan Quyosh oilasi asosan 7 ta sayyora xamda ularning yo‘ldoshlaridan tashkil topgan deb qaraladi. Neptun urandan birozgina kichik bo‘lib, uning dametri 50 ming km. Zichligi 1.6 g/sm^3 . Massasi Ernikidan 17.2 marta katta. Sayyoraning orbita tezligi sekundiga 5.5 km bo‘lib, Quyosh atrofida aylanish davri 164 yilu 280 kun. O‘z o‘qi atrofida Neptun 15.8 soatda bir marta aylanib chiqadi. Neptunning 8 ta tabiyi yo‘ldoshi bor.

Quyosh nurlanishini spektral tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, Quyosh xromosferasi asosan vodorod va geliydan ekanligini Quyosh moddasining zichligi esa taxminan 100 g/sm^3 ekanligi aniqlandi. Bu Quyoshdagi zarralar orasidagi masofa atom o‘lchamlaridan kichik ekanligini ko‘rsatadi.

Vodorod sikli uch reaksiya orqali o‘tadi.

1-jadval

Reaksiya	Sikldagi reaksiyalar soni	Ajralgan energiya Q,MeV	E_M^{\max} MeV neytrino energiyasi	Reaksiya o‘tish vaqti τ
${}^1_1\text{H}+{}^1_1\text{H}\rightarrow{}^2_1\text{H}+e^++\nu_e$	2	2	0,4	$1,4*10^{10}\text{y}$
${}^1_1\text{H}+{}^2_1\text{H}\rightarrow{}^3_2\text{He}+\gamma$	2	2	-	5,7s
${}^3_2\text{He}+{}^3_2\text{He}\rightarrow{}^4_2\text{He}+2{}^1_1\text{H}$	1	12,85	-	10 yil
Jami: $4{}^1_1\text{H}\rightarrow{}^4_2\text{He}+2e^++2\nu+2\gamma$	5	24,67	0,4	$1,4*10^{10}\text{y}$

Demak, Quyosh va yulduzlarda modda to‘la ionlashgan holatda bo‘ladi, bunda elektron va yadrolardan tashkil topgan gaz, ya’ni plazma katta gravitatsiya kuchi hisobiga ularning harorati bir necha million gradusga qizigan bo‘ladi.

Termoyadro sintezining asosiy natijasi to‘rtta protonning geliy yadrosiga aylanishidir. Bu ikki usul uglerod-azot va vodorod-vodorod sikllari bilan ro‘y beradilar.

Birinchi bosqichda proton-proton bilan qo‘shilib deytron hosil bo‘ladi, hosil bo‘lgan deytron bir vodorod yadrosi bilan tezda qo‘shilib geliy-3 izotopini hosil qiladi. Etarli darajada geliy-3 izotopini ikki geliy-3 qo‘shilishi natijasida ${}^4_2\text{He}$ va ikkita proton hosil bo‘lishi bilan sikl tugaydi.

Vodorod sikli nisbatan kichik haroratlarda bo‘lib o‘tadi. Shuning uchun u asosan yulduzlar hosil bo‘lishi va rivojlanishining dastlabki bosqichida energiya manbai rolini bajaradi. Yulduzlarda etarli miqdorda geliy hosil bo‘lgan yuqoriroq haroratlarda, yangi nuklonlarning qo‘shilishi natijasida, og‘irroq elementlar hosil bo‘la boshlaydi.

Masalan, $\sim 100 \cdot 10^6$ grad haroratda uch geliy yadrosi qo‘shilib uglerod -12 hosil qilishi mumkin. Bundan tashqari, uglerod-12-oraliq ${}^8_4\text{Be}$ ning hosil bo‘lishi bilan ham ro‘y berishi mumkin. Yulduzlarda uglerod mavjud bo‘lsa, $T > 15 \cdot 10^6$ graduslarda oltita reaksiyadan iborat uglerod azot sikli bo‘lishi mumkin.

2-jadval

Reaksiya	Q, MeV	E_M^{\max} MeV	τ
${}^1_1\text{H} + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{13}_7\text{N} + \gamma$	1,95	-	$1,3 \cdot 10^7$ yil
${}^{13}_7\text{N} \rightarrow {}^{13}_6\text{C} + e^+ + \nu$	2,22	1,2	7 min
${}^1_1\text{H} + {}^{13}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + \gamma$	7,54	-	$2,7 \cdot 10^6$ yil
${}^1_1\text{H} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{15}_8\text{O} + \gamma$	7,35	-	$3,2 \cdot 10^8$ yil
${}^{15}_8\text{O} \rightarrow {}^{15}_7\text{N} + e^+ + \nu$	2,71	1,7	82 s
${}^1_1\text{H} + {}^{15}_7\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$	4,96	-	$1,1 \cdot 10^5$ yil
Jami: $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2e^+ + 2\nu + 3\gamma$	26,73	2,9	$3,2 \cdot 10^8$ yil

Sikl natijasida 26,73 MeV energiya ajraladi. Siklning vaqti $\tau = 3,2 \cdot 10^8$ yil, bu siklda ham pirovard natijada to‘rt proton dan ${}^4_2\text{He}$ hosil bo‘ladi. Uglerod esa bu siklda katalizator rolini o‘ynaydi.

Quyosh va yulduzlarda termoyadro reaksiyalarida solishtirma energiya ajralish q, Yerdagi o‘lchamlar bo‘yicha juda kam. Quyosh uchun $q = 10^{-4}$ JG/kg*s ga teng, ya’ni modda almashinish natijasida tirik organizmdagi solishtirma, energiya ajralishdan 400 000 marta kichik. Ammo Quyoshning massasi juda katta bo‘lgani uchun u nurlatadigan to‘la quvvat ham juda kattadir, u $\sim 4 \cdot 10^{26}$ Vt ga

teng. Quyosh nurlanish tufayli har sekundda 4,3 mln tonnaga kamayadi, bu esa Quyosh massasining $2 \cdot 10^{-19}\%$ ni tashkil etadi.

Nazorat savollari:

1. Planeta tizimlarining shakllanishi.
2. Zamonaviy astronomik kuzatuvlar va ular asosidagi xulosalar.
2. YAdroviy geoxronologiyani izoxlang..

6-mavzu. Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi. Neytron yulduzlar. Kvazarlar. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi.

Astronomiyada gravitatsion to'liqlar.

REJA:

1. Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi.
2. Neytron yulduzlar. Kvazarlar.
3. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi.
4. Astronomiyada gravitatsion to'liqlar.

Tayanch iboralar: *Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps, kosmologiya, neytron yulduzlar, gravitatsion to'liqlar.*

Ko'pchilik yulduzlar Quyosh singari tabiatga ega. Chunki ularning spektri Quyoshnikiga o'xshash qora (yutilish, absorbsion) chiziqlar bilan kesilgan tutash (uzluksiz) spektrdan iborat. Past dispersiyali spektrga bir qarashdan hosil bo'lgan bu o'xshashlik yuqori dispersiyalilarda yo'qoladi.

Yulduzlar olami rang-barang, ular orasida aynan Quyoshga o'xshaganlari ham bor. Biroq ko'pchilik yulduzlar spektridaqlarini joylashishi va intensivligi bo'yicha Quyoshdan farq qiladilar. Ularning ayrimlari spektrida yuqori ionlanish potensialiga ega bo'lgan kimyoviy element ionlari (N^+ , S^{++} , O^{++}) chiziqlari ko'rinsa, boshqalarinikida faqat vodorod atomi chiziqlari, uchinchi xillaridikida esa faqat past ionlanish potensialiga ega atomlar va molekulalar chiziqlari va tasmalari kuzatiladi².

Yuqorida ko'rganimizdek tutash spektr yulduz (Quyosh)ning fotosfera qatlamining pastki qismlarida chiziqlar esa uning ustiga nisbatan past temperaturaga ega qismlarida hosil bo'lsa, yulduzlarning spektridagi rang baranglik ularning fotosferasidagi fizik sharoitni turlichaligi bilan bog'liq degan xulosaga kelamiz. Spektri Quyoshniki singari bo'lgan yulduzlar normal yoki

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

statsionar yulduzlar deb ataladi. Bunday yulduzlarni yorug‘ligi deyarli (~0.1 %) o‘zgarmaydi. Demak, ularning (T) temperaturasi va radiusi (R) deyarli o‘zgarmaydi, yulduzning ichki va tashqi qatlamlari termodinamik muvozanatda.

Ayrim yulduzlar spektrida keng emission (yorug‘) chiziqlar boshqalarinikida yutilish chiziq bilan birgalikda, uni yonida yoki ustida shu atomga tegishli emission chiziq ham kuzatiladi. Uchinchi turdagi yulduzlar yorug‘ligi bilan birgalikda spektrini o‘zgartirib turadi. Bunday yulduzlar nostatsionar yulduzlar deyiladi. Ularni o‘rganishga o‘tishdan oldin statsionar yulduzlarni fizik xususiyatlari bilan tanishib chiqamiz.

Qadimdan yulduzlar juda ko‘p va bir biriga (sayyoralarga) nisbatan harakatlanuvchi mitti yorug‘ sharga o‘xshab ko‘ringan. Koinot mukammal, bir butundir hamda Biz uning markazida yoki markaz yaqinida joylashganmiz. Lekin 1609 yili dastlabki Galileyning optik teleskoplar yordamida tungi osmonni kuzatuvlaridan keyin Koinot to‘g‘risidagi tasavvurlarimiz dramatik tarzda o‘zgardi. Endi biz o‘zimizni Koinot markazida deb tasavvur qila olmaymiz va u mislsiz kattadir.

Oysiz tunda ochiq osmonda biz minglab har xil yorqinlikdagi yulduzlarni, shuningdek, Somon Yo‘lining uzun yorug‘ bulutli tasmasini ham ko‘rishimiz mumkin. (1-rasm). Galiley ilk bor o‘zining teleskopida Somon yo‘lining son-sanoqsiz alohida yulduzlardan tashkil topganligini kuzatgan. Qariyb bir yarim asr keyinroq (taxminan 1750 yillarda) Tomas Vrayt xozirda biz Galaktika³ deb nomlaydigan Somon yo‘lini bir tekislikda juda katta masofalarga yoyilib ketgan yulduzlardan iborat yassi disk deb taxmin qildi.

1-rasm. Somon yo‘li galaktikasining bir qismi. (a) rasmdagi ingichka chiziqqorong‘i diagonal soha yorug‘likning galaktika changlari tomonidan yutilishi hisobiga hosil bo‘lgan. (b) rasm galaktika markazi tomonidan ko‘rinishi



(a)



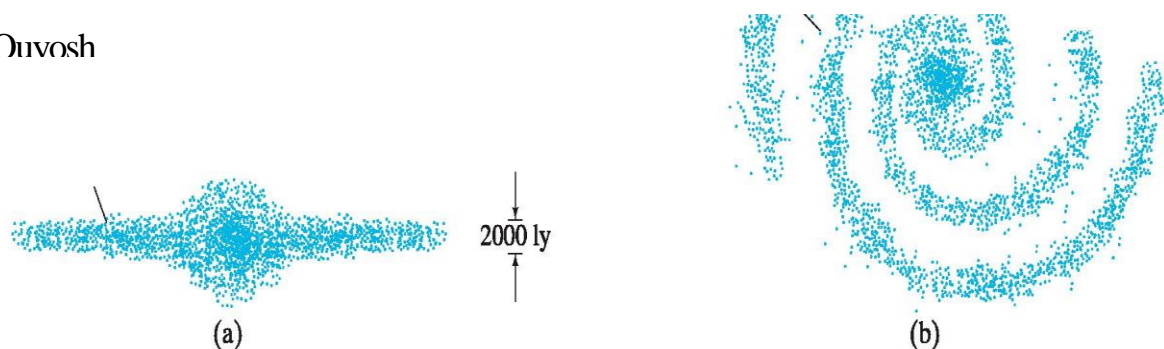
(b)

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

(Arizona (AQSH) yozida tasvirga olingan).

Bizning Galaktikamiz diametri deyarli 100 ming yoy. va disk qalinligi 2000 yoy.ga teng. U yana markaziy doʻnglik va spiral qoʻllariga ega (2-rasm). Quyoshimiz Galaktika markazidan to chekkasigacha boʻlgan masofaning oʻrtalarida joylashgan, bu taxminan markazdan 26000yoy ga teng. Bizning Galaktikamiz taxminan 400 milliard yuzduzlardan tashkil topgan. Quyosh Galaktika markazi atrofigda har 250 million yilda bir marta aylanib chiqadi va tezligi Galaktika markaziga nisbatan 200km/s. Jammasi odatiy materiyasining massasi esa taxminan 4.1041kg. Yana shunday qatʼiy dalil ham borki, Galaktika massiv koʻrinmas “Galo” “qorongʻi materiya” bilan oʻralgan.

Qurvosh



2-rasm. Bizning Galaktikamizning tashqi tomondan koʻrinishi: (a) disk tekisligida "yondan koʻrinishi"; (b) "ust koʻrinishi". (Tashqi tomondan koʻrinishi- agar buni iloji boʻlganida huddi shunday koʻringan boʻlar edi!) (c) Somon yoʻli galaktikasi ichkari tomonidan olingan infraqizil tasvir- Galaktika diski va markaziy doʻnglik koʻringan holda. Bu COBE sunʼiy yoʻldoshidan juda katta burchakda, osmonning deyarli 3600 burchakli qismidan olingan tasvir. Oq nuqtalar qoʻshni yulduzlardir.

Bundan tashqari, agar biz tungi ochiq osmonni teleskop yordamida kuzatsak, Somon Yoʻlining ichidagi va tashqarisidagi yulduzlar “nebula” (Lotin tilidan “bulut”) deb ataladigan yorugʻ bulutlarni koʻrishimiz mumkin. Oddiy koʻz bilan ochiq osmonni kuzatganimizda, ularning koʻpchiligi Andromeda va Orion

deb ataluvchi yulduzlar turkumiga kiruvchi tumanliklarni ko'rishimiz mumkin. Ba'zi yulduz turkumlari va guruhleri ko'p sonli yulduzlardan iborat bulutga o'xshab ko'rinadi (3-rasm). Boshqalari qizigan gaz yoki chang va bularni biz asosan nebula deb ataymiz.

3-rasm. Herkules yulduz turkumida joylashgan sharsimon yulduz klasteri



Eng ajoyib uchinchi toifaga mansub bo'lganlar: ular ko'pchiligi elliptik shakiga ega. Immanuel Kant (1755 y.) ularning hira bo'lib ko'rinishining sababini bizning Galaktikadan juda olisda joylashganligida deb tushintirgan. Dastlab, bu ob'ektlar Galaktikamizdan tashqaridagi (ekstragalaktik) ob'ektlar ekanligi ishonarli deb tan olinmadi, lekin XX asrga kelib juda katta diametrli teleskoplar barpo etildi va ular yordamida extragalaktik ob'ektlar kuzatila boshalandi, hattoki ko'pgina yulduzlarning boshqa, Galaktikamizdan olisdagi spiralsimon galaktikalardagi aniq joylashgan o'rinlari va boshqa xususiyatlari aniqlandi. Edvin Habb (1889-1953) 1920 yillarda Los Angeles va Kaliforniya yaqinidagi Vilson tog'ida joylashgan 2.5m li teleskop yordamida ko'pgina kuzatuvlar olib bordi. Habb ushbu ob'ektlar haqiqatan ham Galaktikamizdan tashqarida joylashganini ulargacha masofaning juda kattaligidan kelib chiqqan holda isbotlab berdi. Bizga eng yaqin galaktika bo'lgan Andromeda tumanligigacha masofa 2 million yoy.ga teng, bu esa Galaktikamiz o'lchamidan 20 barobar katta degani. Mantiqan olib qaraganda bu tumanlik bo'lib ko'rinishiga qaramasdan, u ham Galaktikamizga o'xshash galaktika bo'lsa ajab emas. Bugungi kunga kelib, koinotning kuzatish mumkin bo'lgan sohasida taxminan 10^{11} ta galaktikalar mavjud, bu degani galaktikalar soni taxminan bitta galaktikadagi yulduzlar soniga teng (4-,5-rasmlarga qarang).



4-rasm. Carina yulduz turkumida joylashgan gazsimon tumanlik. Bizdan taxminan 9000 yoy. uzoqlikda.



5-rasm. Galaktikalarning rasmlari, (a) Hidra yulduzlar turkumlaridagi spiral galaktikalar, (b) Ikkita galaktika: kattaroq va dramatikrog‘i mashhur Virpul galaktikasi, (c) (b)dagi galaktikaning infraqizil tashviri ("yasama" ranglarda berilgan), bu Erda spiral galaktikaning (b) rasmda ko‘rinmay qolgan yenglari ham ko‘rsatilgan; har hil ranglar har hil intensivliklarga to‘g‘ri keladi. Ko‘rinuvchi nurlar galarikalararo “changlar” da infraqizil nurlarga nisbatan ko‘proq yutiladi va sochiladi, shuning uchun infraqizil nurlar aniqroq tasvir beradi.

Odatiy yulduzlardan tashqari galaktalarda, yulduz klasterlarida, galaktikalar klasterlarida va superklasterlarda ko‘plab qiziqarli ob‘ektlar ham mavjud. Ular orasida qizil gigantlar, oq mittilar, neytron yulduzlar, nova va supernova deb ataluvchi yulduzlarning portlashi va hattoki yorug‘lik ham chiqib ketolmaydigan, gravitatsiyasi kuchli bo‘lgan qora o‘ralar bizga ma’lum. Bundan tashqari, Erga elektromagnit to‘lqinlar ham etib keladi, ammo ular nuqtaviy yorug‘lik manbalaridan chiqmaydi: ayniqsa muhim tomoni shundaki, mikroto‘lqinli nurlanish foni koinotning barcha yo‘nalishlarida bir hil.

Nihoyat, uzoq galaktikalar markazlarida o‘ta yorqin nuqtaviy yorug‘lik manbalar bo‘lgan faol galaktika yadrolari (FGYA) ham mavjud. FGyAlarning eng

ta'sirchan ko'rinishi yorqinligi katta bo'lgan qvazarlardir ("kvaziylulduz" yoki "yulduzga o'xshash ob'ektlar"). Ularning yorug'liklari galaktika markazlarida joylashgan gigant qora o'ralar orqali o'tib keladi.

Yulduzlarni nurlanishi uning atmosfera qatlamlaridan chiqadi va uni o'lchashga asoslanib topilgan temperatura ana shu atmosfera qatlamlarining temperaturasi bo'ladi. Yulduzlar temperaturasi o'lchashning bir necha usullari mavjud, ular yulduz spektrida energiyani taqsimlanishini va yulduz chiziqlar intensivligini yoki to'la energiyani o'lchashga asoslangan.

Qo'llanilayotgan usulga ko'ra hisoblab topilayotgan temperatura har xil nom bilan yuritiladi. Har xil usul bilan o'lchanayotgan yulduz temperaturasi biroz farq qiladi. Buning sababi ular yulduz nurlanishining har xil sohalarini ifodalaydi. Shu usullarga qisqacha to'xtalib o'taylik⁴.

a) to'la energiyani o'lchash yo'li bilan T-ni hisoblash. Bu usulni burchakiy diametri ma'lum bo'lgan yulduzlarga qo'llash mumkin va u yulduziy bolometrik kattalikni o'lchashni talab qiladi. Bunday usul bilan topilgan temperatura effektiv temperatura deb ataladi va u to'la energiyasi yulduznikidek bo'lgan absolyut qora jismni temperaturasi ko'rsatadi $L=4\pi r^2 \cdot E$ -yulduzning yorqinligi, E-yulduz nuri masalan, Erda osil qilayotgan yoritilganlik, r-yulduzning Erdan uzoqligi. $L=4\pi R^2 \cdot \sigma T_e^b$ - radiusi (R) yulduznikidek bo'lgan absolyut qora jismni yorqinligi, T_e -uning temperaturasi. Ularni tenglashtirib temperaturani topamiz $T_e=642.3 \sqrt[4]{\frac{E}{\sigma\theta^2}}$; $\theta=206265 \frac{2R}{r}$ yulduzning burchakiy sekundlarda ifodalangan diametri. SHunday munosabatni Quyosh uchun ham yozish mumkin. Quyoshning $T_e=5700^\circ$ va $m_b=-26^m.85$ ligini hisobga olsak, u iolda m_b - bolometrik yulduziy kattalikka ega yulduzning effektiv temperaturasi

$$\lg T_e=2.718-0.1m_b -0.5\lg\theta$$

formula yordamida hisoblanishi mumkin. Bu usulni θ si ma'lum bo'lgan 100 ga yaqin yulduzlarga qo'llash mumkin.

b) spektrida energiyani taqsimlanishini o'lchash yo'li bilan T-ni aniqlash. Bu usul ham yulduz spektrida energiyani taqsimlanishi absolyut qora jismniki singari bo'la degan farazga asoslanadi. Ma'lumki absolyut qora jism spektrida energiyani taqsimlanishi Plank formulasi yordamida ifodalanishi mumkin. Bu usul bir necha usulchalarga ajraladi.

1) Vin siljish qonuniga asosan hisoblash. Vin siljish qonuni yoritqich spektrida energiya maksimumining to'lqin uzunligi bilan temperatura (T_e)

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

orasidagi brjlanishni ifodalaydi va undan foydalanib $T_p = \frac{0.29}{\lambda_{\max}} K$ ni topamiz; bu

erda λ_{\max} - spektrda intensivlik $I_\lambda(T)$ maksimumi to'g'ri keladigan to'lqin uzunlik, sm larda. Bu usulni qizil yulduzlarga qo'llash mumkin. T_e –rang temperaturasi.

2) rang ko'rsatqichini o'lchash asosida T_e hisoblash. Agar yulduzning yorug'ligi uning spektrini ikki qismda (masalan V (vizual) va V (ko'k)) o'lchangan bo'lsa u holda temperatura

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

formula yordamida hisoblanishi mumkin. Bunday usul bilan o'lchangan T ham rang temperatura deyiladi.

3) Spektral chiziqlar intensivligini o'lchash yo'li bilan T-ni aniqlash. Birorta kimyoviy element atomlari yoki ionlarning ko'plab chiziqlari yulduz spektrida bo'lsa u holda atomlarni uyg'ongan holatlar bo'yicha taqsimlanishini topish mumkin. Bolsman yoki Saxa formulalari termodinamik muvozanatda uyg'ongan holatlar (sathlar) bo'yicha atomlarni taqsimlanishini ifodalaydi va bu taqsimlanish holatni uyg'onish potentsiali (χ) va muhitni temperaturasiga (T) bog'liq.

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

bu erda g-energetik satini statistik vazni, N_1 va N_n –birinchi va n–nchi satilarda atomlar soni. CHiziqlarni intensivligini o'lchab N topiladi va Bolsman formulasiga asoslanib T-xisoblanadi. Bunday usul bilan hisoblangan T-uyg'onish temperaturasi deyiladi. Agar kimyoviy elementni atomlari va ionlari chiziqlari yulduz spektrida bo'lsa u holda Bolsman va Saxa formulalari yordamida temperaturani va elektron konsentratsiyasini hisoblash mumkin. Bunday usul bilan topilgan T – ionizatsiya temperaturasi deyiladi.

Har xil usullar bilan hisoblab topilgan T lar bir biriga yaqin bu'ladi va yulduz atmosferasining temperaturasini ko'rsatadi. Yulduzlarning temperaturasi 1000 dan 50 000 K gacha oraliqqa to'g'ri keladi, ya'ni yulduzlarni eng past va yuqori T-lari 50 marta farq qiladi, xolos. Bunday usullar bilan o'lchangan temperatura yulduzning atmosfera qatlamlarining temperaturasiligini unutmazlik kerak. Temperatura yulduzning ichki qatlamlarida bundan yuqori bo'ladi.

Yorqinlik temperatura (T) ning to'rtinchi darajasiga bog'liqligini xisobga olsak, yuqorida topilgan yulduzlarning yuza temperaturalar farqi ularning yorqinliklarini $2.5 \cdot 10^5$ marta o'zgarishini ta'minlaydi. Demak L ni o'zgarish diapazoni (10^{12})ni qoplash uchun R ni o'zgarish diapazoni 10^5 martadan kam bo'lmasligi zarur.

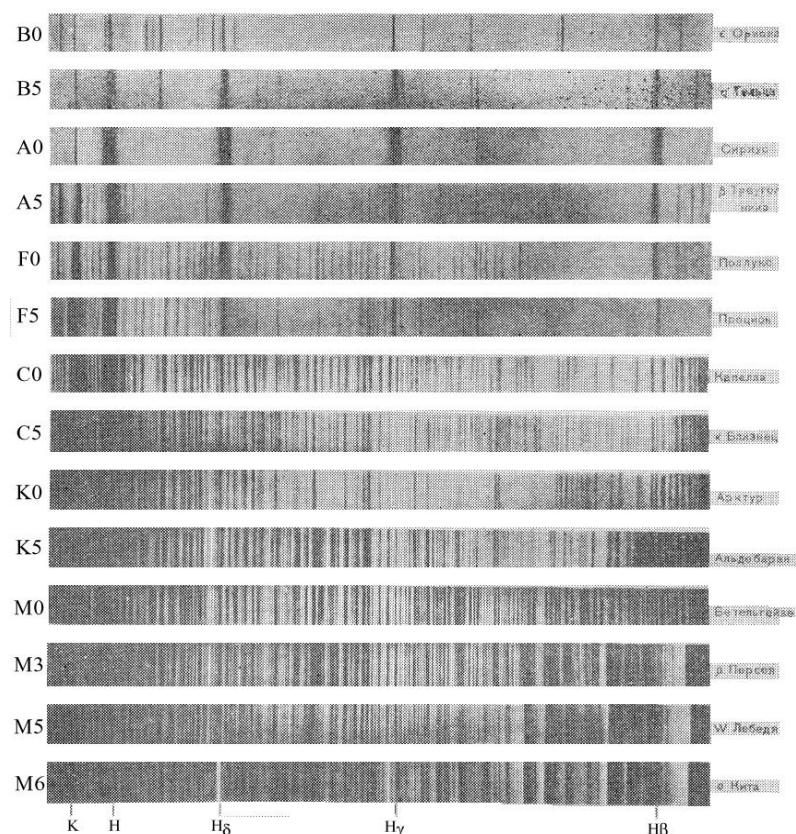
a) Spektral sinflashtirish.

Ko‘plab statsionar yulduzlar spektrini tahlil qilib, ulardagi chiziqlar to‘lqin uzunligi va intensivligi har xil ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Chiziqlarni intensivligiga ko‘ra yulduzlarni ma’lum ketma-ketlikda joylashtirish yoki spektral sinflarga ajratish mumkin. Bunday ish birinchi navbatda vodorod (N_{α} , N_{β} , N_{γ} , N_{δ}) va geliy ($\lambda\lambda$ 5875 Å, 6678 Å) va keyin metal ionlari (N va K Sa II) atomlari (D_1 , D_2 , Na), molekular chiziqlariga nisbatan AQSHning Garvard universitetida bajarilgan va u garvard spektral sinflashtirish deb ataladi. 1918-24 yillarda e’lon qilingan va Genri Dreper (ND) katalogi deb ataladigan 9 tomlik jadvalda 225330 yulduzni spektral sinfi belgilangan. Hozirgi kunga kelib jami 500 000 dan ortiq yulduzni spektral sinfi aniqlangan. Spektral sinflar lotin alifbosining bosh haflari bilan belgilanadi: O, B, A, F, G^c , K, M^s , (L, T). Bu harflar ketma-ketligini eslab qolish uchun garvard universiteti talabalar shunday hazil o‘ylab topishgan: Oh, Be A Fine Girl Kiss Me⁵.

O-sinfga mansub yulduzlar spektrida geliy ioni (Ne II) va yuqori darajada ionlangan azot (N III λ 4514 Å, N IV λ 3479 Å), uglerod (C III λ 4647 Å) kislorod (O III λ 3700 Å, O IV λ 3385 Å) chiziqlari ko‘rinadi.

V- sinfga mansub yulduzlar spektrid neytral geliy (Ne I λ 5875 Å) va past darajada ionlangan azot (N II λ 6578 Å, λ 4267 Å), uglerod (S II λ 6578 Å, λ 4267 Å), kislorod (O II λ 4649 Å, λ 4119 Å) va vodorod atomi chiziqlari (N_{α} λ 6563 Å, N_{β} λ 4861 Å, H_{γ} λ 4340 Å) kuzatiladi.

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



Rasm- 6. Xar spektral sinfga mansub yulduzlarning sinfi

A-sinf, vodorod atomi chiziqlari (N_{α} $\lambda 6563 \text{ \AA}$, N_{β} $\lambda 4861 \text{ \AA}$, N_{γ} $\lambda 4330 \text{ \AA}$) eng intensiv ko‘rinadi. Sumbulaning α -si spektrida vodorod atomi chiziqlari $N_{\alpha+}$, N_{β} , N_{γ} , N_{δ} va iakozo eng intensiv, gelyi chiziqlari yo‘qolgan.

F- intensiv vodorod Sirius (α CM) chiziqlari N_{α} , N_{β} . . . bilan birgalikda metall ionlari (Sa II $\lambda\lambda 3934 \text{ \AA}$, 3956 \AA) chiziqlari ko‘rinadi. Protsion (α CMi) misol bo‘laoladi.

G- asosiy chiziqlar metallar (Na, Mg, Fe, Ca)niki vodorod chiziqlari iam ko‘rinadi, biroq ancha xiralashgan. Quyosh G-sinfga mansub.

K- kalsiy ionlari (Sa II) chiziqlari va metallar chiziqlari (G tasma $\lambda 4305 \text{ \AA}$ da $\lambda 4315 \text{ \AA}$) yaqqol ko‘rinadi, molekular (T_1O) chiziqlari va tasmalari ko‘rina boshlaydi. Aldebaran (Savrning α -si, α Tau) misol bo‘la oladi.

M-molekulalar (T_1 , O_1 , S_2 , SN) tasmalar va chiziqlar orasida Ti O tasmalari ajralib turadi. Betelgeyze (Orionning α -si, α Ori) misol bo‘laoladi.

L- sinfga mansub yulduzlar spektrida ishqor metallar (Li, Na, K, Cs) chiziqlari kuzatiladi.

T- sinfga kiradigan yulduzlar spektrida metan (NH_4) va ishqor metallar chiziqlari ko‘rinadi.

Oxirgi ikkita sinf (L, T) yaqinda (2000 y.) kashf etildi. G dan boshlangan S-sinf spektrida uglerod (S_2 , SN) molekulari chiziqlari ayniqsa ajralib turgani

uchun bunday yulduzlar uglerodli deb ataladi. Shuningdek K-sinf yonida joylashgan S-sinf spektrida sirkoniy, ittiriy va lantan oksidlari chiziqlari ko‘rinadi⁶.

Yulduzlarning fizik ko‘rsatkichlarini yana ham aniqroq belgilash maqsadida spektral sinflar ketma-ketligi keltiriladi, asosiy sinflar orasi o‘nta oraliq sinfga ajratiladi: O5, O6, O7, O8, O9, V0, V1, V2, . . . , V8, V9, A0, A1, . . . A8, A9, J0, . . . va hakoza.

b) Garvard spektral sinflashtirishning fizik asoslari.

Spektral sinflardagi chiziqlar turli tumanligi yulduzlarning kimyoviy tarkibi har xil ekan degan hulosaga olib kelmasligi kerak. Chunki chiziqni hosil bo‘lishi muhitni temperaturasiga bog‘liq. Yulduz spektrida u yoki bu atom chiziqlarini ko‘rinishini zarur sharti yulduz atmosferasida shu element atomlarini mavjudligi bo‘lsa, etarli sharti atmosferada temperatura sharoiti atomlarni uyg‘ongan holatga o‘tkazish uchun etarli bo‘lishi kerak. Demak spektral ketma-ketlik asosida temperaturalar har xilligi yotadi. Atomlarni uyg‘ongan holatlar bo‘yicha taqsimlanishi Bolsman va Saxa formulalari bilan ifodalanadi. Har bir kimyoviy elementni ko‘pchilik atomlari ma‘lum temperaturada (T_u) uyg‘on holatlarga o‘tadi. Agar $T > T_u$ bo‘lsa atomlar ionlanadi va bu chiziqni hosil qilishda ishtirok etayotgan atomlar sonini kamayishiga olib keladi. Yoki $T < T_u$ bo‘lsa bu holda ham shu chiziqni hosil qilishda ishtirok etadigan atomlar soni kam bo‘ladi. Vodorodning ko‘pchilik atomlarini uyg‘ongan holatlarga ($\chi = 10$ ev) o‘tkazish uchun $T_u = 10^4$ K bo‘lishi kerak.

Bunday sharoit A sinfga mansub yulduzlarda mavjud. Agar temperatura $T > 10^4$ (V sinf) yoki $T < 10^4$ (F sinf) bo‘lsa vodorod chiziqlari N_α , N_β , N_γ , N_δ –lar intensivligi $T = 10^4$ (A-sinf) dagi qaragandan kam bo‘ladi, bunday farq temperatura ayirmasi $|T - T_u|$ ortgan sari kuchayib boraveradi va u ma‘lum darajaga $5\ 000^\circ$ etgach vodorod chiziqlari umuman ko‘rinmaydi. Geliy atomlarini uygonish potensial $\chi > 20$ ev, ya‘ni vodorodnikidan ikki marta katta, demak geliy atomi chiziqlari hosil bo‘lishi uchun $T \approx 20\ 000$ bo‘lishi kerak. Bunday sharoit V sinfga mansub yulduzlarda mavjud. A –sinf yulduzlarida temperatura geliy atomlarini uyg‘ongan holatlarga o‘tkazish uchun etarli emas. Shuning uchun ular da geliy chiziqlari kuchsiz. K, M-sinf yulduzlarida temperatura ancha past (4500-3500 K) va molekulalar hosil bo‘lishi uchun sharoit etarli.

Shunday qilib, har bir kimyoviy element atomlari chiziqlari ma‘lum temperaturadagi (sinf) yulduzlarda maksimal intensivlikka ega bo‘ladi. Bu sinfdan chap yoki o‘ng tomonda joylashgan sinflarda intensivlik kamaya boradi. Spektral sinflar chiziqlarni intensivligi bo‘yicha belgilanadi. Temperaturani

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

aniqlash uchun oraliq sinflar kiritilgan. A bilan V orasi o'nta oraliq sinfga bo'lingan.

Agar yulduzni spektri olingan bo'lsa, uni spektral sinfini va temperaturasi (T) ni aniqlash mumkin. Bunday yo'l bilan aniqlangan T tutash spektrda energiyani taqsimlanishi yoki rang ko'rsatqichi (V-V) bo'yicha aniqlangan temperaturaga mos kelishi isbotlangan. SHuning uchun spektral sinflar o'rnida T_e yoki V-V qo'llaniladi. Jadval 1 da bosh ketma-ketlik spektral sinf, T_e va V-V keltirilgan.

1-jadval

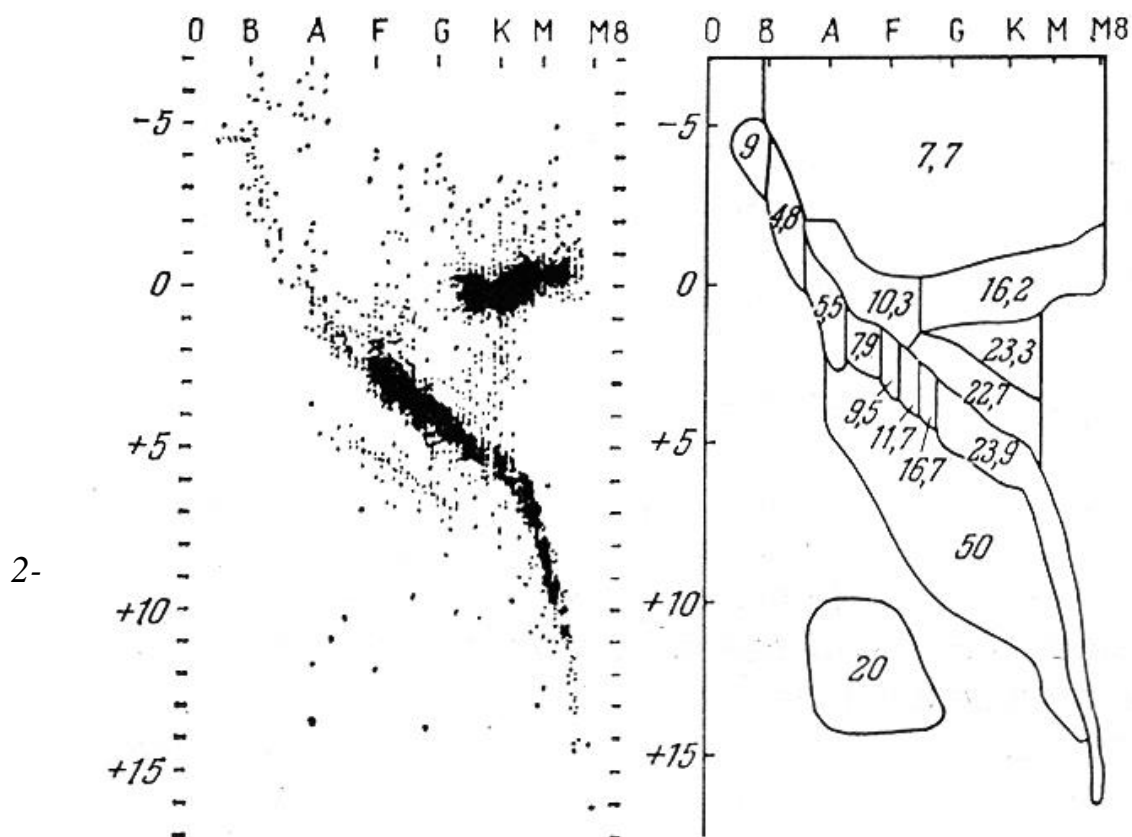
	O5	V0	A0	G'0	G0	K0	M0	L	T
T_e	40 000	28 000	9900	7400	6030	4900	3480	1700	1300
V- U	-0.33	-0.31	0.00	0.27	0.57	0.89	1.45	(3)	(5)

v) Gersshprung-Rassel diagrammasi

XX asr boshlarigacha bir necha yuz yulduzni uzoqligi (yillik parallaksi) o'lchanadi va absolyut kattaligi (M) hisoblab topiladi. SHu paytga kelib ularning spektral sinflari ham aniqlanadi. 1905 – 1913 yillarda daniyalik E. Gersshprung (1873-1967) va amerikalik G.N. Rassel (1877-1957) bir biriga bog'liq bo'lmagan holda yulduzlar diagrammasini tuzadilar. Ular ordinata o'qi bo'ylab yulduzlarni absolyut kattaliklari absissa o'qi bo'ylab esa spektral sinflarini qo'yadilar. Bunday diagrammada har bir yulduz bitta nuqta sifatida o'rin egallaydi. "Gersshprung-Rassel diagramma" si nomi bilan fanga kirgan, bu diagramma 2-rasmda tasvirlangan⁷.

Diagrammada yulduzlar ma'lum tartibda joylashadilar. Ko'pchilik (90 %) yulduzlar diagrammani yuqori chap tomonidan boshlanib o'ng past tomoniga cho'zilgan ingichka sohada joylashadilar. Bu yulduzlarni bosh ketma-ketligi deyiladi. Diagrammani o'rtasidan biroz chaproq va yuqoriroqda bir to'da yulduzlar o'rin egallaydilar. Ular gigant yulduzlar deb ataladi, chunki ular bosh ketma-ketlikdagi shunday spektral sinfdagi karlik (xira) yulduzlardan yuzlab marta yorqindirilar va bu ularning radiusi o'nlab marta kattaligi bilan bog'liq. Diagrammani yuqori qismidan yana ham katta (10^4 marta) yorqinlikka ega yulduzlar o'rin oladilar. Bunday yulduzlar o'ta gigant deb ataladi va ular kamchilikni tashkil etadi.

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



rasm-7. Gershprung-Rassel diagrammasi va ayrim yulduzlar guruhlarining fazoviy xarakteristikalarini

Diagrammani pastki chap yarim qismida qaynoq biroq shunday temperturadagi bosh ketma-ketlik yulduzlaridan yuzlab minglab marta kam yorqinlikka ega yulduzlar joylashadilar. Bu yulduzlar bosh ketma-ketlik yulduzlaridan o'nlab marta kichik bo'lganliklari uchun oq mittilar deb atalaganlar.

Karlik yulduzlar spektral sinfi oldiga kichik d (dwarf), subkarliklar- sd, gigantlar-g, o'ta gigantlar-sg yoki xarf qo'yib belgilanganlar. Masalan, sA yoki sgA-A sinfga mansub o'tagigant, gG-G sinfga kiruvchi gigant, sdM-M sinfga kiruvchi sub karlik, dG-G sinfga kiruvchi bosh ketma-ketlik yulduzi va wA-A sinfga kiruvchi oq mittilar. Bunday ajratishda spektral chiziqlarni kengligi va intensivligi asos qilib olingan. Bu belgilar oldin chiqqan jadvallar va kitoblarda uchraydi. Xozirgi zamonda ular qo'llanilmaydi. Ular o'rnida rim raqamlari I, II, III, IV, V, VI, VII bilan ifodalanadigan yorqinlik sinflari qo'llaniladi.

Quyosh o'z o'qi atrofida aylanadi va uning aylanish tezligi ekvatorida 2 km/s. Quyoshning umumiy magnit maydoni kuchlanganligi 0.5 gs ga teng va u o'zgaruvchan (22 yillik sikl)dir. Yulduzlar ham o'z atrofida aylanishi va uning tezligiga mos ravishda kuchlanganlikka ega o'zgaruvchan magnit maydon hosil qilib turishi kerak. Agar yulduz o'z atrofida aylanayotgan bo'lsa uning bir cheti bizga tomon harakat qilsa qarama-qarishi bizdan uzoqlashadigan harakat qiladi. Demak yulduzning butun gardishi bo'yicha yig'indi nurlanish spektrida chiziqlar

doppler effekti tufayli kengaygan bo'ladi. SHuning uchun bir xil sinfga mansub ikkita yulduz chiziqlari farqi ularni o'q atrofida aylanishi va magnit maydoni bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Haqiqatdan chiziqlar profilini o'rganish shuni ko'rsatdiki, O5-G'0 sinfga mansub bosh ketma-ketlik yulduzlari o'q atrofida aylanishi ekvatorida 300-400 km/s ga etishi mumkin. G'5-M sinfga mansub yulduzlarniki 10 km/s dan oshmaydi. o'tagigant va gigant O-F yulduzlar bosh ketma-ketlik yulduzlariga nisbatan sekin aylansalar, G-M yulduzlar tez (100 km/s gacha) aylanadilar⁸.

Hozirgi zamon usullari yulduzlar magnit maydoni kuchlanganligi $N > 200$ gs bo'lsa o'lchay oladilar. YUzdan yulduz magnit maydonga ega ekanligi aniqlagan.

Qisqa vaqt (1-2 kun) ichida yorug'ligini minglab yoki millionlab marta oshirib yuboradigan, ungacha hech qanday ko'rsatgichi bilan ko'zga tashlanmagan, chaqnash paytida esa atrofidagi yulduzlar orasida yaqqol ko'rinadigan yulduz yangi yoki o'tayangi yulduz deb ataladi. Ma'lum vaqt davomida (o'nlab yillar) yangi oldingi holatiga qaytadi, o'tayangi o'rnida esa neytron yulduz hosil bo'ladi. YAngi va o'tayangi hodisasi nafaqat yorug'likni o'zgarishi bilangina farq qilmay balki, ular yulduz faoliyatida butunlay boshqa-boshqa jarayonlardirlar. YUlduz bir necha marta yangi sifatida chaqnashi mumkin, biroq bir marta o'tayangi sifatida chaqnaydi. YAngi yulduzlar qatori chaqnovchi mitti yulduzlarga ulanib ketadi.

Biroq ularni hosil qiladigan yulduzlar zich qo'shaloq bo'lishi ta'kidlanmoqda.

a) **yangi yulduzlar.** O va V sinfga mansub havo rang karlik chaqnash sifatida ko'rinadigan bunday yulduzlarni ikki guruhga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga juda tez va tez yangilar kiradi, ularning so'nish fazasida yorug'ligini o'zgarish egrisi nisbatan tekis bo'lib (3-rasm) maksimumida absolyut vizual kattaligi $M_V = -8 \div -14^m$ oraliqda bo'ladi. YOrug'ligini o'zgarish amplitudagi $A = 11.9^m$ gacha etadi. Ikkinchi guruhga past darajada tez va juda sekin yangilar kiradi. Ularning yorug'lik egrisi silliq bo'lmay ichki tuzilishga ega va har xil yangilarniki bir-biriga o'xshamaydi. Bunday yangilarning absolyut vizual kattaligi $M_V = -6 \div -7^m$ oraliqda, yorug'ligini o'zgarish amplitudasi $A = 9.2^m$. YAngilar boshqa galaktikalarda ham kuzatiladi⁹. Masalan, Andromeda tumanlii (M 31)da 300 yaqin yangi qayd qilingan. Andromeda tumanligida va bizning Galaktikada (~200 ta) yangilar yulduz tizimning asosiy tekisligi yaqinida, tizim markazi tomon zichlashib boradigan holda kuzatiladilar. YAngining maksimumida absolyut vizual kattaligi

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.

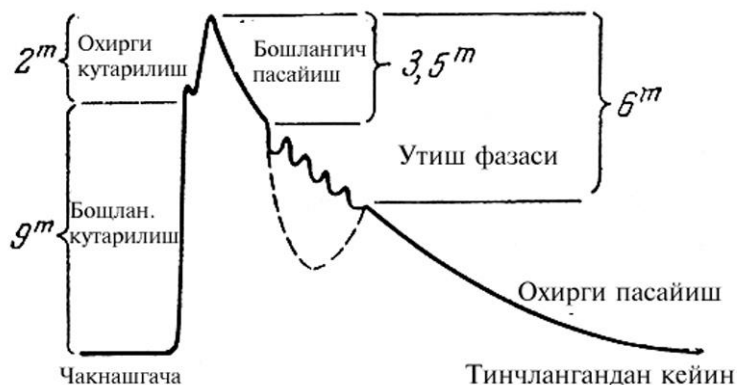
($M_{V,max}$) bilan uni uch birlikka kamayishi uchun ketgan vaqt (t_3) orasida quyidagi statistik bog‘lanish topilgan:

$$M_{V,max} = -11.75^m + 2.5 \lg t_3.$$

1975 y. Oqqushda kuzatilgan yangi uchun $t_3 = 4.1^d$ va $M_{V,max} = -10.2^m$. Ko‘pchilik observatoriyalar ishtirokida o‘tkaziladigan maxsus kuzatishlarda Andromeda tumanligida bir yilda 26 ta yangi qayd qilindi.

Yangilarni infraqizil (IQ) nurlarda kuzatishga ko‘ra ayrim yangilarning IQ yorug‘ optik maksimumdan keyin kamayish o‘rniga ortish ko‘rsatadi. Misol uchun 1976 y. da chaqnagan NQVal yangining IQ ($\lambda = 3.2 \text{ mkm}$) yorug‘ligi 80 kun ichida 3^m birlikka ortdi. Bu yangi atrofida hosil bo‘lgan ($T = 1000^\circ$) ulkan chang qobug‘ bilan bog‘liq.

Chaqnash paytida maksimumgacha yangining spektri o‘tagigantga xos xususiyatlari kuchaya boradigan normal yulduz spektridan iborat. Bu xususiyatlar spektral chiziqlarni juda ingichkalashib va keskinlasha borib namoyon bo‘ladi. Bu yutilish chiziqlari spektrni binafsha qismi tomon siljigan va bu siljish kuzatuvchi tomon yo‘nalgan birnecha yuz km/s tezlikdagi harakatga mos keladi.



8-rasm. Yangi yulduz yorug‘ligini o‘zgarish chizig‘i shakli.

Maksimumdan keyin spektrda keskin o‘zgarishlar ro‘y beradi: qisqa to‘liqlik tomoniga absorpsion (yutilish) chiziqlar yopishib turgan ko‘plab emission polosa (tasma)lar paydo bo‘ladi. Absorpsion chiziqlarga endi 1000 km/s dan ortiq harakat mos keladi. Maksimumdan keyin, yangi yorug‘ligi 5-6^m birlikkacha kamaygach tutash spektr juda xira, yulduzning spektri qaynoq gaz spektriga o‘xshash emission chiziqlardan iborat. Bu paytda yangi spektri Volf-Raye yulduzlarinikiga o‘xshaydi; chaqnashning oxirgi brsqichida emission chiziqlar yo‘qoladi va yangi yorug‘ligini pasayishiga mos keladigan tutash spektrga ega bo‘lib qoladi.

Maksimumdan keyin yangi spektrini Volf-Raye yulduzlar spektriga o‘xshashligi ularga qobug‘i tez (1500 km/s gacha) kengayayotgan yuduz statusini berishga imkon beradi. Maksimumdan keyin yangi spektrida N, SaII, Ni, Fe II, Ti

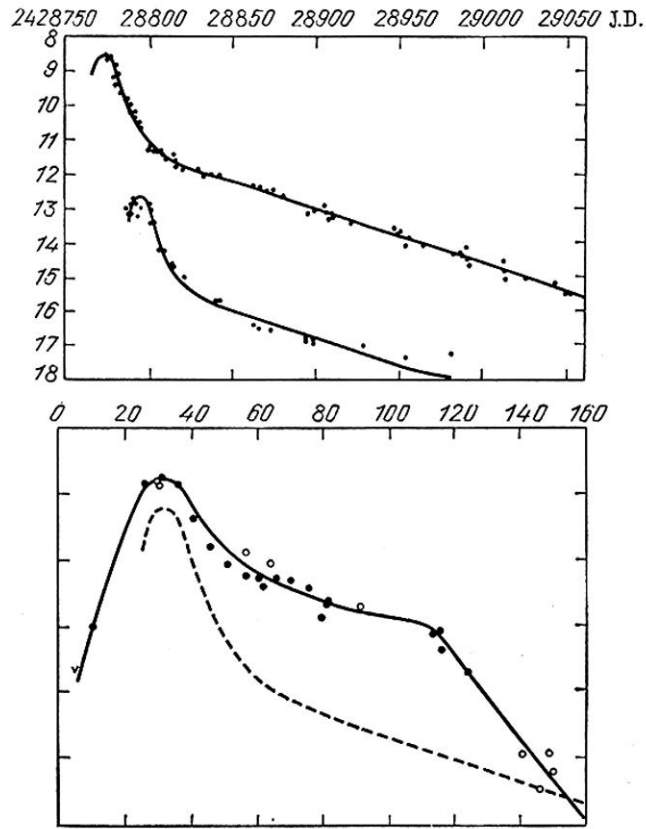
II, OI va Ci absorbsion chiziqlari kuzatiladi. Bu yangining bosh yutilish spektridir. Bulardan tashqari spektrda ta'qiqlangan chiziqlar [OI] $\lambda\lambda 5577, 6300, 6363$, [NII] $\lambda 5755$ shuningdek kuchaygan He I $\lambda 5876$ chiziq kurinadi. Bosh spektr-diffuz-chaqmoq spektrga aylanadi (chiziqlar keng, yoyiq $v_N 1500$ km/s). Yangini yorug'ligi 3.5^m birlikka pasaygach yangini yutilish spektri V sinfga mansub yulduzlarnikiga o'xshaydi. Bundan keyin yulduz o'tish fazasiga tushadi: bunda yoki yulduz yorug'ligi kichik tebranishlar ko'rsata boshlaydi yoki 5^m birlikka keskin pasayib ketadi. Bundan bir necha hafta keyin yulduz yorug'ligi oldingi umumiy pasayish darajasigacha ko'tariladi va yangini so'nishi davom etadi. Spektrda yutilish chiziqlari yo'qoladi, faqat keng emission chiziqlar qoladi. Yangi bu fazasi nebulyar (tumanlikka o'xshash) faza deb ataladi va u yangi chaqnashdan avvaligi darajaga tushguncha davom etadi.

Yangi yorug'ligi va spektrini o'zgarishini "yulduz shishadi va yoriladi" deb tushuntirish mumkin. Haqiqatdan chaqnash boshlanishida uning yorug'ligini ortishi va spektrini dyarli o'zgarishini uning radiusini kattalashishi yoki yulduzni etarli darajada qalin ($r \gg 1$) qobug' qatlamini kengayishi bilan tushuntirish mumkin. Yulduz diametri Quyoshnikidan bir necha yuz marta kattalashgach, qobug' yupqalashadi va bir necha bulutsimon bo'laklarga bo'linib ketadi. Bu bo'laklar yulduzdan barcha tomonga o'zoqlasha boshlaydilar. Yulduzdan ketma-ket bir necha qobug' qatlamlar uzilib chiqadi va kenyadi. Yulduz atrofida tumanlik hosil bo'ladi. Chaqnash natijasida yangi yulduzning 10^{-4} – $10^{-5} m_{\odot}$ massasi fazoga uloqtirib yuboriladi, yoki uning atrofida gaz tumanlik hosil bo'ladi.

Ayrim yangilar zich qo'shaloq ekanligi aniqlangan. Misol uchun Gerkules yulduz turkumida 1934 y. da chaqnagan yangi N Her 1934 to'silma qo'shaloq bo'lib yorug'ligini o'zgarish amplitudasi 2^m birlik davri $4^h 39^m$ –qisqa. Shunday ko'rsatshichga ega yangilar T-Aur ($B=4^h 54^m$), V603 Agl ($3^h 20^m$). Bu yangilarni massasi kam degan xulosaga olib keladi: $m=(0.87 \pm 0.33)m_{\odot}$

b) O'tayangi (SN) yulduzlar. o'tayangi (SN) chaqnashi natijasida ajralib chiqadigan energiya butun bir galaktika sochayotgan energiyaga yaqin bo'ladi. 1885 yilda Andromeda tumanligida kuzatilgan N5 6^m yulduziy kattalikka ega bo'lgan. Solishtirish uchun Andromeda tumanligi yig'ma yorug'ligi 4.4^m . Masimumda SN larni absolyut kattaligi o'rtacha $M_V=-15^m$, ya'ni yangilarnikidan 7^m birlikka yuqori. Ayrim o'ta yangilar maksimumda $M_V=-20^m$ ga etadi bu Quyoshnikidan 10 mlrd. marta ortiq demakdir. Bizning Galaktikada oxiri 1000 yil ichida uch marta (1054 y. da Savrda, 1572 y. da Kassiopeyada, 1604 y. da Iloneltuvchida) SN chaqnagan. 1670 yilda Kassiopeyada chaqnagan o'ta yangi

tasodifan qayd qilinmagan. Hozir bu yulduz atrofida gaz tumanlik kuzatiladi va kuchli radionurlanish (Cas A) sochiladi¹⁰.



9-rasm. SN I(a) va SN II(b) turdagi o‘ta yangilarni yorug‘ligini o‘zgarish chizig‘i.

Boshqa galaktikalarda ko‘plab SN kuzatilgan. o‘rtacha har bir galaktikada 200 yilda bitta SN chaqnaydi. 1957-61 yillarda o‘tkazilgan maxsus xalqaro patrul natijasida 42 o‘tayangi kashf etildi. Hozirgacha o‘ta yangilar soni 500 dan oshdi.

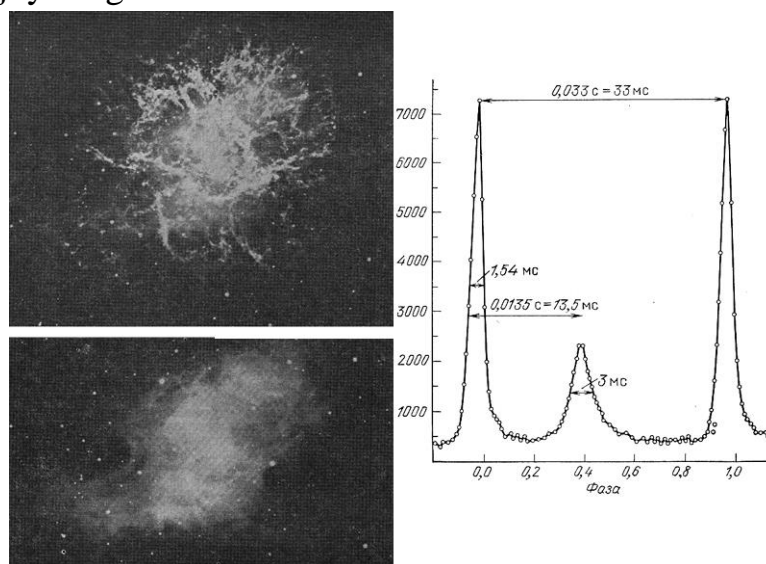
Yorug‘ligini o‘zgarish egrisiga ko‘ra SN larni ikki turga bo‘lish mumkin: SN I va SN II. SN I-maksimumi tez (bir hafta) o‘tadi va undan keyingi 25 kun ichida yorug‘ligi kuniga 0.1^m dan kamaya boradi. SHundan keyin yorug‘ligini pasayishi sekinlashadi (4 rasm) va shu tarzda to yulduz qayd qilib bo‘lmaydigan darajagacha xiralashguncha bir xil surat kuniga (0.014^m dan) bilan so‘nadi. SN ni yorug‘ligi eksponensial tarzda 55 kunda ikki marta kamaya boradi. Savr yulduz turkumida 1054 yilda chaqnagan yulduz maksimumida $m_v = -5^m$ kattalikka etgan va bir oy davomida kunduzi ko‘ringan, u kechasi 2 yil davomida teleskopsiz oddiy ko‘zga ko‘rinib turgan. SN I maksimumda $M_{Pg} = -19^m$, yorug‘ligini o‘zgarish amplitudasi $A = -20^m$.

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

SN II-ning yorqinligi pastroq: maksimumda $M_{pg}=-17^m$, (A-noma'lum) va shu darajada bir necha vaqt (20 kun) turadi. Undan 100 kun keyin har 20 kunda 1^m birlikka kamaya boradi (4 rasmda b). SN lar galaktika tekisligi chegaralari yaqinida kuzatiladi. SN I-ixtiyoriy shakldagi galaktikalarda, SN II-faqat spiral galaktikalarda kuzatiladi.

SN I spektri yangilarnikidan butunlay farq qiladi. Spektridagi keng emission tasmalar hech bir element atomi chiziqlarga mos kelmagandan bu tasmalar chiziq emas balki tutash spektr sohalaridir. Ularni ajratib turuvchi qora sohalar kengaygan va siljigan yutilish chiziqlari degan xulosaga kelindi (E.R. Mustel, YU.P. Pskovskiy, Rossiya). Bu qora tasmalarni tekshirish natijasida SN I paytida yulduzdan massasi $0.3 m_{\odot}$ bo'lgan qobug' ajraladi va $15\ 000\ km/s$ tezlik bilan kengaya boshlaydi. Tezliklar keng oraligni egallaydi. Qobug' bo'laklarga ajralib ketgan. SN II-spektri oddiy yangi yulduzlar spektriga o'xshash: qisqa to'liqinli tomoniga yutilish chizig'i yopishib turgan keng emission tasmalardan iborat. Vodorod chiziqlari intensiv. SN I-vodorodi yonib tugagan yulduzlardir. SN II-esa yosh yulduzlardir¹¹.

SN chaqnashi natijasida chaqnagan yulduz atrofida gaz tumanlik hosil bo'ladi. SN 1054 -o'rnida Qisqichbaqasimon tumanlik sifatida ko'rinadi. SN 1054 va SN 1572 (Kassiopeya) o'rnida hozirgi kunda kuchli radionurlanish manbalari (Tau A va Cas A) joylashgan.



10-rasm. Qisqichbaqasimon tumanlik va uning ichida kuzatiladigan pulsarning intensivligini o'zgarish chizig'i.

Qisqichbaqasimon tumanlik 16^m kattalikdagi ichida qo'shaloq yulduz joylashgan. Yulduzlarni bari quyi spektral sinfga mansub ikkinchisi esa juda qaynoq, kuchli ultrabinafsha rang ortiqlikka ega yulduz. Bu yulduz radio va rentgen diapozonlarda impulsar tariqasida nurlanish sochadi. Impulsar oralig'i –davri 0.033 sek. Bu

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

neytron yulduz bo‘lib o‘q atrofida tez aylanishi (sekundiga 33 marta) natijasida pulsar sifatida ko‘rinadi. NP 0532 raqam bilan ro‘yxatga olingan bu pulsarni davri sistematik ravishda ortib bormoqda (aylanish tezligi kamaymoqda): 2500 yilda 2.7 marta. Bunday sekinlashuv energiyani 10^{38} erg/s ga kamayishini ko‘rsatadi. (Rasm-5).

Yulduzlar evolyusiyasi

Yulduzlarning fizik xarakteristikalarini, ichki tuzilishini va kimyoviy tarkibini vaqt bo‘yicha o‘zgarishi yulduzni evolyusiyasi yoki rivojlanish jarayonida o‘zgarishi deb ataladi. Statsionar holatdagi yulduz bu gidrostatik (gravitatsion kuch ichki bosim kuchiga teng) va energetik (atrofga sochilayotgan nuriy energiya yulduz o‘zagida ajralayotgan energiyaga teng) muvozanatdagi gaz (plazma) shar. Yulduzni «tug‘ilishi» bu atrof fazoga sochilayotgan energiyasini o‘zining ichki energiya manbai hisobiga to‘ldirib turuvchi gidrostatik muvozanatdagi ob‘ektning hosil bo‘lishidir. Yulduzni «o‘lishi» bu tiklanmaydigan muvozanatni buzilishi yoki uni halokatli holatda siqilishidir¹².

Yulduz sirtidan energiya sochilishi uning ichki qatlamlarini sovishi, uni siqilishi natijasida ajralib chiqayotgan gravitatsion potensial energiya yoki yadro reaksiyalar hisobiga ro‘y berishi mumkin. Sovish va gavitatsion siqilish, masalan, Quyoshni 10 million yil hozirgi kundagidek nurlanish sochib turishi uchun etadi. Holbuki, Quyosh bilan birga hosil bo‘lgan Erning yoshi 4.5 milliard yilga teng, demak uning energiyasi siqilish energiyasi emas.

Yulduzning evolyusiyasi boshidan oxirigacha kuzatib bo‘lmaydigan juda uzoq davom etadigan jarayon. Shuning uchun, yulduz evolyusiyasini tekshirishda har xil massaga ega yulduzlarning ichki tuzilishi va kimyoviy tarkibini vaqt bo‘yicha o‘zgarishini namoyish etuvchi evolyusion modellarni tuzish usuli qo‘llaniladi. Bu evolyusion modellar kuzatish natijalari, masalan, har xil evolyusiya bosqichidagi ko‘plab yulduzlarning yorqinligi bilan temperaturasini bog‘lovchi Gershprung-Rassel diagrammasi bilan solishtiriladi va bu yulduzni evolyusion ketma-ketlikda o‘rnini aniqlashga yordam beradi. Bu usul yulduz to‘dalari (tarqoq va sharsimon) uchun qo‘llanilganda ayniqsa yaxshi natija beradi. Chunki to‘da a‘zolari bir vaqtda bir xil kimyoviy tarkibdagi tumanlikdan hosil bo‘lganlar.

Yulduzlarni evolyusion ketma-ketliklari ularning ichida massani, zichlikni, temperaturani va yorqinlikni ifodalovchi differensial tenglamalarni gazlarning holat tenglamasi, energiya ajralish qonunlari, ichki qatlamlarni notiniqligini hisoblash formulalari va bu qatlamlarning kimyoviy tarkibini vaqt bo‘yicha o‘zgarish tenglamalari bilan birgalikda echiladi.

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

a) yulduzlarni hosil bo'lishida gravitatsion siqilish bosqichi.

Eng keng tarqalgan qarashga ko'ra yulduzlar yulduzlararo muhitdagi moddani kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladi. Buning uchun yulduzlararo muhit ikki bosqichni o'tishi zarur: zich sovuq bulut va yuqoriroq temperpturadagi siyraklashgan muhit. Birinchi bosqich yulduzlararo muhitdagi magnit maydonda Reley-Taylor noturg'unligi tufayli ro'y bersa ikkinchisiga zich bulut moddasini kosmik va rentgen nurlar tomonidan ionlantirish natijasida ro'y bergan issiqlik noturg'unligi sabab bo'ladi. ²aqiqatdan massasi $M = (10^5 - 10^6) M_{\odot}$ (M_{\odot} - Quyosh massasi) teng, o'lchamlar 10 – 100 parsek, zarra konsentratsiyasi $n = 10^8 \text{ m}^{-3}$ bo'lgan chang+gaz komplekslar kuzatiladi. Bunday komplekslar siqilishi uchun ularda zarralarning gravitatsion bog'lanish energiyasi zarralarning issiqlik harakati, bulutning yaxlit holda aylanish energiyalar yig'indisidan kata bo'lishi kerak (Jins kriteriyasi). Agar faqat issiqlik energiyasi hisobga olinsa Jins kriteriyasiga ko'ra hosil bo'lgan bulutning massasi

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

bo'lishi kerak. Bu erda T - kelvinlarda hisoblangan temperptura, n – bir sm^3 da zarra konsentratsiyasi. Gaz+chang bulutlar uchun hozirgi zamonda aniqlangan T va n larda ularning massasi $M > 10^3 M_{\odot}$ bo'lishi kerak¹³.

Jins kriteriyasiga ko'ra massasi hozir ma'lum bo'lgan oraliqdagi (0.01 – 100 M_{\odot}) yulduz hosil bo'lishi uchun siqilayotgan bulutda $n = 10^3 - 10^6 \text{ sm}^{-3}$ bo'lishi kerak. Bu gaz+chang bulutlarda kuzatilayotgandan 10 – 100 - marta ko'p demakdir. Biroq bunday zarralar konsentratsiya bulut o'zagida bo'lishi mumkin. Demak massiv bulutda ketma-ket ro'y beradigan bo'laklarga ajralish natijasida yulduz hosil bo'lishi mumkin. Bu yulduzlar to'lda holda paydo bo'ladi, degan xulosa qilishga imkon beradi.

Keyinchalik kollaps natijasida yulduzga aylanadigan ob'ekt (bulut bo'lagi) protoyulduz deb ataladi. Bunda magnit maydonsiz va aylanmaydigan sferik simmetrik protoyulduz birnecha bosqichlarni bosib o'tadi. Dastavval birjinsli va izotermik bulut o'zining issiqlik nurlanishi uchun tiniq va kollaps energiya yo'qotish natijasida boshlanadi. Chang gaz zarralarini kinetik energiyasi hisobiga issiyboshlaydi va unda energiya issiqlik uzatuvchanlik natijasida tarqalaboshlaydi va protoyulduzni tashqi chegarasidan issiqlik nurlanishi sifatida fazoga sochiladi (energiya yo'qotish). Birjinsli bulutda bosim gradienti yo'q va siqilish erkin tushish sifatida boshlanadi. Siqilish boshlangandanoq bulutda tovush tezligida uning markazga tomon tarqaladigan siyraklashish to'liqini hosil bo'ladi. Chunki

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

kollaps zichlik yuqori joyda tez, natijada protoyulduz kuyuq o‘zakka va keng siyrak qobuqqa ajraladi. o‘zakda zarra konsentratsiyasi 10^{11} sm^{-3} ga etgach u o‘zining infraqizil nurlanishi uchun notiniqlashadi. o‘zakda ajralayotgan energiya uning sirtiga nuriy yo‘l bilan chiqaboshlaydi. Temperatura adiabatik ko‘tarilaboshlaydi va bu bosimni ko‘tarilishiga olib keladi va o‘zak gidrostatik muvozanatga o‘tadi. Qobuq moddasi o‘zakka tushishini davom etadi va o‘zak chetida zarb to‘lqini hosil bo‘ladi. Bu paytda o‘zak parametrlari protoyulduz massasiga kam bog‘liq va uning massasi, radiusi, zichligi, va temperaturasi quyidagicha

$$M_{o'} = 5 \cdot 10^{-3} M_{\odot}, r_{o'} = 100 R_{\odot}, \rho = 2 \cdot 10^{-10} \text{ g/sm}^3, T = 200 \text{ K.}$$

Qobug‘dan o‘zakka modda tushishi (akkretsiya) natijasida uning temperaturasi 2000 K ga etguncha adiabatik ko‘tariladi. Temperatura 2000 K ga etgach vodorod molekulalari parchalana boshlaydi va adiabata ko‘satqichi $4/3$ dan kamayadi. Bu holatda bosimning o‘zgarishi gravitatsiya kuchlarini engishga etmaydi. o‘zak yana siqiladi (kollaps) va uning parametrlari endi quyidagicha

$$M_{o'} = 5 \cdot 10^{-3} M_{\odot}, r_{o'} = 1 R_{\odot}, \rho = 2 \cdot 10^{-2} \text{ g/sm}^3, T = 2 \cdot 10^4 \text{ K.}$$

Qobug‘dan o‘zakka modda akkretsiyasi davom etadi, temperaturani ko‘tarilishi davom etadi. Endi o‘zakda vodorodni ionlanishi boshlanadi va yuqoridagi o‘zakni qayta tuzilishi ro‘y beradi.

O‘zakni qobug‘ hisobiga kattalashuvi qobug‘da modda tugaguncha davom etadi. Qobug‘ moddasining bir qismi yulduzning nuriy bosimi tasirida fazoga tarqalib ketadi, o‘zak va qobug‘dan iborat yulduzlar IQ nur manbai sifatida kuzatiladi. Qobug‘ optik yupqa bo‘lgach protoyulduz yulduz maqomiga ega ob‘ekt sifatida kuzatiladi. Ayrim massiv yulduzlarda qobug‘ o‘zakda yadro reaksiyalari boshlanguncha qoladi. Protoyulduz kollapsi $10^5 - 10^6$ yil davom etadi. o‘zak tomonidan yoritilayotgan qobug‘ qoldiqlari yulduz shamoli tasirida tezlatiladi. Bunday ob‘ektlar Xerbig - Aro obektlari deb ataladi. Kam massadagi yulduzlar ko‘rinaboshlaganda ular Savrning T – si singari xususiyatlarga ega bo‘ladi.

Gidrostatik muvozanatdagi kam massaga ega yulduzlar o‘zagidan energiya konveksiya yo‘li bilan chiqadi. Massasi Quyoshnikining uchdan biridan ko‘p yulduzlar o‘zagida nuriy muvozanat qaror topadi. Massasi uch Quyosh massasidan ko‘p yulduzlar o‘zagida nuriy muvozanat tezda shakillanadi.

b) yadro reaksiyalari asosida yulduz evolyusiyasi.

Dastlabki yadro reaksiyalar taxminan million K temperaturada deyteriy, litiy va bor ishi bilan boshlanadi. Bu elementlarni dastlabki miqdori shu darajada kam ularning yonishi amalda protoyulduz siqilishini to‘xtataolmaydi. Yulduz markazida temperatura $\cong 10^7$ K ga etganda va vodorodni yonishi boshlanganda uni gravitatsion siqilishi to‘xtaydi. Chunki faqat vodorodni yonish energiyasi yulduz fozoga sochayotgan energiyani to‘ldirib turish uchun etarli. o‘zagida vodorodni

yonishi boshlangan birjinsli yulduzlar G-D da dastlabki bosh ketma-ketlikni (BKK) tashkil qiladi. Massiv yulduzlar BKK ga kam massalilarga qaraganda tezroq tushadilar. BKK ga tushgandan boshlab yulduz evolyusiyasi yadrolarni yonishi asosida (yadroviy bosqichlar jadvalda keltirilgan) boradi.

2-jadval. YAdroviy yulduz evolyusiyasining asosiy bosqichlar

YAdroviy yoqilg'i	YOnish mahsuloti	YOnish temperaturasi, K	Energiya chiqarish, erg/g	Energiyani olib ketuvchi zarra	Dovomiyligi, yulduz yoshi foizlarida
H	He	$(1-3) \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^{18}$	fotonlar	$\cong 90\%$
He	C, O	$2 \cdot 10^8$	$7 \cdot 10^{17}$	fotonlar	≤ 10
C	Ne, Na,	$1 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^{17}$	neytrino	< 1
Ne	Mg	$1.3 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^{17}$	neytrino	< 1
O	O, Mg	$1.8 \cdot 10^9$	$5 \cdot 10^{17}$	neytrino	< 1
Si	Si ÷ Ca Sc ÷ Ni	$3.4 \cdot 10^9$	$3.4 \cdot 10^{17}$	neytrino	< 1
YAdroviy yoqilg'i	YOnish mahsuloti	YOnish temperaturasi, K	Energiya chiqarish, erg/g	Energiyani olib ketuvchi zarra	Dovomiyligi, yulduz yoshi foizlarida

Temperatura $\leq 18 \cdot 10^6$ bo'lganda proton-proton sikli, undan yuqori bo'lganda uglerod-azot sikli (CNO) asosiy energiya manbai bo'ladi. Eng massiv yulduzlarda massaning 50% konveksiyalanadi. Vodorodni to'la yonish vaqti massasi $M \cong 1 M_{\odot}$ bir Quyosh massasiga teng yulduzlarda 10^{10} yil, $M \cong 50 M_{\odot}$ - yulduzlarda $3 \cdot 10^6$ yil. Jadvaldan ko'rinib turipti, boshqa reaksiyalar hisobiga yulduzni yashash vaqti umumiy yashash vaqtini 10% dan oshmaydi. SHuning uchun G-D diagrammada ko'pchilik yulduzlar o'rni bosh ketma-ketlikdir (BKK). Vodorodni yonishi o'zak moddasini o'rtacha molekulyar massasi oshiradi, gidrostatik muvozanat uchun markazda bosim va temperatura ko'tariladi, yorqinlik oshadi, qobug' tiniqlashadi. Katta miqdordagi energiya yo'qotishni taminlash uchun o'zak siqilaboshlaydi, qabug' esa kengayaboshlaydi. G-D diagrammada yulduz BKK dan o'nga siljiydi. Massasi katta yulduzlar BKK ni birinchilar qatori tark etadi. $M \cong 15 M_{\odot}$ yulduzlarni BKK da bo'lish vaqti 10 mln yil, $M \cong 5 M_{\odot}$ larniki - 70 mln yil va $M \cong 1 M_{\odot}$ larniki 10 mliard yil.

v) **yulduz evolyusiyasining oxirgi bosqichi.** Massasi $M > 5 M_{\odot}$ bo'lgan yulduzlarning markaziy qisimlarida jadvalda ko'rsatilgan barcha reaksiyalar ro'y

berishi mumkin. Temir o'zakni hosil bo'lishi ayrim hollarda undan ham oldin gidrostatik muvozanat yo'qotilishi mumkin va gravitatsion kollaps ro'y beradi. Kollaps natijasida zichlik 10^{12} g/sm^3 ga etadi va modda neytrallashadi¹⁴. Agar $M < 2 M_{\odot}$ bo'lsa aynigan gaz va $\gamma = 5/3$ da bosim va tortishish tenglashadi. Aks holda kollaps cheksiz va yulduz qora o'raga aylanadi. Kollaps to'xtatilganda neytron yulduz sirtida zarb to'lqin ro'y beradi va u tashqi tomon tarqaladi va qobuqni uloqtirib yuboradi (o'tayangi yulduz).

Nazorat savollari:

1. Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi.
2. Neytron yulduzlar. Kvazarlar.
3. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi.
4. Astronomiyada gravitatsion to'lqinlar.

7-mavzu. Qora o'ralar va neytron yulduzlarning to'qnashuvi natijasida hosil bo'lgan gravitatsion to'lqinlarni qayd qilish va ularning manbalari.

Galaktika markazidagi o'ta massiv qora o'ralar.

Aylanuvchi qora o'ralar atrofida optik va energetik jarayonlar.

REJA:

- 1 Qora o'ralar va neytron yulduzlarning to'qnashuvi natijasida hosil bo'lgan gravitatsion to'lqinlarni qayd qilish va ularning manbalari.
2. Galaktika markazidagi o'ta massiv qora o'ralar
3. Aylanuvchi qora o'ralar atrofida optik va energetik jarayonlar.

Tayanch iboralar: *Qora o'ra, gravitatsion to'lqinlar, o'ta massiv qora o'ralar, energetik jarayonlar.*

Qora tuynuklar – bu fazo-vaqtning shunday soxasiki, kuchli gravitatsion maydon hisobiga u erni xatto yorug'lik tezligida xarakatlanuvchi zarralar, shuningdek yorug'lik kvantlari ham tark eta olmaydilar. Ushbu sohaning chegarasi xodisalar gorizonti deb ataladi, uning o'lchami esa gravitatsion radius deyiladi. Eng sodda holda – sferik-simmetrik qora tuynuklar uchun ushbu o'lcham SHvarsschild radiusiga teng. Nazariy jixatdan bunday ob'ektlarning mavjudligi Eynshteyn tenglamalarining ba'zi aniq echimlari tomonidan kelib chiqadi. Bunday echimlarning birinchisi Karl SHvarsschild tomonidan 1915 yili topilgan¹⁵.

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

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

Zamonaviy fan bizga soʻnunchi massiv yulduzlar bilan bogʻliq koʻpgina hayratomus hodisalarni tanishtiradi. Ularni million yillar davomida saqlab kelgan yonilgʻisining etarli boʻlmay qolishi bilan yulduz ortiq muvozanat holatini saqlab qola olmaydi va oʻz ogʻirligi taʼsirida markazi tomon siqiladi, yaʼni kollapsga uchraydi. Inson hayotiga oʻhshab yulduzlar ham oʻzining yashash sikliga ega. Ular chang bulutlarida tugʻiladi, oʻsadi va million yillar yorugʻlik sohib parlanadi va oʻladi. YUlduz oʻzining dastlabki bosqichlarida hosil boʻlgan vodoroddan, keyin bosqichlarda geliydan va nihoyat ogʻir elementlardan iborat ichki yonilgʻisi xisobiga yorugʻlik sochadi. Har bir yulduz oʻzining markazga tortuvchi gravitatsiyasi va unga qarama qarshi yoʻnalishlardagi ichki bosim kuchlari bilan muvozanatga ega. Bu muvozanat yonilgʻi temirga aylanadigan vaqtgacha saqlanadi. Gravitatsiya bosim kuchlaridan kattalashadi va yulduz siqila boshlaydi.

Oq mittilar, neytron yulduzlar va qora tuynuklar.

Maʼlumki, yulduz energiya zahirasi juda katta boʻlishiga qaramay bu energiya vaqt oʻtishi bilan bosqichma-bosqich yaroqsizlashib boradi. YUlduzlar xuddi insonlarga oʻhshab yashaydi, qariydi va oʻladi. Ularning yashash vaqti-paydo boʻlganidan to yadro yonilgʻi resurslari yulduz boʻlib nur sohib turishiga etarli boʻlmay qolishigacha boʻlgan vaqtdir. Bu vaqt har bir yulduzning massasiga bogʻliqdir. Xususan, eng yaqin yulduz- bu 5 milliard yillardan beri yadro sintezi jarayoni xisobiga hozirda oʻzining aktiv bosqichida boʻlgan Quyoshdir va uning yonilgʻi zahirasi yana 5 milliard yilga etadi¹⁶. Quyosh oʻz yonilgʻisini sarflab tugatayotgan bosqichda oʻzining gravitatsiyasi hisobidan Er sayyorasi oʻlchamidan katta boʻlmagan oʻlchamgacha siqiladi. Bunda u xosil boʻlgan elektron gaz bosimi bilan muvozanatlashgandan soʻng siqilishdan toʻhtab oq mittiga aylanadi. Massasi Quyosh massasidan 3-5 marta katta boʻlgan Yulduzlar oʻz umrini boshqacha-neytron yulduzlarga aylangan holda yakunlaydi, bunda gravitatsiya shunday kuchliki elektronlarni atom yadrosiga joylashtiradi. Endi ichki bosim kuchi elektron gaz bosimi emas balki neytronlar bosimi xisobiga gravitatsiya kuchlarini muvozanatlaydi va 10 km gacha siqilib boradi.

Yanada ogʻirroq va koʻproq vodorod yonilgʻi zahirasiga ega boʻlgan yulduzlar kuchli gravitatsiya kuchlari taʼsiri ostida tez yonadi va yashash vaqti ham qisqa boʻladi. Massasi jihatdan yirik boʻlgan yulduzlar tom maʼnoda bir necha million yil davomida “yonib turadi”, mayda yulduzlar esa yuzlab milliard yillar davomida “yashaydi”. Shunday ekan, bu maʼnoda bizning Quyosh “mustaxkam oʻrta” likka kiradi.

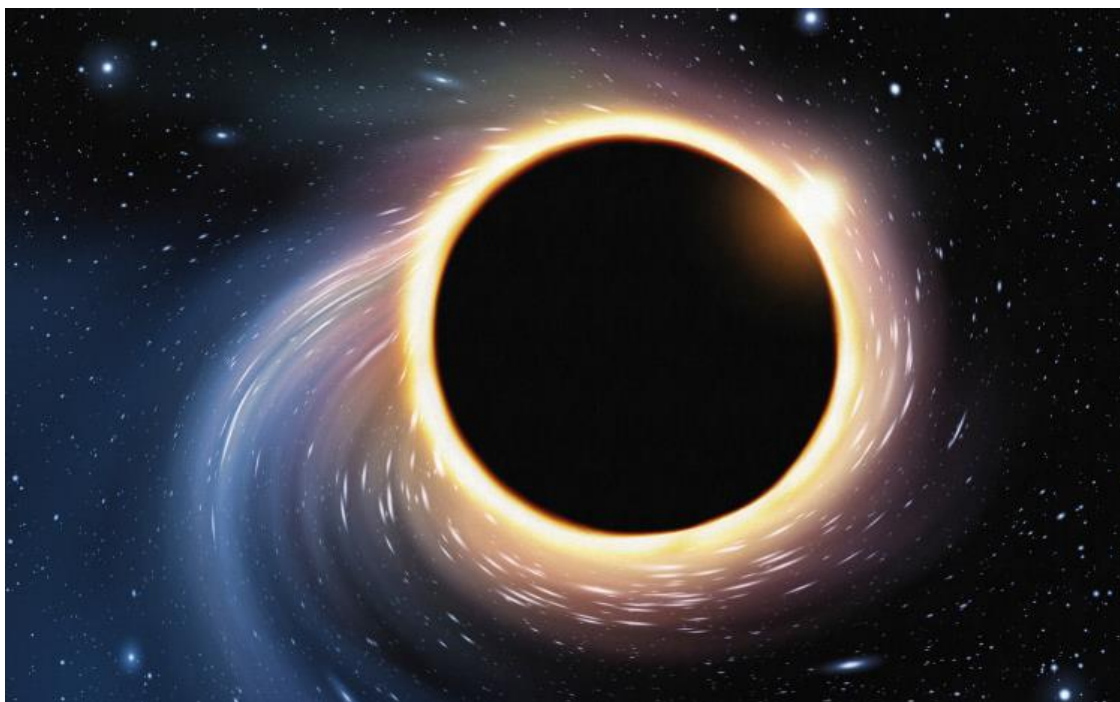
Nazariy jihatdan yulduzlar dastlabki massalariga bogʻliq holda uch hil koʻrinishda hayotini yakunlaydi: 1. Agar yulduz yadrosining dastlabki massasi

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

Chandrasekar chegarasi deb ataladigan (tahminan) 1.4 Quyosh massasidan kichik bo'lsa qisqa vaqt qizil gigant holatidan keyin oq mittiga aylanadi. Oq mitti holida bir kecha million yillar yashab sovuq qora mittiga, ya'ni haqiqiy kosmik o'lik jism- yulduzning murdasiga aylanadi. 2. Agar yulduzning dastlabki massasi Chandrasekar chegarasidan oshib Volkov chegarasi deb ataladigan tahminan 2-3 Quyosh massasidan katta bo'lsa, yadro yonilg'isining asosiy qismi kamayishidan keyin elektron gazning bosimi qarshilik qila olmagach gravitatsiya kuchlari ta'siri ostida tashqi qatlami yulduzning markaziga tushadi. Buning natijasida yulduz hajmi 100000 marta kamayadi, uning o'rtacha zichligi shuncha marta ortadi, radiusi esa atigi 10km atrofida bo'ladi. Deyarli shu bilan birgalikda yulduzning ustki qatlami portlash natijasida 10 000 km/s tartibidagi katta tezlik bilan har tomonga otilib ketadi. Bu hodisa markazida neytron yulduz hosil bo'lishi bilan yakunlanuvchi o'ta yangi yulduzning portlashidek kuzatiladi¹⁷. Bu Xitoy va YApon tarixida aytib o'tilgan 1054 yilda xozirda markazida neytron yulduz joylashgan Kraborid tumanligi o'rnida yorqin yulduz kabi yarqirab, ikki hafta davomida hattoki kunduzlari ham ko'rinib turgan. 3. Kollapsga uchrayotgan yulduzning massasi kandaydir kritik qiymatdan katta bo'lsa (3 Quyosh massasidan) gravitatsiya shunchalik katta bo'ladiki buni hech narsa to'htata olmaydi. Gravitatsiya kuchlari yulduzni tashkil qiluvchi moddalarni shunday siqib boradiki bunda yulduz o'lchami eng kichik o'lchamgacha kichrayadi.



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



1-rasm. Qora tuynuklarning rasmlari.

Bu uchala kompakt ob'ektlar oddiy yulduzlardan ikkita fundamental belgi bilan farqlanadi. Birinchidan, yadro yonilg'isini sarflab ular gravitatsion kollapsga termodinamik bosim hisobidan qarshilik ko'rsatadi. Oq mittilar gravitatsion kollapsiga elektron gaz bosimi bilan qarshilik qiladi, neytron yulduzlar- neytronlar bosimi bilan. Qora tuynuklar esa- o'zining gravitatsiya kuchlariga qarshilik qila olmasdan yanoga bir nuqtagacha siqilib borgan. Uchala kompakt ob'ektlar Koinotning yoshi tartibidagi davrda turg'un ob'ektlar hisoblanadi. Ularni yulduzlarning eng oxirgi bosqichidagi ob'ekt deb hisoblash mumkin. Ikkinchi farqi- oddiy o'zlarining massasi tartibidagi yulduzlarning o'lchamlariga nisbatan ancha kichikligidir¹⁸.

Bu uchala yulduzlarning oxirgi bosqichidagi ob'ektlardan eng birinchi bo'lib oq mittilar astronomik kuzatishlar natijasida topilgan. Oq mitti tajribada astronomlar bunday yulduz qanday qilib nur sochib turishini tushinidan oldin topilgan. 1914 yili amerikalik astronom Adams osmonimizdagi eng yorqin yulduz bo'lgan Siriusning yo'ldoshi Sirius V ning spektrini analiz qilayotib yuqori haroratga - Sirius yulduzining haroratiga yaqin haroratga ega va massasi Quyosh massasi tartibida bo'lsa ham radiusi Er radiusidan kichik degan hulosaga keladi¹⁹.

Neytron yulduzlari tarixi esa aksincha, 1934 yil Baade va Svikki neytron yulduzlar –yuqori zichlikka, kichik radiusga va boshqa oddiy yulduzlarga

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.

nisbatan kuchli gravitatsiyaga ega bo'lgan yulduzlar g'oyasini taklif qiladi. Neytron yulduzlar aslida astronomlar tomonidan kashf etilgunga qadar nazaraiyotchilar tomonidan bir asr oldin qalam uchida kashf qilingan. Ularning astronomik kuzatuvlarda topilishi bunchalik kechikishining sababi tez oradi to'liq tushinarli bo'ldi. Agar kosmik jismning radiusi 10km bo'lsa hattoki ungacha masofa eng yaqin yulduzgacha (Quyoshdan tashqari) masofaga (10 yorug'lik yili) teng bo'lsa ham uni eng qudratli teleskop yordamida ham kuzatish mumkin emas. Va hattoki neytron yulduzgacha masofa mumkin qadar kichik bo'lsa ham! Bundan kelib chiqadiki neytron yulduzlarni optik usullar bilan kuzatishlar muvofaqqiyatga uchraydi.

Va birdan kutilmagan narsa sodir bo'ldi: neytron yulduzlari topildi. Ular tamoman qidirilmagan joydan, izlamagan odamlar tomonidan topildi. 1968 yil fevralida mashhur Nature ilmiy jurnali sahifalarida taniqli ingliz astronomi Xyush va uning hamkasblari tomonidan pulsardarning kashf etilishiga bag'ishlangan maqola paydo bo'ladi. Astronomiyaning XX asrdagi eng buyuk kashfiyoti 1967 yil Kembrij Universiteti Mallard radioastronomik observatoriyasida Djosefin Bell tomonidan ochilgan tez aylanuvchi neytron yulduzlar-pulsarlarning kashf etilishi bo'lgan. Bu pulsarlar radio diapozonda urganilgan²⁰. Ularning ochilishi sharafiga Bell, Entoni Xyushlarga 1974 yil Nobel mukofoti berildi. Hozirgacha 2000 ga yaqin pulsarlar ma'lum, keyinchalik pulsarlar rentgen diapozonida va keyinroq faqat shu diapozonda ko'rinadigan gamma-pulsarlar ham aniqlandi.

Yulduzni shunday radiusgacha siqib boramizki, bunda undan fazoga yorug'lik tarqilmaydi. Bu radius Shvarsschild radiusi deyiladi. Quyosh uchun bu 3 km atrofida. Agar Quyosh ham 3 km va undan kichik o'lchamgacha siqilsa yorug'lik nurlari Quyosh tashqarisiga chiqa olmaydi. Qora tuynukga aylangan osmon jismlari Koinotda yo'qolib ketmaydi. U o'zi haqida tashqi olamga o'zining gravitatsiyasi hisobidangina ma'lumot beraldi. Qora tuynuk yaqinidan o'tgan yorug'likni yutadi (u Shvarsschild radiusidan kichik masofalargacha yaqinlashsa) va yonidan o'tayotgan nurlarni sezilarli masofalargacha og'diradi.

O'ta og'ir yulduzlar oq mitti ham neytron yulduz ham bo'la olmaydi, chunki ularning ichki bosimlari gravitatsiyani kompensatsiya qilishga etarli emas. Hattoki boshqacha ko'rinishdagi bosimlar kuchga kirgan taqdirda ham gravitatsion kollaps baribir qaytmas bo'lib qolaveradi. Gravitatsiya hal qiluvchi kuch bo'ladi, natijada yulduzning yakuniy holati (hodisalar gorizonti bilan o'ralgan singulyar nuqta) faqtgina Eynshteynning gravitatsiya nazariyasi yordamida yoritiladi. SHunday qilib, qora tuynuklar Koinotdagi jumboqli xususiyatga ega bo'lgan sirli ob'ektlardan biri. Ma'lumki, qora tuynuk fazo-vaqt sohasi deyiladi, gravitatsiya

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

maydoni shunchalik kuchliki, hattoki yorug'lik ham bu sohani tashlab chiqib keta olmaydi. Bu jism o'lchami uzining gravitatsion o'lchamidan kichik bo'lganda sodir bo'ladi. Gravitatsion radius Quyosh uchun 3km, Er uchun esa 9mm otrofida. A. Eynshtenning umumiy nisbiylik nazariyasi qora tuynuklarning ajabtovur xususiyati-qora tuynuk uchun muhim bo'lgan xodisalar gorizonti mavjudligini ko'rsatadi. Qora tuynuk xodisalar gorizonti ichkarisi tashqi ko'zatuvchiga ko'rinmaydi, xamma jarayonlar xodisalar gorizonti tashqarisida sodir bo'ladi. SHu sababdan, xodisalar gorizontiga erkin tushayotgan fazogir extimol tamoman boshqa Koinotni va hattoki o'z kelajagini ham ko'rishi mumkin. Bu shuni bildiradiki, qora tuynuk ichkarisida fazo va vaqt koordinatalari o'z o'rnini almashtiradi va biz qora tuynuk ichida (xodisalar gorizonti ichkarisida) fazo bo'yicha emas balki vaqt bo'yicha sayohat qilamiz.

Qora tuynuklarning bunday g'ayri oddiy xususiyati ko'pchilikka shunchvki fantastika bo'lib tuyiladi va ularning mavjudligiga shubha paydo bo'ladi. Ammo shuni ta'kidlash joizki, eng yangi kuzatuv ma'lumotlariga ko'ra qora tuynuklar haqiqatan ham mavjud. Masalan, XXI asr bo'sag'asida bizning galaktikamiz markazida o'ta og'ir, massasi 4 million Quyosh massasiga teng bo'lgan qora tuynuk mavjudligi topildi. Bu- qora tuynuklar va ularning xususiyatlari izlanishidagi yangi bosqich keldi va yaqin kelajakda ushbu sohada ilmiy tadqiqotlar sezilarli darajada rivojlanishga erishishimizga olib kelishi kerak degani²¹.

Shu o'rinda birinchi navbatda mashhur fizik, astrofizika va nazariy fizika sohasida ko'pgina yorqin ishlar muallifi, bir vaqtlar Isaak Nyuton va Pol Diraklar raxbarlik qilgan Kembridje Universiteti kafedraasi a'zosi Stiven Xokingni ta'kidlab o'tish joiz. Uning izlanishlarining asosiy ob'ekti bu qora tuynuklar fizikasidir. Uning asarlari orasida "Vaqtning qisqacha tarixi" kitobi eng sodda tilda fizikaning qiyin va dolzarb muammolarini hammaga tushinarli qilib yozilgan. Bu Xoking haqida hammasi emas. U juda og'ir kasal bo'lib uning xozirda faqatgina ikkita o'ng qo'l barmoqlari harakati saqlab qolingan va oxirgi 30 yil davomida gapirishdan ham mahrum bo'lgan. U atrofidagilari bilan nutq sinezatori va kompyuter yordamida gaplashadi. SHunga qaramasdan, u foal va dohiyona ilmiy izlanishlar olib bormoqda.

1974 yilda Stiven Xoking qora tuynuklar atrofida vakuumdanda zarralarning paydo bo'lishi ko'rib chiqadi. Uning hisoblashlari shuni ta'kidlaydiki aylanuvchi qora tuynuklar nurlanadi va bu qora tuynuk aylanishini sekinlashtiradi. Bu nurlanish spektri issiqlik nurlanishiga mos kelishi aytib o'tadi. Biroq natijalar yarim klassik usulda olingan, aslida gravitatsiya maydoni umumiy nisbiylik

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

nazariyasi tenglamalari bilan, qora tuynuk yaqinidagi vakuum kvanlangan maydon nazariyasi bilan yoritilishi kerak²². Ko‘pchilik olimlar Xoking ikkita nazariyani birlashtirib xatoga yo‘l quydi deb xisoblashadi. Uning qora tuynuklar uchun oldin qabul qilingan barcha qonunlarni buzadi. Keyinroq esa Xoking haq bo‘lib chiqadi va uning natijalari egrilangan vaqt-fazodasigi kvanlangan maydonlarning qonunlari ko‘rinishida rasman qobul qilindi. Shu sababdan gravitatsion, elektromagnit va boshqa turdagi nurlanishlarni kvanlangan maydonlar deb qaraladi. Boshqacha so‘z bilan aytganda to‘lqinlar qanchalik kvant mexanikasi tenglamalari bilan yoritilmasin, ular o‘zini bir vaqtning o‘zida ham to‘lqin ham zarradek tutadi.

Shuningdek, Xoking xisob kitoblari qora tuynuklarning nurlanishini ham ko‘rsatadi. Portlashdan xosil bo‘lgan yangi ob‘ekt juda kichik haroratga ega bo‘ladi ($3 \cdot 10^{-8}$ K dan kichik), Qora tuynukning siqilishi uchun esa 10^{67} yildan ko‘proq vaqt kerak bo‘ladi. Siqilish natijasida uning harorati oshib boradi, nurlanishlar ham kuchayadi va “bug‘lanishi” tezlashadi. Nihoyat massasi bir necha million tonnagacha kamayganida va uning hodisalar gorizonti radiusi atom yadrosi o‘lchamiga teng bo‘lib, u juda katta (yuzlab million K) haroratgacha qiziydi.

Xoking xisolashlaridan yana shuni ko‘rish mumkin: agar qora tuynuk to‘liq nurlanib ketsa, uning holati to‘g‘risida ma‘lumot uzoqdagi kuzatuvchi uchun butunlay yo‘qoladi. Bu klassik nazariya doirasida to‘g‘ri. Boshqa tomndanqora tuynukning “bug‘lanishi” xisobidan yo‘qotilgan axborot kvant mexanikasining axborot mavjudligining to‘g‘risidagi unitarlik tamoyiliga zid va uni aniqlash qiyin. Faraz qilaylik, bizda ikkita o‘ng qizil paypoq va chap ko‘k paypoq bor. Agar biz chap ko‘k paypoqni qora tuynukga tashlasak va kimdir o‘ng qizil paypoqni juftisiz topib olsa va u o‘ylaydiki chap qizil paypoqni qora tuynukga tashlagan deb taxmin qiladi ya‘ni modomiki hech qanday axborot qora tuynukdan chiqib ketolmas ekan uzoqdagi kuzatuvchi uning ichida nima borligini bila olmaydi²³.

Shunday qilib, qora jismning nurlanishi uning ichki tuzilishi to‘g‘risida hech qanday axborot olib chiqmaydi, demak Xokingning kashfiyoti ham qora tuynukga tushib qolgan jism haqida biror narsa bilishimizga yordam bera olmaydi. Boshqa so‘z bilan aytganda, Xoking takidlayotgan qora tuynukning nurlanishi uning ichki tuzilishi to‘g‘risida bizga ma‘lumot bermaydi. Bu Xoking tomonidan kiritilgan axborotni yo‘qolish paradoksi deyiladi. U shuni ta‘kidlaydiki, bizning Koinotdan axborot yo‘qolar ekan boshqa joyda paydo bo‘ladi. Lekin, kvant nazariyasiga binoan qora jismga yutilgan axborot to‘la yo‘qoladi²⁴.

Hulosa o‘rnida shuni takidlash joizki, qora tuynuklar– o‘zida ko‘plab sinoat yashirib kelayotgan Koinotning jumboqli ob‘ektlaridir. Ko‘pgina baxs va

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

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

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

munozalarga sabab bo'layotgan ko'p sonli paradoks va muammolarga qaramasdan ishonch bilan aytish mumkinki, hozirda javobsiz qolayotgan savollar kelajakda o'z javobini topadi.

Materiyaning yangi shakllari: qorong'i modda va qorong'i energiya.

XXI asrda kosmologiyada revolyusion kashfiyotlar ro'y berdi. Aniqlanishicha, Koinotdagi o'zidan elektromagnit nurlanish tarqatuvchi (barion moddalar) koinotning bor yo'g'i 4% igina tashkil etarkan. Koinotning 21% ini hozirda qorong'i modda deb nomlanuvchi va o'zini faqat gravitatsion o'zaro ta'sirlarda namoyon etuvchi noma'lum modda tashkil etarkan. Ushbu modda galaktikalardagi yulduzlarning galaktika markazi atrofida aylanish chiziqli tezligini tadqiq etish natijasida aniqlangan. Qorong'i modda bo'lmagan modellar yulduzlar xarakati Kepler qonuniga ko'ra galaktika markazidan uzoqlashgan sari ularning chiziqli tezligi kamayib borishi kerak bo'lgan. Kuzatuvlar esa galaktikadan uzoqlashgan sari yulduzlarning chiziqli tezligi kamaymay balki asta sekin ortib borishi kuzatildi. Bu galaktikalarda ko'zga ko'rinmaydigan (ya'ni o'zidan elektromagnit nurlanish tarqatmaydigan) massiv moddaning mavjudligini tasdiqlaydi. Ushbu kashfiyot gravitatsion linza effekti deb nomlanuvchi elektromagnit nurlarning gravitatsion maydonda yo'nalishidan og'ishiga asoslangan kuzatuvlarda ham mustaqil ravishda o'z tasdig'ini topdi²⁵.

Koinotning asosiy 75% qismi esa hozirda qorong'i energiya deb nomlanuvchi materiyaning yangi shaklidan tashkil topgan. Materiyaning yangi ochilgan shakli o'zining antigravitatsion ta'siri bilan diqqatga sazovordir. Ya'ni ushbu qorong'i energiyaning hisobiga bir-biridan uzoqda joylashgan galaktikalar va galaktikalar to'plami o'zaro bir-biridan itarisharkan. Ushbu tipdagi energiyaning tabiatda mavjudligi uzoqda joylashgan galaktikalarning bizdan uzoqlashish tezligini aniqlash bo'yicha olib borilgan kuzatuv ishlari natijasida aniqlandi. Aniqlanishicha, bizdan qandaydir masofada joylashgan galaktikalar Xabbl qonuni bo'yicha aniqlanadigan tezlik bilan emas balki, undan kattaroq tezlik bilan bizdan uzoqlashmoqda ekan. Ushbu kuzatuvlar relikt nurlarini aniqlash bo'yicha o'tkazilgan kuzatuv natijalari yordamida ham tasdiqlandi. SHunday qilib, bir necha mustaqil kuzatuv va tajriba natijalari tabiatda qorong'i energiyaning mavjudligini tasdiqladi.

Tabiatda qorong'i modda va qorong'i energiyaning mavjudligining aniqlanishi fundamental – revolyusion kashfiyotlar bo'lib, ularning tabiatini va xususiyatlarini o'rganish – zamonaviy astrofizikaning hozirgi paytdagi dolzarb muammolaridan biri xisoblanadi.

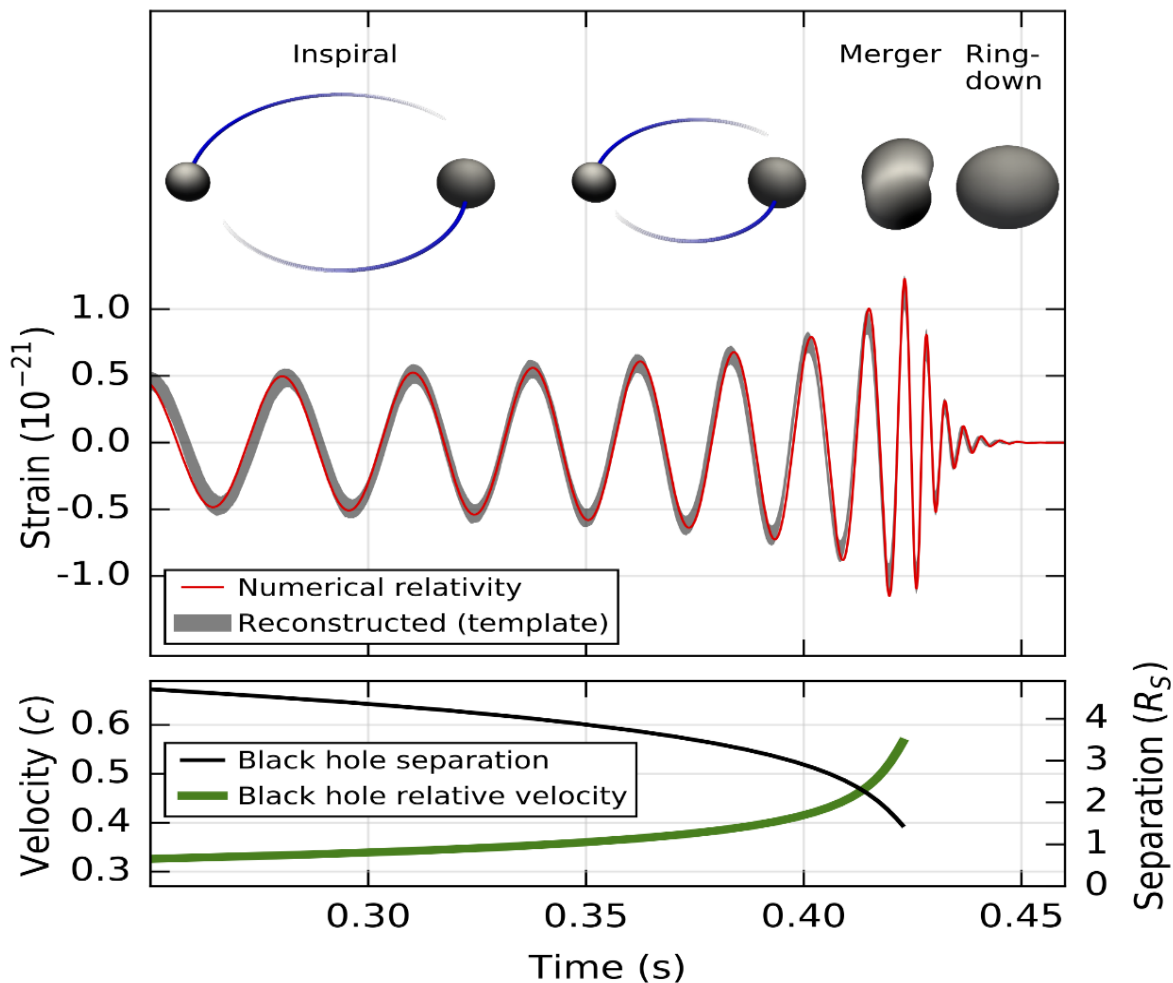
²⁵ T. Padmanabhan, *Theoretical Astrophysics, Volume I-III*, Cambridge University Press, 2010.

Gravitatsion to‘lqinlar.

XX asrga qadar astronomlar osmon jismlarini faqatgina yorug‘likning ko‘rinma (inson ko‘zi bilan ko‘ra oladigan) nurlaridagina kuzatish bilan chegaralanar edilar. XX asrga kelib texnika rivoji natijasida astronomlarning imkoniyatlari jadallik bilan ortdi. Osmonni radiodiapazonda kuzatish (xamda eshitish) imkoniyati paydo bo‘ldi (radioastronomiya). Ma’lumki, Er atmosferasi xayot uchun xavfli bo‘lgan ultrabinafsha, rentgen va gamma nurlanishlarni yutib qoladi. Biroq osmon jismlarini elektromagnit nurlanishning bunday to‘lqin uzunliklarida kuzatish ularning tabiati xaqida ko‘plab yangi ma’lumotlarni berishi mumkin. Bunday imkoniyat o‘tgan asrning 70 yillarida paydo bo‘ldi, o‘shanda astronomik uskunalarni avval raketalariga, so‘ng sun‘iy yo‘ldoshlarga, so‘ng esa sayyoralararo kosmik apparatlarga o‘rnatila boshlandi. Shunday qilib astronomlar omon jismlarni elektromagnit spektrining barcha sohalarida kuzatish imkoniga ega bo‘ldilar. Oddiy qilib aytganda astronomlar Koinotni barcha to‘lqin uzunliklarida kuzata boshladilar.

Koinotda ba’zi-bir jarayonlar paytida (masalan, yulduzlar ichidagi yadroviy reaksiyalarda yoki o‘ta yangi yulduzlar paydo bo‘lishi paytlarida) elektromagnit to‘lqinlardan tashqari kuplrb neytrinolar paydo bo‘ladi. XXI asr boshlariga kelib neytrino astronomiyasi yuzaga kelganligi konstatatsiya qilindi. 2015 yilning kuzida biz astronomiyaning yana bir yangi yo‘nalishi, gravitatsion to‘lqinlar astronomiyasining paydo bo‘lishina guvohi bo‘ldik. 2016 yilning 11 fevralida AQSH Milliy ilmiy fondi (National Science Foundation – NSF) tomonidan gravitatsion to‘lqinlarning ilk bora tajribada qayd etilgani e’lon qilindi. Ushbu kashfiyot olamshumul kashfiyot bo‘lib, zamonaviy astrofizikada yangi ilmiy yo‘nalishlarni ochadi²⁶.

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



2-rasm. Ikkita qora tuynuklarning qo‘shilishi natijasida tarqalgan gravitatsion to‘lqinlarning qayd etilishi.

Gravitatsion to‘lqinlar mavjud bo‘lishi nazariy jixatdan Albert Eynshteyn tomonidan umumiy nisbiylik nazariyasini yaratganidan so‘ng 1916 yildayoq aytilgan edi. Oradan 100 yil o‘tib, gravitatsion to‘lqinlar kashf etildi. AQSH dagi gravitatsion to‘lqinlarni qayd etuvchi LIGO – observatoriyasi tomonidan 2015 yilning 14 sentyabrida ikkita qora tuynuklarning birlashishi natijasida yangi bitta Qora tuynukning paydo bo‘lishi natijasida ajralib chiqqan gravitatsion to‘lqinlarni qayd etdi²⁷. Gravitatsion to‘lqinlar tabiatan kichik intensivlikka ega bo‘lib, ularning intensivligi gravitatsion to‘lqin manbasining massasiga to‘g‘ri proporsionaldir. Qora tuynuklar massalari etarlicha katta bo‘lganligi tufayli ulardan kelayotgan gravitatsion to‘lqinning intensivligi tajriba qurilmalari aniqligi intervalida bo‘ldi. Gravitatsion to‘lqinlar yorug‘lik tezligida tarqaluvchi, fazodagi massiv ob‘ektlarning o‘zgaruvchan tezlanishi natijasida fazoda paydo bo‘luvchi yuguruvchi tebranishlardir. Ikkinchi tarafdin esa gravitatsion o‘zaro ta’sir juda

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

ham kuchsiz (tabiatdagi boshqa mavjud o‘zaro ta’sirlarga nisbatan), uning ustiga kvadrupol xarakterga ega bo‘lgan gravitatsion to‘lqinlar amplitudasi kichik bo‘lgani uchun ularning mavjudligini tajribada tasdiqlash uzoq yillar davomida imkonsiz vazifa bo‘lib kelgan.

1974 yili Rassel Xals va Djozef Teylor tomonidan PSR B1913+16 qo‘shaloq neytron yulduzidan iborat tizimni kuzatuv natijasida gravitatsion to‘lqinlarning mavjudligining bilvosita tasdig‘i olindi va 1993 yilda ushbu olimlar fizika bo‘yicha Nobel mukofotiga sazovor bo‘ldilar. Yulduzlarning bir-birining atrofida aylanishi natijasida ular gravitatsion to‘lqinlar tarqatishadi va buning natijasida ularning xarakat kinetik energiyasi kamayib boradi. Yulduzlar energiyalarining kamayishi ularning xarakat orbitalari radiuslarining kamayishiga, bu esa o‘z navbatida aylanish davrlarining kamayishiga olib keladi. Umumiy nisbiylik nazariyasi tomonidan qilingan ushbu hisob-kitoblar kuzatuv natijalar bilan mos keldi.

Gravitatsion to‘lqinlarni bevosita qayd etish masalasi 1960 yillarda Djozef Veber tajribalari va undan keyin Veber tomonidan taklif etilgan hamda takomillashtirib borilgan gravitatsion to‘lqinlar rezonans detektorlari yordamida qayd etishga urinishlari bilan bog‘liq. Ushbu detektorlarning ishlash prinsipi gravitatsion to‘lqinlarning katta – taxminan bir metrlik odatda alyumin silindr bo‘ylab o‘tishida uning siqilishi va kengayishi natijasida unda tebranishlarni vujudga kelishi va ushbu silindr qo‘ng‘iroq singari “jaranglay” boshlab, ularni qayd etish imkoni paydo bo‘lishiga asoslangan.

Gravitatsion to‘lqinlar detektorlarining keyingi avlodi esa Maykelson interferometrlarini ishlatishga asoslangan. Ushbu asboblarning ishlash prinsipi gravitatsion to‘lqin interferometrning elkalarini orasida yorug‘lik yo‘llarining farqini katta aniqlik bilan o‘lchashga asoslangan. Xozirgi paytda o‘lchash aniqligi yuqori bo‘lgan gravitatsion to‘lqin interferometrlari AQSH da joylashgan LIGO observatoriyasi (elkalarining uzunliklari 4 km dan bo‘lgan ikkita interferometr) va Evropadagi VIRGO (elkasining uzunligi 3 km ga teng bo‘lgan interferometr) observatoriyalari bo‘lib, ushbu observatoriyalar o‘zaro xamkorlikda ishlashadi. Ikkita qora o‘raning qo‘shilishi natijasida ajralib chiqqan amplitudasi 10^{-21} bo‘lgan gravitatsion to‘lqinlar 2015 yilning 14 sentyabrida LIGO observatoriyasida dastavval Livingstondagi, so‘ngra 7 millisekunddan so‘ng Xenforddagi interferometrlar yordamida qayd etilgan. Bunda o‘lchash mumkin bo‘lgan signalning davomiyligi bor yo‘g‘i 0.2 sekund bo‘lgan. Ushbu xodisaga GW150914 raqami berildi (bunda xodisaning sanasi — YYOOKK shaklida yozilgan).

Ushbu xamkorlikda ishlayotgan olimlar qayd etilgan signalni qayta ishlash 2015 yilning 18 sentyabrdan 5 oktyabrgacha davom etgan. Bu paytga kelib ilmiy jamiyatda olamshumul kashfiyot xaqida gap-so‘zlar tarqala boshladi. Aynan shu paytda men va Astronomiya institutining katta ilmiy xodimi Axmadjon

Abdujabbarov ilmiy safar bilan Germaniyaning Frankfurt universitetining Nazariy fizika institutida edik va ushbu olmsumul kashfiyotning xorijiy olimlar orasida muxokamasida qatnashish baxtiga muyassar bo'ldik. SHunday qilib, o'zbekistonlik olimlar ham ushbu olamshumul yangilikdan xabardor bo'lgan kamsonli mutaxassislar qatorida bo'lib qoldi. 2016 yilning 11 fevralida xalqaro LIGO ilmiy xamkorligidagi mutaxassislar Vashingtonda maxsus matbuot anjumanida gravitatsion to'liqlari xaqiqatda mavjudligi va qayd etilganini e'lon qilishdi (Ma'lumot uchun, 1887 yilda Gersga o'zi tomonidan mavjudligi aytilgan elektromagnit to'liqlarini qayd etish uchun bir yil etarli bo'lgan). Qayd etilgan signalning shakli umumiy nisbiylik nazariyasi doirasida qilingan ikkita massasi mos ravishda 36 va 29 Quyosh massasiga teng bo'lgan qora o'ralarning qo'shilishida chiqadigan gravitatsion to'liqning shakli bilan mos keldi. Natijada xosil bo'lgan qora o'raning massasi esa 62 Quyosh massasiga teng ekan. 0,43 sekundda ajralib chiqqan gravitatsion to'liqning energiyasi 3 Quyosh massasiga teng bo'lgan energiyaga teng ekan. Solishtirish uchun bizning Quyoshimiz 10 milliard yil davomida o'zining massasining mingdan bir qimini nurlanish energiyasi tariqasida yo'qotadi. Ushbu GW150914 ob'ektigacha bo'lgan masofa esa taxminan 1,3 mlrd yorug'lik yiliga yoki 41 megaparsekka teng.

Signal manbasining joylashganlik yo'nalishi detektorlarda signalning o'tish vaqtlari farqi bilan aniqlanadi. Ikkita detektor mavjud bo'lganda esa, ushbu vaqtlar farqi faqat detektorlarni tutashtiruvchi to'g'ri chiziq va manbagacha bo'lgan yo'nalish orasidagi burchakning aniqlash imkonini beradi. Yulduz osmoni xaritasida gravitatsion to'liqning joylashgan sohasi ingichka xalqa ko'rinishida bo'ladi. Ushbu xalqaning ingichkaligi o'lchash natijalarining aniqligiga bog'liq – qanchalik aniq o'lchashlar olib borilsa, shunchalik xalqa ingichkalashib boraveradi. GW150914 ob'ektidan kelayotgan signalning kechikishi $6,9 \pm 0,5 - 0,4$ ms ga teng va bu manba joylashgan soxa yulduzlar osmon xaritasida maydoni 140 kv. gradus yoki 590 kv. gradusga teng yarim oy shaklida ekanligi aniqlandi va bu uning optik va rentgen nurlar diapazonida kuzatish imkonini yo'qligini bildirdi.

LIGO dagi keyingi kuzatuvlar endi VIRGO (keyinchalik aniqligi yanada yuqoriroq bo'lgan Yaponiyaning KAGRA) observatoriyasi bilan xamkorlikda 2016 yilning avgust oyidan boshlab o'tkazilishi rejalashtirilgan. Gravitatsion to'liqlarni qayd etishda yana bitta interferometrning qatnashishi gravitatsion to'liqlarning qutblanishini aniqlash va manba joylashgan soxaning kichiklashtirish imkonini beradi. Uchta bitta to'g'ri chiziqda joylashmagan detektorning mavjudligi manbaning joylashgan koordinatasini aniqlash va ushbu manbani O'zRFA Astronomiya instituti va LIGO observatoriyasi bilan xamkorlik doirasida Maydanak balandtog' observatoriyasida optik diapazonda kuzatuv olib borish imkoniyatini ochib beradi. Bundan tashqari, LIGO observatoriyasi

yordamida gravitatsion to‘lqinlarni qayd etish orqali aniqlanishi kutilayotgan neytron yulduzlarning qo‘shilishi xodisasi natijasida keng diapazondda kuchli elektromagnit to‘lqinlar ham tarqalishi mumkin. Ushbu xolatda turli astronomik xodisalarni turli uzunlikdagi elektromagnit to‘lqinlar yordamida kuzatish va gravitatsion to‘lqinlar yordamida ushbu xodisalar xaqida to‘laroq ma’lumot olish mumkin bo‘ladi.

Ma’lumki, osmonni turli diapazondagi elektromagnit to‘lqinlar yordamida o‘rganish koinot xaqida yangi ma’lumotlar olish imkonini beradi. XX asrgacha ko‘p asrlardan beri astronomlar faqat optik diapazonda kuzatuvlar olib borilgan. Biroq, XX asrga kelib koinotni o‘rganish rentgen nurlar, radioto‘lqinlar, ultrabinafsha va gamma nurlar yordamida kuzatuvlar olib borish imkonini beruvchi teleskoplar orqali xam amalga oshirila boshladi. XXI asrda esa gravitatsion to‘lqinlarni qayd etish yangi gravitatsion to‘lqin astronomiyasini yaratilishi va rivojlanishi bilan bog‘liq bo‘ladi. Ushbu yangi soxa yordamida turli kompakt gravitatsion ob’ektlar – qora o‘ralar, neytron yulduzlar va boshqa ob’ektlar tabiati, ichki tuzilishi xaqida to‘laroq ma’lumot olish mumkin bo‘ladi.

Nazorat savollari:

- 1 Qora o‘ralar va neytron yulduzlarning to‘qnashuvi natijasida hosil bo‘lgan gravitatsion to‘lqinlarni qayd qilish va ularning manbalari nimalardan iborat?.
2. Galaktika markazidagi o‘ta massiv qora o‘ralarning paydo bo‘lishini izoxlang.
3. Aylanuvchi qora o‘ralar atrofida optik va energetik jarayonlarni tavsiflang.

IV. AMALIY MASHG‘ULOTLAR MATERIALLARI

O‘quv mashg‘ulotlarni tashkil etish bo‘yicha kafedra professor- o‘qituvchilari tomonidan ko‘rsatma va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Unda pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malaka oshirish kursi tinglovchilari asosiy ma’ruza mavzulari bo‘yicha olgan bilim va ko‘nikmalarini mashg‘ulotlar olib borish jarayonida yanada boyitadilar. Shuningdek, darslik va o‘quv qo‘llanmalar asosida tinglovchilar bilimlarini mustahkamlashga erishish, tarqatma materiallardan foydalanish, ilmiy maqolalar va tezislarni tayyorlash orqali tinglovchilar bilimini oshirish, mavzular bo‘yicha ko‘rgazmali qurollar tayyorlash va boshqalar tavsiya etiladi.

Amaliy mashg‘ulotlarda tinglovchilar o‘simliklar biotexnologiyasi asoslaridan olgan nazariy bilimlarni mustahkamlashi, amaliy mashg‘ulotlar bajarilishi mumkin. Olingan bilim va ko‘nikmalar darsliklar, qo‘llanmalar, ma’ruza materiallari, ilmiy maqola va tezislar yordamida, tarqatma materiallardan foydalanilgan xolda mustahkamlanadi.

AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

1-amaliy mashg‘ulot. Koinot to‘g‘risidagi tasavvurlar paydo bo‘lishi va rivojlanishi. Zamonaviy kosmologiya haqida qisqacha ma’lumot. Katta portlash va inflyasiya. Olamning rivojlanishidagi hal qiluvchi bosqichlar, elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasi. (2 soat).

Elementar zarralar shakllanishi va barion moddaning ustunligi asimmetriyasiga doir, Xabbl doimiysini xisoblashga doira masalalar echish.

2-amaliy mashg‘ulot. Birlamchi yadroviy reaksiyalar hamda dastlabki nukleosintez va engil elementlarining tarqalishi. Koinotda birlamchi yulduzlar va galaktikalarning paydo bo‘lishi va evolyusiyasi. (2 soat).

Birlamchi yadroviy reaksiyalar, xususan deytron, geliy va litiy yadrolarining hosil bo‘lishi reaksiyalar energiyalarini xisoblashga doir masalalar echish

3-amaliy mashg‘ulot. Xozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi. Og‘ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishi. O‘ta yangi yulduzlar. (2 soat).

Yulduzlarning aylanish burchak momenti, inersiya momenti, massasi, ulargacha bo‘lgan masofa va boshqa turli fizik kattaliklarini baxolash. Xozirgi etapda koinotning tezlanish bilan kengayishi hamda og‘ir elementlarning tashkil topishi va tarqalishiga doir masalalar echish.

4-amaliy mashg‘ulot. Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi. YAdroviy geoxronologiya.. (2 soat).

Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi. Yadroviy geoxronologiyaga doir masalalar echish.

KO‘CHMA MASHG‘ULOT MAZMUNI

1-Ko‘chma mashg‘ulot. Planeta tizimlarining shakllanishi va zamonaviy astronomik kuzatuvlarda ekzoplanetalar qayd etilishi. Yadroviy geoxronologiya. (2 soat).

1-Ko‘chma mashg‘ulot. Yulduzlar evolyusiyasi, kollaps. Chandrasekar chegarasi. Neytron yulduzlar. Kvazarlar. Zamonaviy kosmologiyadagi muammoalar va koinotning yirik masshtabdagi strukturasi. Astronomiyada gravitatsion to‘lqinlar. (2 soat).

FarDU “Fizika” kafedrasida o‘quv-ilmiy laboratoriyasida Virtual reallik (Virtual Real) bo‘yicha maxsus dasturlar bilan tanishish va ko‘rish.

V. KEYSLAR BANKI

Mini-keys 1.

«Ekspert kengashi: intilish va yuksalish?»

Tinglovchilarni bilimni baholashda ularni bilishi talab etilgan me‘yor darajasida sinov o‘tkaziladi. Materiallarni yaxshi o‘zlashtirgan tinglovchilar baholangan so‘ng odatda erishgan bilimlari doirasida to‘xtab qoladi va qo‘shimcha bilinishi yuksaltirishga intilmaydi. Materiallarni yaxshi o‘zlashtirmagan tinglovchilar baholash sinovidan ozod qilishlarini hohlaydi va unga intiladilar, ammo bilimi tiklash intilmaydilar.

Nega bunday vaziyat kuzatiladi? Buni bartaraf etish uchun o‘zingizning taklifingizni bering.

Mini-keys 2.

“Yulduzlarning yashash davrlarini Gersshprung-Ressel diagrammasi yordamida aniqlash”

Gersshprung-Rassel diagrammasi yulduzlar yorqinligi yoki temperaturasining uning massasiga bog‘lanishini ifodalaydi. Kuzatuvlar natijasida olingan yorqinlik yordamida va diagrammadan foydalangan xolda uning massasini aniqlash mumkin bo‘ladi. Yulduzlarning yashash davri ularning massalariga teskari proporsional ravishda bog‘langan. Yulduzning massasi qanchalik katta bo‘lsa, uning yashash davri shunchalik kichik bo‘ladi.

Nega yulduzlar yashash vaqti ularning massasiga teskari proporsional ravishda bog‘liq? Yulduzlardagi termoyadroreaksiyalarining kechish samaradorligi uning massasiga qanday bog‘liq?

Mini-keys 3

«Nega koinotning dastlabki davrlarida u yorug‘ bo‘lgan, xozirda esa biz qorong‘i koinotni kuzatib turibmiz?»

Ma'lumki Koinotdagi nurlanish zichligi koinot kengayishi bilan uning o'lchamlarining 4-darajasiga teskari proporsional ravishda kamayib boradi. Moddaning zichligi esa koinot o'lchamlarining 3-darajasiga teskari proporsioanal ravishda kamayib boradi. Moddaning zichligi nurlanishning zichligiga nisbatan sekinroq kamaygani uchun, dastlabki paytda katta zichlikka ega bo‘lgan yorug‘lik tez orada moddaning zichligidan kamroq bo‘lib qoladi.

Ushbu xodisani tushuntirish uchun siz ham o‘zingizning fikrlaringizni bildiring. Nega yorug‘lik zichligi tez kamayadi va koinot rivojlanishining dastlabki davrida modda zichligidan ko‘ra katta zichlikka ega bo‘lgan?

Asosiy keysni ishlab chiqish.

Har bir guruh minikeyslarni ishlab chiqishda asosiy keysni echimini topish bo‘yicha erishgan bilimlari bo‘yicha o‘zining taklifini beradi. Buning natijasida u yoki bu qaror qabul qilinadi yoki xulosaga kelinadi.

«Refleksiya savati»

Tinglovchilar sinf-ustasini ishini baholaydi. O‘zining taqrizini maxsus savatga solishadi.

Keys o‘tkazish bo‘yicha umumiy xulosa qiling (assesment).



VI. GLOSSARIY

Termin	O‘zbek tilidagi sharxi	Ingliz tilidagi sharxi
Adronlar	Kuchli o‘zaro ta’sirda ishtirok etuvchi elementar zarralar	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.
Adronlarning kvark modellari	adronlarning elementar tashkil etuvchilar – kvarklarning bog‘langan tizimidan iborat deb qaraluvchi modeli.	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.
Bozon	butun sonli spinga ega bo‘lgan zarracha	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.
Buyuk birlashuv	kuchli, kuchsiz va elektromagnit o‘zaro ta’sirlarning yagona tabiatiga ega ekanligi haqidagi tasavvurga	Great integration of the fundamental interactions, also known as fundamental forces, are the interactions in physical systems that do not appear to be

	asoslangan fundamental fizikaviy hodisalarning nazariy modeli	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 .
Vaynberg-Salam nazariyasi	elektromagnit va kuchsiz o'zaro ta'sirlarning birlashgan nazariyasi.	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 .
Galaktika	yulduzlar, yulduz turkumlari, yulduzlararo gaz va chang, xamda qorong'i moddadan iborat gravitatsion bog'langan tizim	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.
Gamma-Astronomiya	turlicha kosmik manbalarini ularning gamma diapazonidagi (to'liq uzunliklari	Gamma-ray astronomy is the astronomical observation of gamma rays , ^[nb 1] the most energetic form of electromagnetic radiation , with

	<p>$\lambda < 10^{-12}\text{м}$, foton energiyasi esa $\varepsilon > 10^5\text{эВ}$ bo'lgan) elektromagnit nurlanishlari bo'yicha o'rganuvchi astronomiya bo'limi.</p>	<p>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>Glyuon</p>	<p>birga teng spinli va nolga teng tinchlik massali hamda kvarklar orasidagi kuchli o'zaro ta'sirni tashuvchi elektrik neytral zarra.</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>YOrug'lik yili</p>	<p>astronomiyada qo'llaniladigan uzunlik birligi; yorug'lik bir yilda bosib o'tadigan masofaga teng. (1</p>	<p>A light-year (or light year, abbreviation: ly) is a unit of length used informally to express astronomical distances. It is approximately 9 trillion kilometres (or about 6 trillion</p>

	<p>YO.y. = 9,4605 · 10¹⁵m)</p>	<p>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>Kuchsiz o‘zaro ta’sir</p>	<p>bir necha attometrdan (10⁻¹⁸m) kichik masofalarda elementar zarralar orasidagi o‘zaro ta’sir; bunday o‘zaro ta’sir xususan atom yadrolarining betta emirilishiga olib keladi.</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>Kvazar</p>	<p>uzoqlashgan gallaktikaning faol o‘zagidan iborat bo‘lgan qudratli kosmik elektromagnit nurlanish manbai.</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 similar to stars, rather than extended sources similar to galaxies. Their spectra contain</p>

		very broad emission lines , unlike any known from stars, hence the name "quasi-stellar."
Kvarklar	hozirga tasavvurga ko‘ra barcha adronlarning tarkibiy qismlarini tashkil qiluvchi fundamental zarrachalar.	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.
Koinot	moddiy dunyoning kuzatish mumkin bo‘lgan qismi.	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.
Kollayder	zaryadlangan zarralarning qarama – qarshi dastalarining uchrashuvi yuz beradigan tezlatgich.	A collider is a type of particle accelerator involving directed beams of particles . Colliders may either be ring accelerators or linear accelerators , and may collide a

		<p>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>Kosmik radionurlanish</p>	<p>kosmik obektlarning radioto‘lqinlar sohasida elektromagnit nurlanishi.</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>Kuchli o‘zaro ta’sir</p>	<p>bir nechta femtometrdan (10^{-15} m) kichik masofalarda adronlar orasidagi o‘zaro ta’sir. Xususan, atom yadrolaridagi nuklonlarning o‘zaro</p>	<p>In particle physics, the strong interaction is the mechanism responsible for the strong nuclear force (also called the strong force, nuclear strong force), one of the four known fundamental interactions of nature, the others being</p>

	<p>bogʻlanishini taʼminlaydi.</p>	<p>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>Leptonlar</p>	<p>kuchli oʻzaro taʼsirda ishtirok etmaydigan elementar zarralarning umumiy nomi.</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 electron-like 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>Maydon yagona nazariyasi</p>	<p>elementar zarralar xossalari va oʻzaro taʼsirlarining barcha xilma – xilligini uncha kam sonli universal tamoyillarga keltirishga qaratilgan materiyaning yagona nazariyasi.</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 of everything" and Grand Unified Theory are closely related to unified field theory, but differ by</p>

		not requiring the basis of nature to be fields, and often by attempting to explain physical constants of nature .
Myuonlar	massasi elektron massasidan taqriban 207 marta katta va elektromagnit hamda kuchsiz o‘zaro ta’sirlarda ishtirok etuvchi zaryadlangan elementar zarralar.	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.
Neytron yulduzlar	yulduzlarning ichki tuzilishi nazariyasiga ko‘ra ozgina elektronlar aralashgan neytronlardan o‘ta og‘ir atom yadrolari va protonlardan tashkil topgan eng zich yulduzlar.	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 collapse by quantum degeneracy pressure due to the phenomenon described by the Pauli exclusion

		<p>principle.</p>
<p>Nukleosintez</p>	<p>engilroq yadrolardan og'irroq yadrolar hosil bo'lishiga olib keluvchi yadroviy reaksiyalar zanjiri.</p>	<p>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.</p>
<p>Oq mittilar</p>	<p>massalari Quyosh massasi tarkibida bo'lgan va radiuslari Quyosh radiusining $\sim 0,01$ hissasini tashkil qiluvchi kichik yulduzlar.</p>	<p>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 recognized in 1910. The name <i>white dwarf</i> was coined by Willem Luyten in 1922. The</p>

		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.
Parsek	astronomiyada ishlatiladigan uzunlik birligi; $1\text{pk}=3,0857 \cdot 10^{16}\text{m}$.	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.
Pozitron	kattaligi jihatdan elektron zaryadiga teng musbat zaryadli, massasi elektron massasiga teng boʻlgan elementar zarra, elektronga nisbatan antizarra.	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.
Fermion	yarim butun spinga ega boʻlgan zarracha.	In particle physics , a fermion (a name coined by Paul Dirac from the surname of Enrico Fermi) is

		<p>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>Xabbl doimiysi</p>	<p>ko‘rinuvchi Koinotning kosmologik kengayishi tufayli gallaktikadan tashqari obektlarning uzoqlashishi tezliklari bilan ulargacha bo‘lgan masofalar orasidagi bog‘lanishlardagi mutanosiblik koeffitsienti.</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 Gustav Tammann was held in similar fashion to the earlier Shapley-Curtis debate over these</p>

		two competing values.
YUlduz turkumlari	birday yoshdagi va birgalikda vujudga kelgan gravitatsion bogʻlangan yulduzlar guruhlar.	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> .
YUlduzlar	gravitatsiya kuchlarining issiq modda (gaz) ning bosimi hamda nurlanishlar bilan muvozanati xisobiga barqaror boʻlgan ulkan nurlanuvchi plazmaviy sharlar.	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 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 .
Yadroviy astrofizika	yulduzlar va boshqa samoviy obektlarda sodir bo‘luvchi barcha yadroviy jarayonlarni tadqiq qiluvchi fan.	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 .
Qora tuynuk	gravitatsiya kuchlari jismni uning gravitatsiyaviy radiusidan kichikroq o‘lchamlargacha siqilishi natijasida yuzaga keluvchi kosmik ob’ekt.	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 .

VII. FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

I. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoev SH.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoev SH.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz. 1-jild. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoev SH.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O‘zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoev SH.M. Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi. 3-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoev SH.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2020. – 400 b.

II. Normativ-huquqiy hujjatlar

6. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O‘zbekiston, 2018.
7. O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentyabrda qabul qilingan “Ta’lim to‘g‘risida”gi O‘RQ-637-sonli Qonuni.
8. O‘zbekiston Respublikasining “Korrupsiyaga qarshi kurashish to‘g‘risida”gi Qonuni.
9. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyun “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi 4947-sonli Farmoni.
11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 aprel "Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2909-sonli Qarori.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 5 iyun “Oliy ta’lim muassasalarida ta’lim sifatini oshirish va ularning mamlakatda amalga oshirilayotgan keng qamrovli islohotlarda faol ishtirokini ta’minlash bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-3775-sonli Qarori.
13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentyabr “2019-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5544-sonli Farmoni.
14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O‘zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5729-son Farmoni.
15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyun 16 “2019-2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatini rivojlantiri chora- tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4358-sonli Qarori.
16. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789- sonli Farmoni.

17. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabr “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847- sonli Farmoni.

18. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 29 oktyabrdagi “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-6097-sonli Farmon.

19. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentyabr “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797-sonli Qarori.

III. Maxsus adabiyotlar

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 Synthesis to Modern Applications. – Materials, 2010. – P.50.

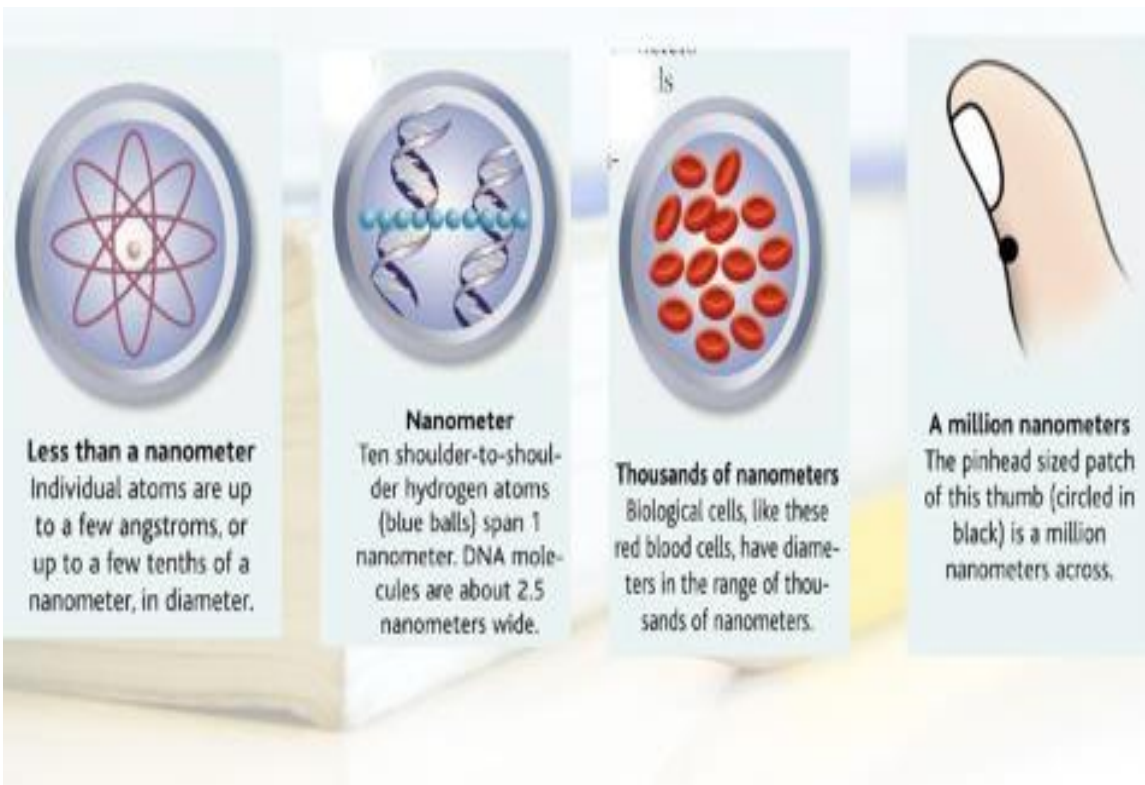
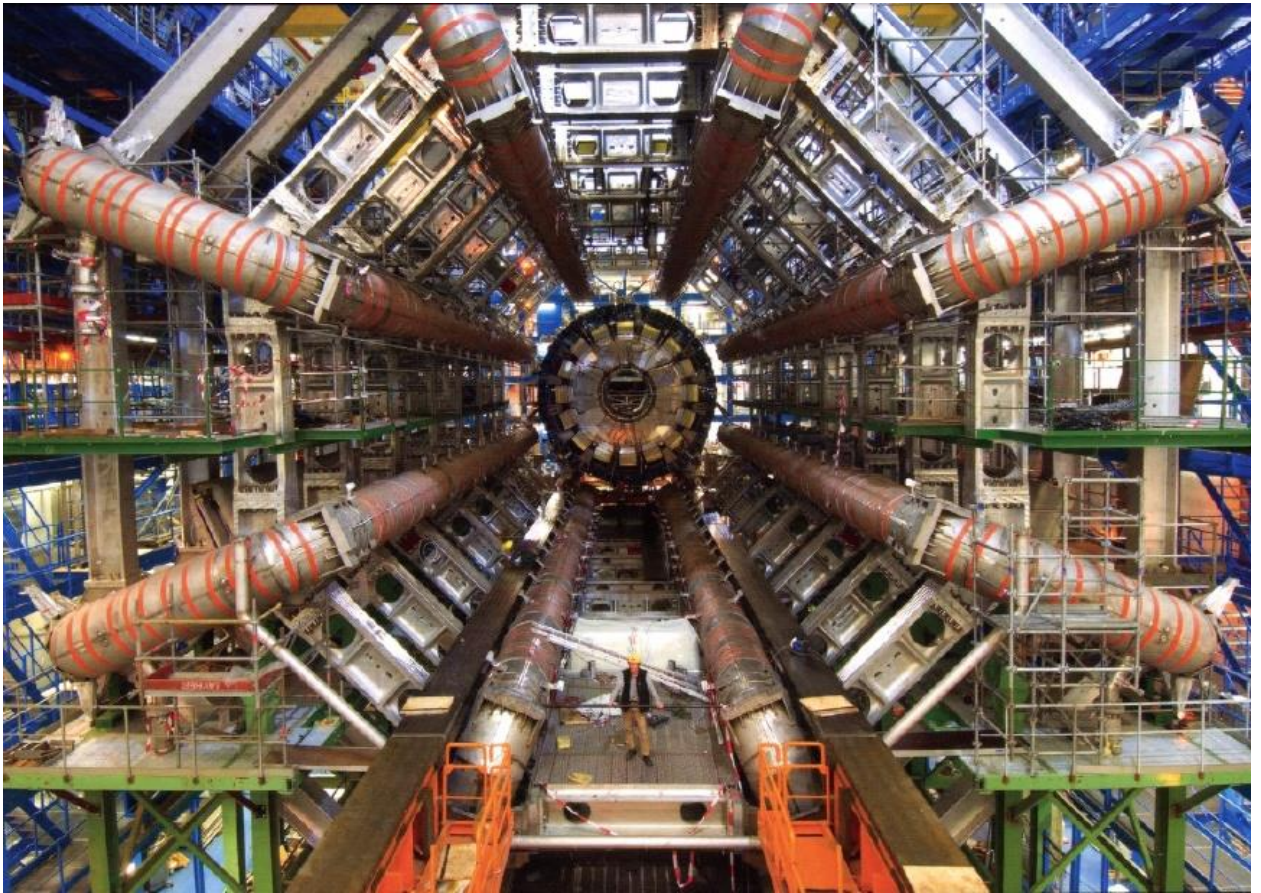
37. ViatcheslavMukhanov, Physical Foundations of Cosmology Cambridge University Press, 2012, DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511790553>

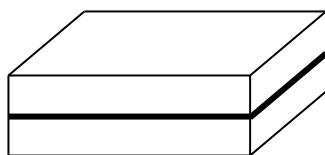
38. Vittorio Degiorio, IariaCristiani /Photonics. A short course/ Springer International Publishing Switzerland 2014.

39. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.
40. Arxangelskaya I.V., Rozental I.L., CHernin A.D. Kosmologiya i fizicheskiy vakuum. Izd. stereotip. URSS. 2020. 214 s. ISBN 978-5-396- 00993-6.
41. Asekretov O.K., Borisov B.A., Bugakova N.YU. i.dr. Sovremennyye obrazovatelnyye tekhnologii: pedagogika i psixologiya: monografiya. – Novosibirsk: Izdatelstvo SRNS, 2015. – 318 s. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
42. Belogurov A.YU. Modernizatsiya protsessa podgotovki pedagoga v kontekste innovatsionnogo razvitiya obhestva: Monografiya. — M.: MAKS Press, 2016. — 116 s. ISBN 978-5-317-05412-0.
43. Gulobod Qudratulloh qizi, R.Ishmuhamedov, M.Normuhammedova. An'anaviy va noan'anaviy ta'lim. – Samarqand: “Imom Buxoriy xalqaro ilmiy-tadqiqot markazi” nashriyoti, 2019. 312 b.
44. Djoraev M., Fizika o'qitish metodikasi. Guliston davlat universiteti. Guliston, 2017. – 256 b.
45. Ibraymov A.E. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. metodik qo'llanma/ tuzuvchi. A.E.Ibraymov. – Toshkent: “Lesson press”, 2020. 112 bet.
46. Ignatova N. YU. Obrazovanie v sifrovuyu epoxu: monografiya. M-vo obrazovaniya i nauki RF. – Nijniy Tagil: NTI (filial) UrFU, 2017. – 128 s. http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf
47. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsolieva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
48. Muslimov N.Ava boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 208 b.
49. Noxara X. Reforma gosudarstvennykh universitetov i nauchnykh issledovaniy v Yaponii. // Ekonomika obrazovaniya. – 2008. – № 3. – S. 77–82
50. Oleg Verxodanov, YUriy Pariyskiy. Radiogalaktiki i kosmologiya. Litres, 2018-12-20. — 304 s. — ISBN 978-5-457-96755-7. 18
51. Oliy ta'lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Evropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida. https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf
52. S.G.Moiseev, S.V.Vinogradov. Osnovy nanofiziki. Ulyanovsk, 2010.
53. Usmonov B.SH., Habibullaev R.A. Oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish. O'quv qo'llanma. T.: “Tafakkur” nashriyoti, 2020 y. 120 bet.
54. Herbak E.N. Zarubejnyye obrazovatelnyye sistemy upravleniya vysshim obrazovaniem (na primere obrazovatelnykh standartov Fransii i SSHA) // Obrazovanie i pravo. – 2012. – № 9 (37). – S.79-87 IV. Internet saytlar
55. <http://edu.uz> – O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
56. <http://lex.uz> – O'zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi
57. <http://bimm.uz> – Oliy ta'lim tizimi pedagog va rahbar kadrlarini qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirishni tashkil etish bosh ilmiy-metodik markazi

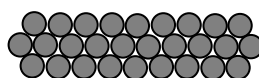
58. <http://ziyonet.uz> – Ta’lim portali Ziyonet
59. <http://www.nobelprizes.com/>
60. <http://www.wittenborg.eu>
61. <http://www.physics.ox.ac.uk>
62. <http://www.phy.cam.ac.uk>
63. <http://www.physics.uni-heidelberg.de>
64. www.cultinfo./fulltext/1/008/077/561/htm
65. <http://www.unibo.it>
66. <http://www.iau-aiu.net/>
67. <https://en.wikipedia.org/wiki/>
68. <http://www.aca-secretariat.be/>
69. <https://ui.adsabs.harvard.edu/>

TAQDIMOT UCHUN RASMLAR

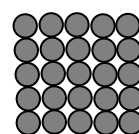




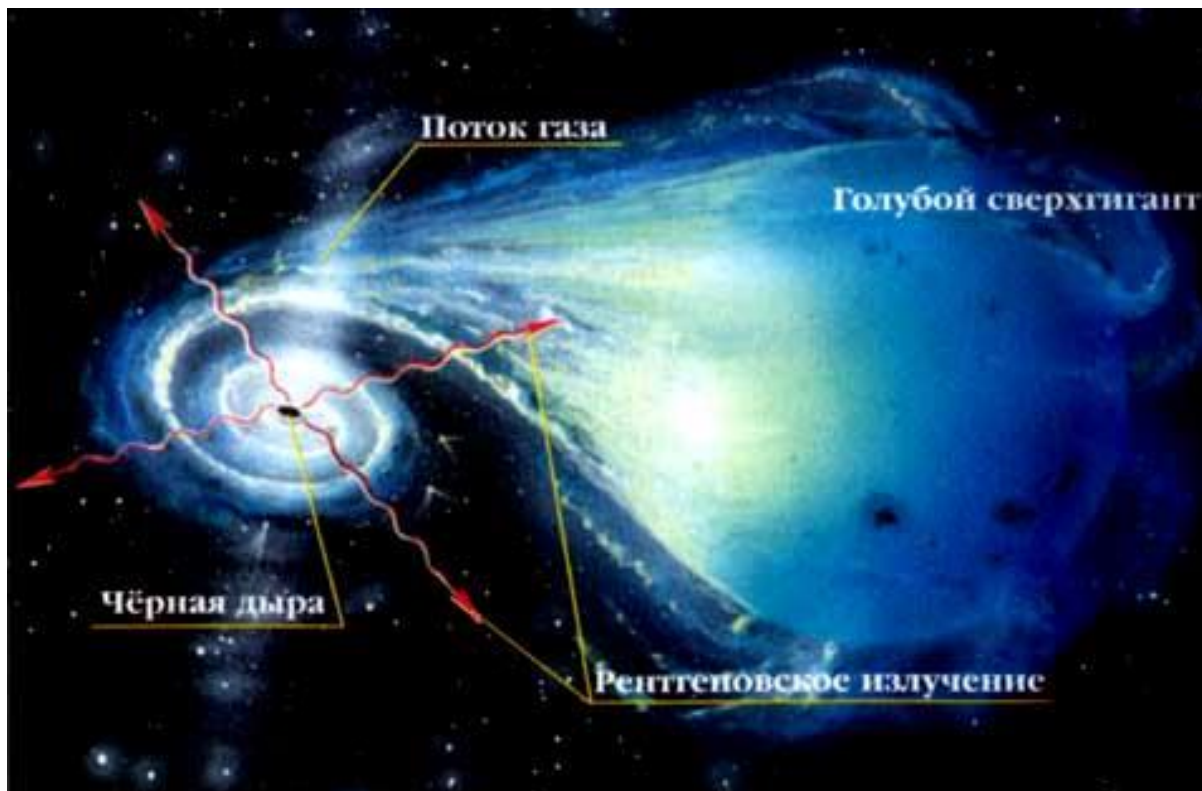
Kvant o'ra



Kvant sim



Kvant nuqta



7 – Rasm. Olimlar tasavvur etgan qora tuynuklar