

**TOSHKENT DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI  
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI  
OSHIRISH TARMOQ MARKAZI**



# **FIZIKA VA ASTRANOMIYA O'QITISH METODIKASI**

**Zamonaviy kosmologiya va  
eksperimental fizika tadqiqotlari**

**MODULI BO'YICHA  
O'QUV-USLUBIY MAJMUUA**



**TOSHKENT-2022**



**Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil 7 dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.**

**Tuzuvchi:** **B.Dj.Sattarova** - Nizomiy nomidagi TDPU “Fizika va astronomiya o‘qitish metodikasi kafedrasida dotsenti, p.f.n.

**Taqrizchilar:** **Ch.T.Sherdonov** - O‘zRFA Astronomiya instituti katta ilmiy hodimi f.-m.f.n., dotsent

**Xorijiy ekspert: f.-m.f.d., professor V.K.Jarov** - AFXTI (Rossiya), Fundamental va amaliy matematika kafedrasida mudiri.

**O‘quv-uslubiy majmua TDPU Kengashining 2020 yil 27 avgustdagi 1/3.6- sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.**



## MUNDARIJA

<b>I. ISHCHI DASTUR .....</b>	<b>4</b>
<b>II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI.....</b>	<b>10</b>
<b>III. NAZARIY MATERIALLAR.....</b>	<b>26</b>
<b>IV. AMALIY MASHG‘ULOTLAR .....</b>	<b>92</b>
<b>V. GLOSSARIY .....</b>	<b>99</b>
<b>VI. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI .....</b>	<b>110</b>



## I. ISHCHI DASTUR

### KIRISH

Dastur O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyundagi “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, 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-sonli, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-sonli Farmonlari, shuningdek 2017 yil 20 apreldagi “Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2909-sonli Qarorida 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 mazmuni oliy ta’limning normativ-huquqiy asoslari va qonunchilik normalari, ilg‘or ta’lim texnologiyalari va pedagogik mahorat, ta’lim jarayonlarida axborot-kommunikasiya texnologiyalarini qo‘llash, amaliy xorijiy til, tizimli tahlil va qaror qabul qilish asoslari, maxsus fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, texnologik taraqqiyot va o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kasbiy kompetentligi va kreativligi, global Internet tarmog‘i, multimedia tizimlari va masofadan o‘qitish usullarini o‘zlashtirish bo‘yicha bilim, ko‘nikma va malakalarini shakllantirishni nazarda tutadi.

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, bu orqali oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining sohaga oid zamonaviy ta’lim va innovasiya texnologiyalari, ilg‘or xorijiy tajribalardan samarali foydalanish, axborot-kommunikasiya texnologiyalarini o‘quv jarayoniga keng tatbiq etish, chet tillarini intensiv o‘zlashtirish darajasini oshirish hisobiga ularning kasb mahoratini, ilmiy faoliyatini muntazam yuksaltirish, oliy ta’lim muassasalarida o‘quv-tarbiya jarayonlarini tashkil etish va boshqarishni tizimli tahlil qilish, shuningdek, pedagogik vaziyatlarda optimal qarorlar qabul qilish bilan bog‘liq kompetensiyalarga ega bo‘lishlari ta’minlanadi.

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



## **Modulning maqsadi va vazifalari**

“Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari” modulining **maqsadi** pedagog kadrlarning o‘quv-tarbiyaviy jarayonlarni yuksak ilmiy darajada ta’minlashlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini muntazam yangilash, malaka talablari, o‘quv reja va dasturlari asosida ularning kasbiy kompetentligi va pedagogik mahoratining doimiy rivojlanishini ta’minlashdan iborat.

### **Mazkur kursning vazifalari:**

- “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonun va Kadrlar tayyorlash milliy dasturida aks etgan vazifalarni amalga oshirish;
- oliy ta’lim muassasasi professor-o‘qituvchilarining ilmiy-nazariy, pedagogik-psixologik, ilmiy-metodik tayyorgarligi darajasini orttirish;
- professor-o‘qituvchilarda fizika va astronomiyani o‘qitishda zamonaviy yondoshuvlarni amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan ilmiy-metodologik bilimlarni shakllantirish, ko‘nikmalarni tarkib toptirish;
- ta’lim-tarbiya jarayonida zamonaviy ilmiy tadqiqot masalalarini qo‘llash uchun zarur bo‘lgan bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiya (layoqat)ni tarkib toptirish;
- o‘qituvchilarni o‘z pedagogik faoliyatini tahlil qilishga o‘rgatish, tahliliy – tanqidiy, ijodiy va mustaqil fikr yuritish ko‘nikmalarini rivojlantirish;
- Kadrlar tayyorlash milliy dasturi talablari asosida yuksak umumiy va kasb-hunar madaniyatiga, ijodiy va ijtimoiy faollikka ega pedagogik kadrlarning yangi avlodini shakllantirish;
- fizika va astronomiyani o‘qitishning metodologiyasi va nazariy masalalari bilan tanishtirish;
- fizika va astronomiyani o‘qitishni takomillashtirish va samaradorligini orttirish yo‘llari bilan tanishtirish.

### **Tinglovchilarning metodik bilimi, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar:**

“Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari” kursini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

#### **Tinglovchi:**

- oliy ta’lim tizimida fizika va astronomiyani o‘qitishda qo‘llaniladigan yondoshuvlar va tendensiyalarni bilishi;
- oliy ta’lim tizimida fizika va astronomiyani o‘qitishda qo‘yiladigan hozirgi zamon talablarini tasavvur qilishi;
- zamonaviy fizika va astronomiya taraqqiyot yo‘nalishlari, eng so‘nggi yutuqlarini bilishi va o‘z faoliyatida ulardan foydalana olishi;



- fizika va astronomiya mashg'ulotlariga qo'yiladigan talablar, fizika va astronomiyadan tashkil etiladigan ma'ruzalarning tiplari va turlarini bilishi;
- fizika va astronomiya o'qituvchisining kasbiy va ilmiy - metodik tayyorgarligining tarkibiy qismlari haqida **bilimlarga ega bo'lishi**;

### **Tinglovchi:**

- fizika va astronomiya ta'lim mazmuni, vositalari, metodlari va shakllarining uzviyligi, ta'limning uzviyligi va izchilligini ta'minlash muammolarini anglashi;
- o'qitish mazmuniga oid axborotlarni qayta ishlash, umumlashtirish va talabalar ongiga yetkazish yo'llarini bilishi;
- pedagogika oliy ta'lim muassasalarida fizika va astronomiyani o'qitish oldidagi dolzarb muammolar va ularni hal etish yo'llari;
- fizika va astronomiyani o'qitishga tizimli yondoshuv, mashg'ulotlar va auditoriyadan tashqari mashg'ulotlarni tashkil etish va o'tkazish yo'llarini;
- pedagogika oliy ta'lim muassasalarida fizika va astronomiyani o'qitish bo'yicha ma'ruza, amaliy va seminar mashg'ulotlarida talabalarning bilish faoliyatini tashkil etish va boshqarish **ko'nikma va malakalarini egallashi**;

### **Tinglovchi:**

- talabalarning mustaqil ishlari va ta'limini tashkil etish, ularni ilmiy-tadqiqotlarga yo'naltirish;
- fizika va astronomiya fanlarni o'qitishda zamonaviy innovatsion texnologiyalaridan uyg'unlashtirilgan holda foydalanish **kompetensiyalarni egallashi lozim**.

### **Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar**

“Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari” kursi ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

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

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;
- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o'tkazish va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

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

“Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari” moduli mazmuni o'quv rejadagi “Fizik demonstratsion eksperimentlar” va “Fizika fanlarini o'qitishning innovatsion muhitini loyixalash” o'quv modullari bilan uzviy bog'langan holda pedagoglarning mashg'ulotlarni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha kasbiy pedagogik



tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

**Modulning oliy ta’limdagi o’rni**

Modulni o’zlashtirish orqali tinglovchilar o’z sohasidagi jahon miqyosidagi yangiliklardan xabardor bo’ladilar va bu holat ularning kasbiy kompetentligini oshiradi.

**Modul bo’yicha soatlar taqsimoti**

<b>T/r</b>	<b>Modul mavzulari</b>	<b>Jami</b>	<b>Nazariy</b>	<b>Amaliy</b>
1	Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari, yo’nalishlari, tendensiyalari.	4	2	2
2	Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi, olib borilayotgan tadqiqotlar. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g’oyalari. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari.	4	2	2
3	Eksperimental fizika tadqiqotlari. Kosmomikrofizika. Kosmomikrofizikadagi muammolar.	6	2	4
4	Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar. Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari natijalarini ta’limda qo’llash.	6	2	4
<b>Jami</b>		<b>20</b>	<b>8</b>	<b>12</b>

**NAZARIY MASHG’ULOTLAR MAZMUNI**

**1-mavzu: Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari, yo’nalishlari, tendensiyalari (2 soat).**

Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari. Fizika va astronomiya sohasidagi olib borilayotgan tadqiqotlar tendensiyalari. Fizika va astronomiya sohasidagi tadqiqot yo’nalishlari. Zamonaviy dunyoqarash va uning shakllanishida fizika va astronomiyaning o’rni.



**2- mavzu: Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi, olib borilayotgan tadqiqotlar Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g'oyalar. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari. (2 soat).**

Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g'oyalar, olib borilayotgan tadqiqotlar. Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari.

**3- mavzu: Eksperimental fizika tadqiqotlari Kosmomikrofizika. Kosmomikrofizikadagi muammolar. (2 soat).**

Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari. Kosmomikrofizika. Kosmomikrofizikadagi muammolar.

**4- mavzu: Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar. Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari natijalarini ta'limda qo'llash (2 soat).**

Tezlatkichlar - zarralar fizikasi. Nanotexnologiyalar. Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar. Yangi fanlarning shakllanishi va ularning yuzaga kelishidagi asoslar.

### AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

**1-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari, yo'nalishlari, tendensiyalari (2 soat).**

Jamoalarda tinglovchilar guruhlarida birgalikda zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlarini tahlil qiladilar. Fizika va astronomiya sohasidagi olib borilayotgan tadqiqotlar tendensiyalari o'rganiladi va muhokama qilinadi. Fizika va astronomiya sohasidagi tadqiqot yo'nalishlari. Zamonaviy dunyoqarash va uning shakllanishida fizika va astronomiyaning o'rniga doir ma'lumotlar to'g'risida mustaqil va umumjamoat tahlil materiallarini tayyorlash, muhokama qilish va mustahkamlash.

**2-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi, olib borilayotgan tadqiqotlar Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g'oyalar. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari. (2 soat).**

Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g'oyalar. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari olingan natijalar va unda bajarilishi rejalashtirilayotgan istiqbol eksperimentlarni izohlash.





### **3-amaliy mashg'ulot: Eksperimental fizika tadqiqotlari Kosmomikrofizika. Kosmomikrofizikadagi muammolar. (4 soat).**

Fan taraqqiyotining o'ziga xos xususiyatlari. Kosmomikrofizika. Kosmomikrofizikadagi muammolar (intellekt karta, klaster) yordamida tahlil qilinib mavzu har tomonlama mustahkamlanadi.

### **4-amaliy mashg'ulot: Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar. Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari natijalarini ta'limda qo'llash (4 soat).**

Nanofizika fani shakllanishi tarixi, maqsad-vazifalarini tahlili. Nanofizika tadqiqot usullari, olingan natijalari, Nanotexnologiyalarning shakllanish tarixi, Nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar, ularning fan-texnika rivojida o'rni.

## **O'QITISH SHAKLLARI**

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

- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va fizika va astronomiyadagi yangi yutuqlarni anglab olish, soha bo'yicha qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko'rilayotgan fan yangiliklari va muammolarini mavjud bilim va muammolar bilan bog'lash, ma'lum yechimlar bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (muammolar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).



## II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA'LIM METODLARI

Hozirgi vaqtda ta'lim jarayonida o'qitishning zamonaviy metodlari keng qo'llanilmoqda. O'qitishning zamonaviy metodlarini qo'llash o'qitish jarayonida yuqori samaradorlikka erishishga olib keladi. Ta'lim metodlarini tanlashda har bir darsning didaktik vazifasidan kelib chiqib tanlash maqsadga muvofiq sanaladi.

An'anaviy dars shaklini saqlab qolgan holda, unga turli-tuman ta'lim oluvchilar faoliyatini faollashtiradigan metodlar bilan boyitish ta'lim oluvchilarning o'zlashtirish darajasining ko'tarilishiga olib keladi. Buning uchun dars jarayoni oqilona tashkil qilinishi, ta'lim beruvchi tomonidan ta'lim oluvchilarning qiziqishini orttirib, ularning ta'lim jarayonida faolligi muttasil rag'batlantirilib turilishi, o'quv materialini kichik-kichik bo'laklarga bo'lib, ularning mazmunini ochishda aqliy hujum, kichik guruhlarda ishlash, bahs-munozara, muammoli vaziyat, yo'naltiruvchi matn, loyiha, rolli o'yinlar kabi metodlarni qo'llash va ta'lim oluvchilarni amaliy mashqlarni mustaqil bajarishga undash talab etiladi.

Bu metodlarni interfaol yoki interaktiv metodlar deb ham atashadi. **Interfaol metodlar** deganda-ta'lim oluvchilarni faollashtiruvchi va mustaqil fikrlashga undovchi, ta'lim jarayonining markazida ta'lim oluvchi bo'lgan metodlar tushuniladi. Bu metodlar qo'llanilganda ta'lim beruvchi ta'lim oluvchini faol ishtirok etishga chorlaydi. Ta'lim oluvchi butun jarayon davomida ishtirok etadi. Ta'lim oluvchi markazda bo'lgan yondoshuvning foydali jihatlari quyidagilarda namoyon bo'ladi:

- ta'lim samarasi yuqoriroq bo'lgan o'qish-o'rganish;
- ta'lim oluvchining yuqori darajada rag'batlantirilishi;
- ilgari orttirilgan bilimning ham e'tiborga olinishi;
- o'qish shiddatini ta'lim oluvchining ehtiyojiga muvofiqlashtirilishi;
- ta'lim oluvchining tashabbuskorligi va mas'uliyatining qo'llab-quvvatlanishi;
- amalda bajarish orqali o'rganilishi;
- ikki tarafdin fikr-mulohazalarga sharoit yaratilishi.

## “AQLIY HUJUM” metodi



“**Aqliy hujum**” metodi - biror muammo bo'yicha ta'lim oluvchilar tomonidan bildirilgan erkin fikr va mulohazalarni to'plab, ular orqali ma'lum bir yechimga kelinadigan metoddir. “Aqliy hujum” metodining yozma va og'zaki shakllari mavjud. Og'zaki shaklida ta'lim beruvchi tomonidan berilgan savolga ta'lim oluvchilarning har biri o'z fikrini og'zaki bildiradi. Ta'lim oluvchilar o'z javoblarini aniq va qisqa tarzda bayon etadilar. Yozma shaklida esa berilgan savolga ta'lim oluvchilar o'z javoblarini qog'oz kartochkalarga qisqa va barchaga ko'rinarli tarzda yozadilar. Javoblar doskaga (magnitlar yordamida) yoki «pinbord» doskasiga (ignalar yordamida) mahkamlanadi. “Aqliy hujum” metodining yozma shaklida javoblarni ma'lum belgilar bo'yicha guruhlab chiqish imkoniyati mavjuddir. Ushbu metod to'g'ri va ijobiy qo'llanilganda shaxsni erkin, ijodiy va nostandart fikrlashga o'rgatadi.

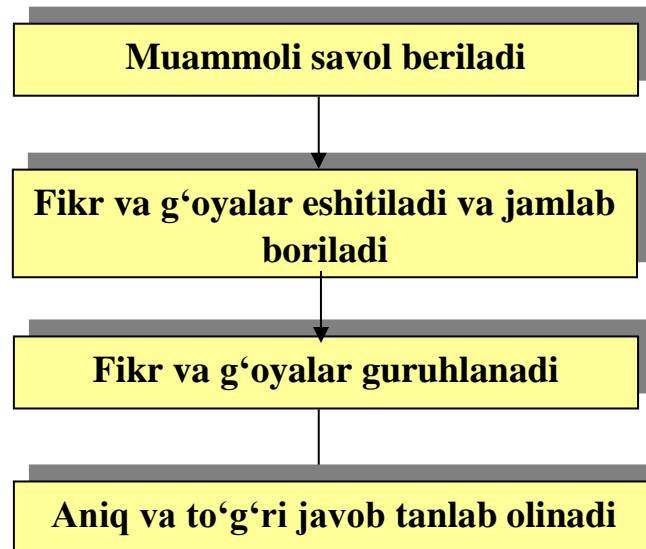
“Aqliy hujum” metodidan foydalanilganda ta'lim oluvchilarning barchasini jalb etish imkoniyati bo'ladi, shu jumladan ta'lim oluvchilarda muloqot qilish va munozara olib borish madaniyati shakllanadi. Ta'lim oluvchilar o'z fikrini faqat og'zaki emas, balki yozma ravishda bayon etish mahorati, mantiqiy va tizimli fikr yuritish ko'nikmasi rivojlanadi. Bildirilgan fikrlar baholanmasligi ta'lim oluvchilarda turli g'oyalar shakllanishiga olib keladi. Bu metod ta'lim oluvchilarda ijodiy tafakkurni rivojlantirish uchun xizmat qiladi.

“Aqliy hujum” metodi ta'lim beruvchi tomonidan qo'yilgan maqsadga qarab amalga oshiriladi:

1. Ta'lim oluvchilarning boshlang'ich bilimlarini aniqlash maqsad qilib qo'yilganda, bu metod darsning mavzuga kirish qismida amalga oshiriladi.
2. Mavzuni takrorlash yoki bir mavzuni keyingi mavzu bilan bog'lash maqsad qilib qo'yilganda –yangi mavzuga o'tish qismida amalga oshiriladi.
3. O'tilgan mavzuni mustahkamlash maqsad qilib qo'yilganda-mavzudan so'ng, darsning mustahkamlash qismida amalga oshiriladi.

### “Aqliy hujum” metodini qo'llashdagi asosiy qoidalar:

1. Bildirilgan fikr-g'oyalar muhokama qilinmaydi va baholanmaydi.
  2. Bildirilgan har qanday fikr-g'oyalar, ular hatto to'g'ri bo'lmasa ham inobatga olinadi.
  3. Har bir ta'lim oluvchi qatnashishi shart.
- Quyida (1-chizma) “Aqliy hujum” metodining tuzilmasi keltirilgan.



## 1-chizma. "Aqliy hujum" metodining tuzilmasi

### "Aqliy hujum" metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:

1. Ta'lim oluvchilarga savol tashlanadi va ularga shu savol bo'yicha o'z javoblarini (fikr, g'oya va mulohaza) bildirishlarini so'raladi;
2. Ta'lim oluvchilar savol bo'yicha o'z fikr-mulohazalarini bildirishadi;
3. Ta'lim oluvchilarning fikr-g'oyalari (magnitafonga, videotasmaga, rangli qog'ozlarga yoki doskaga) to'planadi;
4. Fikr-g'oyalar ma'lum belgilar bo'yicha guruhlanadi;
5. Yuqorida qo'yilgan savolga aniq va to'g'ri javob tanlab olinadi.

### "Aqliy hujum" metodining afzalliklari:

- natijalar baholanmasligi ta'lim oluvchilarda turli fikr-g'oyalarning shakllanishiga olib keladi;
- ta'lim oluvchilarning barchasi ishtirok etadi;
- fikr-g'oyalar vizuallashtirilib boriladi;
- ta'lim oluvchilarning boshlang'ich bilimlarini tekshirib ko'rish imkoniyati mavjud;
- ta'lim oluvchilarda mavzuga qiziqish uyg'otadi.

### "Aqliy hujum" metodining kamchiliklari:

- ta'lim beruvchi tomonidan savolni to'g'ri qo'ya olmaslik;
- ta'lim beruvchidan yuqori darajada eshitish qobiliyatining talab etilishi.

## “KICHK GURUHLARDA ISHLASH” metodi



**“Kichik guruhlarda ishlash” metodi** - ta’lim oluvchilarni faollashtirish maqsadida ularni kichik guruhlariga ajratgan holda o‘quv materialini o‘rganish yoki berilgan topshiriqni bajarishga qaratilgan darsdagi ijodiy ish.

Ushbu metod qo‘llanilganda ta’lim oluvchi kichik guruhlarda ishlab, darsda faol ishtirok etish huquqiga, boshlovchi rolda bo‘lishga, bir-biridan o‘rganishga va turli nuqtai- nazarlarni qadrlash imkoniga ega bo‘ladi.

“Kichik guruhlarda ishlash” metodi qo‘llanilganda ta’lim beruvchi boshqa interfaol metodlarga qaraganda vaqtni tejash imkoniyatiga ega bo‘ladi. Chunki ta’lim beruvchi bir vaqtning o‘zida barcha ta’lim oluvchilarni mavzuga jalb eta oladi va baholay oladi. Quyida “Kichik guruhlarda ishlash” metodining tuzilmasi keltirilgan (2-chizma).



2-chizma. “Kichik guruhlarda ishlash” metodining tuzilmasi

**“Kichik guruhlarda ishlash” metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:**

1. Faoliyat yo‘nalishi aniqlanadi. Mavzu bo‘yicha bir-biriga bog‘liq bo‘lgan masalalar belgilanadi.

2. Kichik guruhlar belgilanadi. Ta'lim oluvchilar guruhlarga 3-6 kishidan bo'linishlari mumkin.
3. Kichik guruhlar topshiriqni bajarishga kirishadilar.
4. Ta'lim beruvchi tomonidan aniq ko'rsatmalar beriladi va yo'naltirib turiladi.
5. Kichik guruhlar taqdimot qiladilar.
6. Bajirilgan topshiriqlar muhokama va tahlil qilinadi.
7. Kichik guruhlar baholanadi.

### «Kichik guruhlarda ishlash» metodining afzalligi:

- o'qitish mazmunini yaxshi o'zlashtirishga olib keladi;
- muloqotga kirishish ko'nikmasining takomillashishiga olib keladi;
- vaqtni tejash imkoniyati mavjud;
- barcha ta'lim oluvchilar jalb etiladi;
- o'z-o'zini va guruhlara baholash imkoniyati mavjud bo'ladi.

### «Kichik guruhlarda ishlash» metodining kamchiliklari:

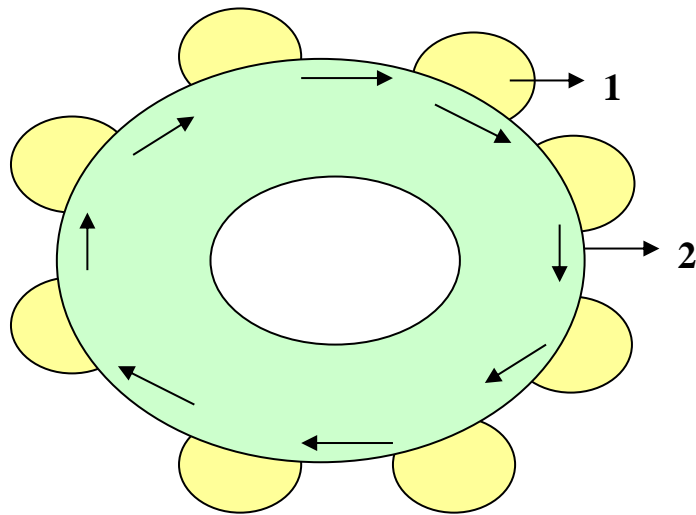
- ba'zi kichik guruhlarda kuchsiz ta'lim oluvchilar bo'lganligi sababli kuchli ta'lim oluvchilarning ham past baho olish ehtimoli bor;
- barcha ta'lim oluvchilarni nazorat qilish imkoniyati past bo'ladi;
- guruhlara o'zaro salbiy raqobatlar paydo bo'lib qolishi mumkin;
- guruh ichida o'zaro nizo paydo bo'lishi mumkin.

## “DAVRA SUHBATI” metodi



**Davra suhbati” metodi** – aylana stol atrofida berilgan muammo yoki savollar yuzasidan ta'lim oluvchilar tomonidan o'z fikr-mulohazalarini bildirish orqali olib boriladigan o'qitish metodidir.

“Davra suhbati” metodi qo'llanilganda stol-stullarni doira shaklida joylashtirish kerak. Bu har bir ta'lim oluvchining bir-biri bilan “ko'z aloqasi” ni o'rnatib turishiga yordam beradi. Davra suhbatining og'zaki va yozma shakllari mavjuddir. Og'zaki davra suhbatida ta'lim beruvchi mavzuni boshlab beradi va ta'lim oluvchilardan ushbu savol bo'yicha o'z fikr-mulohazalarini bildirishlarini so'raydi va aylana bo'ylab har bir ta'lim oluvchi o'z fikr-mulohazalarini og'zaki bayon etadilar. So'zlayotgan ta'lim oluvchini barcha diqqat bilan tinglaydi, agar muhokama qilish lozim bo'lsa, barcha fikr-mulohazalar tinglanib bo'lingandan so'ng muhokama qilinadi. Bu esa ta'lim oluvchilarning mustaqil fikrlashiga va nutq madaniyatining rivojlanishiga yordam beradi.

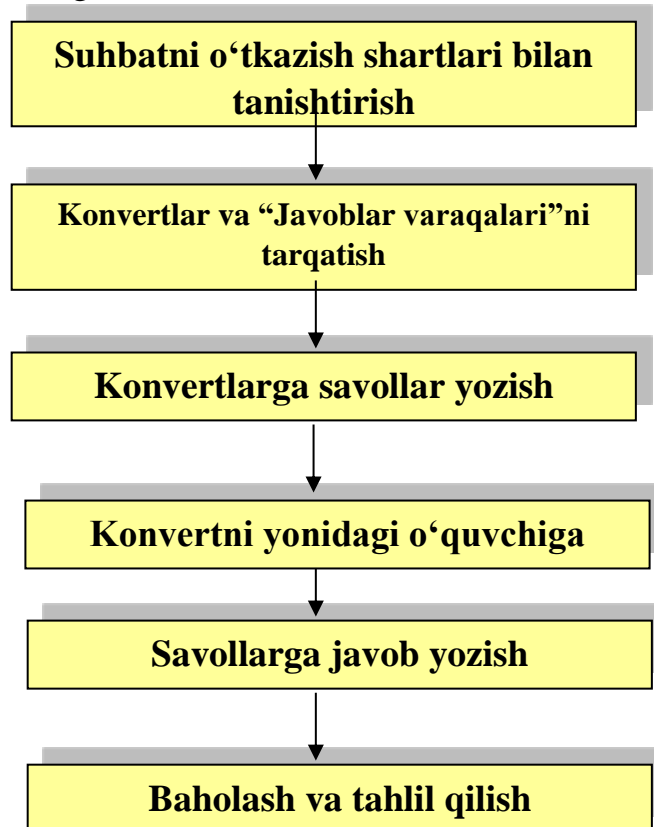
**Belgilar:**

1-ta'lim oluvchilar

2-aylana stol

**3-chizma. Davra stolining tuzilmasi**

Yozma davra suhbatida (3-chizma) ham stol-stullar aylana shaklida joylashtirilib, har bir ta'lim oluvchiga konvert qog'oz beriladi. Har bir ta'lim oluvchi konvert ustiga ma'lum bir mavzu bo'yicha o'z savolini beradi va "Javob varaqasi"ning biriga o'z javobini yozib, konvert ichiga solib qo'yadi. Shundan so'ng konvertni soat yo'nalishi bo'yicha yonidagi ta'lim oluvchiga uzatadi. Konvertni olgan ta'lim oluvchi o'z javobini "Javoblar varaqasi"ning biriga yozib, konvert ichiga solib qo'yadi va yonidagi ta'lim oluvchiga uzatadi. Barcha konvertlar aylana bo'ylab harakatlanadi. Yakuniy qismda barcha konvertlar yig'ib olinib, tahlil qilinadi. Quyida "Davra suhbat" metodining tuzilmasi keltirilgan (4-chizma).

**4-chizma. "Davra suhbat" metodining tuzilmasi**

## **“Davra suhbatı” metodining bosqichlari quyidagılardan iborat:**

1. Mashg‘ulot mavzusi e‘lon qilinadi.
2. Ta‘lim beruvchi ta‘lim oluvchılarnı mashg‘ulotni o‘tkazish tartibi bilan tanishtiradi.
3. Har bir ta‘lim oluvchıga bittadan konvert va javoblar yozish uchun guruhda necha ta‘lim oluvchi bo‘lsa, shunchadan “Javoblar varaqalari”ni tarqatilib, har bir javobni yozish uchun ajratilgan vaqt belgilab qo‘yiladi. Ta‘lim oluvchi konvertga va “Javoblar varaqalari”ga o‘z ismi-sharifini yozadi.
4. Ta‘lim oluvchi konvert ustıga mavzu bo‘yicha o‘z savolini yozadi va “Javoblar varaqasi”ga o‘z javobini yozib, konvert ichıga solib qo‘yadi.
5. Konvertga savol yozgan ta‘lim oluvchi konvertni soat yo‘nalishi bo‘yicha yonidagi ta‘lim oluvchıga uzatadi.
6. Konvertni olgan ta‘lim oluvchi konvert ustıdagi savolga “Javoblar varaqalari”dan birıga javob yozadi va konvert ichıga solib qo‘yadi hamda yonidagi ta‘lim oluvchıga uzatadi.
7. Konvert davra stoli bo‘ylab aylanib, yana savol yozgan ta‘lim oluvchıning o‘zıga qaytib keladi. Savol yozgan ta‘lim oluvchi konvertdagi “Javoblar varaqalari”ni baholaydi.
8. Barcha konvertlar yig‘ib olinadi va tahlil qilinadi.

Ushbu metod orqali ta‘lim oluvchılar berilgan mavzu bo‘yicha o‘zlarining bilimlarini qisqa va aniq ifoda eta oladılar. Bundan tashqari ushbu metod orqali ta‘lim oluvchılarnı muayyan mavzu bo‘yicha baholash imkoniyati yaratiladi. Bunda ta‘lim oluvchılar o‘zlari bergan savollarıga guruhdagi boshqa ta‘lim oluvchılar bergan javoblarını baholashlari va ta‘lim beruvchi ham ta‘lim oluvchılarnı ob‘ektiv baholashi mumkin.

## **“Davra suhbatı” metodining afzalliklari:**

- o‘tilgan materialining yaxshi esda qolishıga yordam beradi;
- barcha ta‘lim oluvchılar ishtirok etadılar;
- har bir ta‘lim oluvchi o‘zining baholanishi mas‘uliyatını his etadi;
- o‘z fikrini erkin ifoda etish uchun imkoniyat yaratiladi.

## **“Davra suhbatı” metodining kamchiliklari:**

- ko‘p vaqt talab etiladi;
- ta‘lim beruvchıning o‘zi ham rivojlangan fikrlash qobiliyatıga ega bo‘lishi talab etiladi;
- ta‘lim oluvchılarning bilim darajasıga mos va qizıqarli bo‘lgan mavzu tanlash talab etiladi.

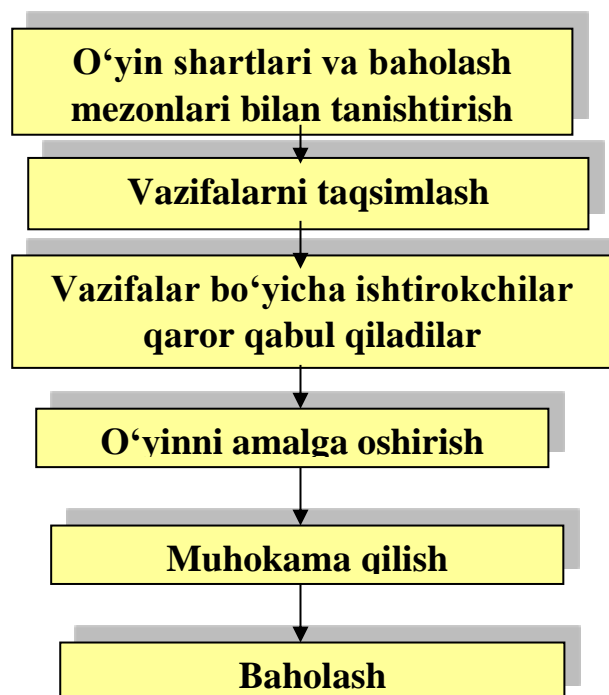




**“Ishbop o‘yin” metodi** - berilgan topshiriqlarga ko‘ra yoki o‘yin ishtirokchilari tomonidan tayyorlangan har xil vaziyatdagi boshqaruvchilik qarorlarini qabul qilishni imitatsiya qilish (taqlid, aks ettirish) metodi hisoblanadi.

**“ISHBOP O‘YIN” metodi**

O‘yin faoliyati biron bir tashkilot vakili sifatida ishtirok etayotgan ishtirokchining hulq-atvori va ijtimoiy vazifalarini imitatsiya qilish orqali beriladi. Bir tomondan o‘yin nazorat qilinsa, ikkinchi tomondan oraliq natijalarga ko‘ra ishtirokchilar o‘z faoliyatlarini o‘zgartirish imkoniyatiga ham ega bo‘ladi. Ishbop o‘yinda rollar va rollarning maqsadi aralashgan holda bo‘ladi. Ishtirokchilarning bir qismi qat’iy belgilangan va o‘yin davomida o‘zgarmas rolni ijro etishlari lozim. Bir qism ishtirokchilar rollarini shaxsiy tajribalari va bilimlari asosida o‘z maqsadlarini belgilaydilar. Ishbop o‘yinda har bir ishtirokchi alohida rolli maqsadni bajarishi kerak. Shuning uchun vazifani bajarish jarayoni individual-guruhli harakterga ega. Har bir ishtirokchi avval o‘zining vazifasi bo‘yicha qaror qabul qiladi, so‘ngra guruh bilan maslahatlashadi. O‘yin yakunida har bir ishtirokchi va guruh erishgan natijalariga qarab baholanadi. Quyida “Ishbop o‘yin” metodining tuzilmasi keltirilgan (5-chizma).



**5-chizma. “Ishbop o‘yin” metodining tuzilmasi**

**“Ishbop o‘yin” metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:**



1. Ta'lim beruvchi mavzu tanlaydi, maqsad va natijalarni aniqlaydi. Qatnashchilar uchun yo'riqnomalar va baholash mezonlarini ishlab chiqadi.
2. Ta'lim oluvchilarni o'yinning maqsadi, shartlari va natijalarni baholash mezonlari bilan tanishtiradi.
3. Ta'lim oluvchilarga vazifalarni taqsimlaydi, maslahatlar beradi.
4. Ta'lim oluvchilar o'z rollari bo'yicha tayyorgarlik ko'radilar.
5. Ta'lim oluvchilar tasdiqlangan shartlarga binoan o'yinni amalga oshiradilar. Ta'lim beruvchi o'yin jarayoniga aralashmasdan kuzatadi.
6. O'yin yakunida ta'lim beruvchi muhokamani tashkil etadi. Ekspertlarning xulosalari tinglanadi, fikr-mulohazalar aytiladi.
7. Ishlab chiqilgan baholash mezonlari asosida natijalar baholanadi.

Har bir rolni ijro etuvchi o'z vazifasini to'g'ri bajarishi, berilgan vaziyatda o'zini qanday tutishi kerakligini namoyish eta olishi, muammoli holatlardan chiqib ketish qobiliyatini ko'rsata olishi kerak.

### **“Ishbop o'yin” metodining afzalliklari:**

- ta'lim oluvchilarning bilimlarini va tajribalarini o'z qarashlari va hulqlari orqali ifoda etishga yordam beradi;
- ta'lim oluvchining boshlang'ich bilimlari va tajribalarini safarbar etish uchun yaxshi imkoniyat yaratiladi;
- ta'lim oluvchilar o'z bilimlari doirasidan kelib chiqqan holda imkoniyatlarini namoyish etishlari uchun sharoit yaratiladi.

### **“Ishbop o'yin” metodining kamchiliklari:**

- ta'lim beruvchidan katta tayyorgarlikni talab etadi;
- vaqt ko'p sarflanadi;
- tanlangan mavzu ta'lim oluvchining bilim darajasiga mos kelishi talab etiladi;
- ta'lim oluvchining his-hayajoni to'g'ri qaror qabul qilishga halaqit berishi mumkin.

### **“ROLLI O'YIN” metodi**

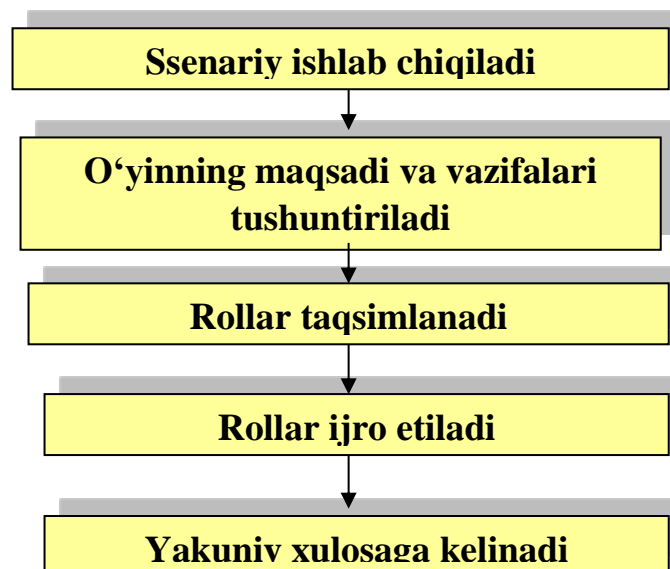


**“Rolli o'yin” metodi** - ta'lim oluvchilar tomonidan hayotiy vaziyatning har xil shart-sharoitlarini sahnalashtirish orqali ko'rsatib beruvchi metoddir.

Rolli o'yinlarning ishbob o'yinlardan farqli tomoni baholashning olib borilmasligidadir. Shu bilan birga “Rolli o'yin” metodida ta'lim oluvchilar ta'lim beruvchi tomonidan ishlab chiqilgan ssenariydagi rollarni ijro etish bilan kifoyalanishsa, “Ishbob o'yin” metodida rol ijro etuvchilar ma'lum vaziyatda qanday vazifalarni bajarish lozimligini mustaqil ravishda o'zlari hal etadilar.

Rolli o'yinda ham ishbop o'yin kabi muammoni yechish bo'yicha ishtirokchilarning birgalikda faol ish olib borishlari yo'lga qo'yilgan. Rolli o'yinlar ta'lim oluvchilarda shaxslararo muomala malakasini shakllantiradi.

“Rolli o'yin” metodida ta'lim beruvchi ta'lim oluvchilar haqida oldindan ma'lumotga ega bo'lishi lozim. Chunki rollarni o'ynashda har bir ta'lim oluvchining individual xarakteri, xulq-atvori muhim ahamiyat kasb etadi. Tanlangan mavzular ta'lim oluvchilarning o'zlashtirish darajasiga mos kelishi kerak. Rolli o'yinlar o'quv jarayonida ta'lim oluvchilarda motivatsiyani shakllantirishga yordam beradi. Quyida “Rolli o'yin” metodining tuzilmasi keltirilgan (6-chizma).



**6-chizma. “Rolli o'yin” metodining tuzilmasi**

**“Rolli o'yin” metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:**

1. Ta'lim beruvchi mavzu bo'yicha o'yinning maqsad va natijalarini belgilaydi hamda rolli o'yin ssenariysini ishlab chiqadi.
2. O'yinning maqsad va vazifalari tushuntiriladi.
3. O'yinning maqsadidan kelib chiqib, rollarni taqsimlaydi.
4. Ta'lim oluvchilar o'z rollarini ijro etadilar. Boshqa ta'lim oluvchilar ularni kuzatib turadilar.
5. O'yin yakunida ta'lim oluvchilardan ular ijro etgan rolni yana qanday ijro etish mumkinligini izohlashga imkoniyat beriladi. Kuzatuvchi bo'lgan ta'lim oluvchilar o'z yakuniy mulohazalarini bildiradilar va o'yinga xulosa qilinadi.

Ushbu metodni qo'llash uchun ssenariy ta'lim beruvchi tomonidan ishlab chiqiladi. Ba'zi hollarda ta'lim oluvchilarni ham ssenariy ishlab chiqishga jalb etish mumkin. Bu ta'lim oluvchilarning motivatsiyasini va ijodiy izlanuvchanligini oshirishga yordam beradi. Ssenariy maxsus fan bo'yicha o'tilayotgan mavzuga mos ravishda, hayotda yuz beradigan ba'zi bir holatlarni yoritishi kerak. Ta'lim oluvchilar

ushbu rolli o‘yin ko‘rinishidan so‘ng o‘z fikr-mulohazalarini bildirib, kerakli xulosa chiqarishlari lozim.

### “Rolli o‘yin” metodining afzallik tomonlari:

- o‘quv jarayonida ta‘lim oluvchilarda motivatsiya (qiziqish)ni shakllantirishga yordam beradi;
- ta‘lim oluvchilarda shaxslararo muomala malakasini shakllantiradi;
- nazariy bilimlarni amaliyotda qo‘llay olishni o‘rgatadi;
- ta‘lim oluvchilarda berilgan vaziyatni tahlil qilish malakasi shakllanadi.

### “Rolli o‘yin” metodining kamchilik tomonlari:

- ko‘p vaqt talab etiladi;
- ta‘lim beruvchidan katta tayyorgarlikni talab etadi;
- ta‘lim oluvchilarning o‘yinga tayyorgarligi turlicha bo‘lishi mumkin;
- barcha ta‘lim oluvchilarga rollar taqsimlanmay qolishi mumkin.

## “BAHS-MUNOZARA” metodi



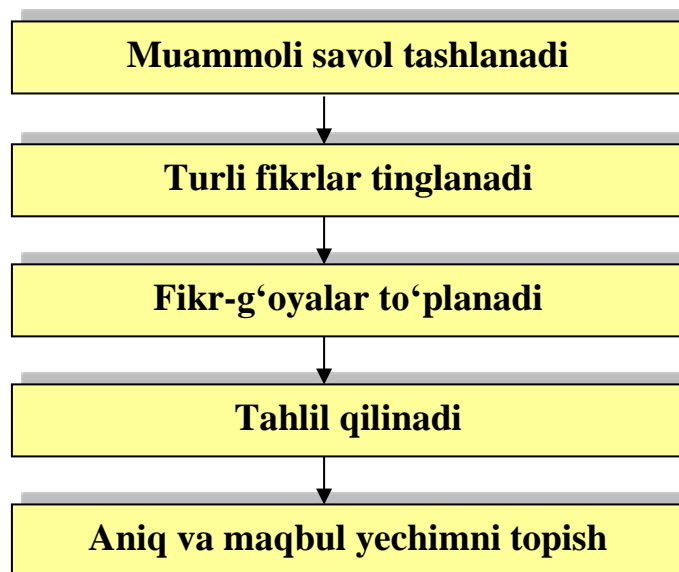
“Bahs-munozara” metodi - biror mavzu bo‘yicha ta‘lim oluvchilar bilan o‘zaro bahs, fikr almashinuv tarzida o‘tkaziladigan o‘qitish metodidir.

Har qanday mavzu va muammolar mavjud bilimlar va tajribalar asosida muhokama qilinishi nazarda tutilgan holda ushbu metod qo‘llaniladi. Bahs-munozarani boshqarib borish vazifasini ta‘lim oluvchilarning biriga topshirishi yoki ta‘lim beruvchining o‘zi olib borishi mumkin. Bahs-munozarani erkin holatda olib borish va har bir ta‘lim oluvchini munozaraga jalb etishga harakat qilish lozim. Ushbu metod olib borilayotganda ta‘lim oluvchilar orasida paydo bo‘ladigan nizolarni darhol bartaraf etishga harakat qilish kerak.

“Bahs-munozara” metodini o‘tkazishda quyidagi qoidalarga amal qilish kerak:

- barcha ta‘lim oluvchilar ishtirok etishi uchun imkoniyat yaratish;
- “o‘ng qo‘l” qoidasi (qo‘lini ko‘tarib, ruhsat olgandan so‘ng so‘zlash)ga rioya qilish;
- fikr-g‘oyalarni tinglash madaniyati;
- bildirilgan fikr-g‘oyalarning takrorlanmasligi;
- bir-birlariga o‘zaro hurmat.

Quyida (7-chizma) “Bahs-munozara” metodini o‘tkazish tuzilmasi berilgan.



**7-chizma. "Bahs-munozara" metodining tuzilmasi**

**"Bahs-munozara" metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:**

1. Ta'lim beruvchi munozara mavzusini tanlaydi va shunga doir savollar ishlab chiqadi.
2. Ta'lim beruvchi ta'lim oluvchilarga muammo bo'yicha savol beradi va ularni munozaraga taklif etadi.
3. Ta'lim beruvchi berilgan savolga bildirilgan javoblarni, ya'ni turli g'oya va fikrlarni yozib boradi yoki bu vazifani bajarish uchun ta'lim oluvchilardan birini kotib etib tayinlaydi. Bu bosqichda ta'lim beruvchi ta'lim oluvchilarga o'z fikrlarini erkin bildirishlariga sharoit yaratib beradi.
4. Ta'lim beruvchi ta'lim oluvchilar bilan birgalikda bildirilgan fikr va g'oyalarni guruhlariga ajratadi, umumlashtiradi va tahlil qiladi.
5. Tahlil natijasida qo'yilgan muammoning eng maqbul yechimi tanlanadi.

**"Bahs-munozara" metodining afzalliklari:**

- ta'lim oluvchilarni mustaqil fikrlashga undaydi;
- ta'lim oluvchilar o'z fikrining to'g'riligini isbotlashga harakat qilishiga imkoniyat yaratiladi;
- ta'lim oluvchilarda tinglash va tahlil qilish qobiliyatining rivojlanishiga yordam beradi.

**"Bahs-munozara" metodining kamchiliklari:**

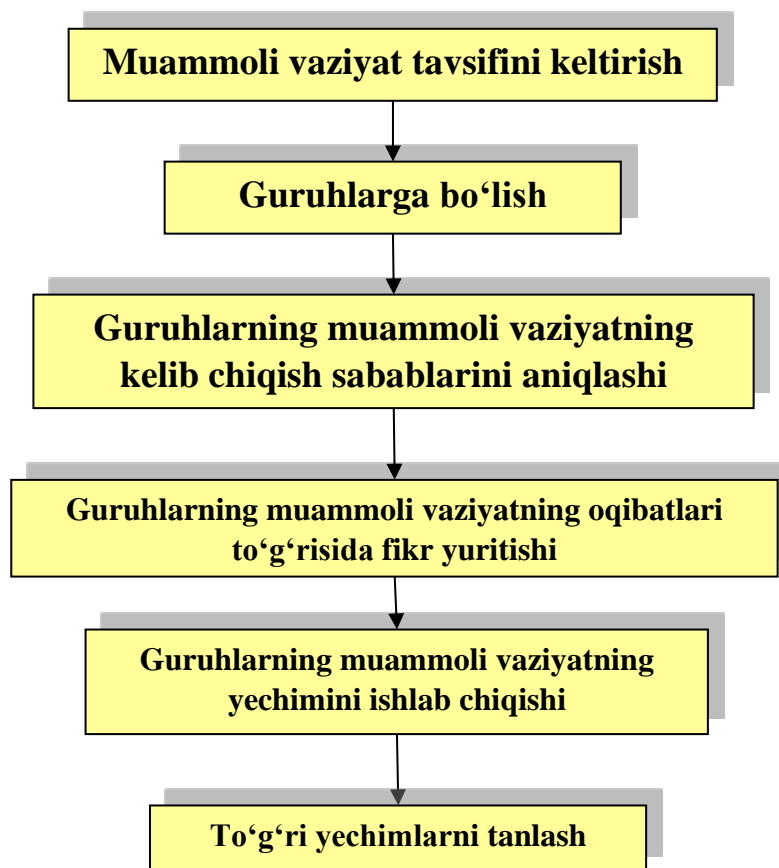
- ta'lim beruvchidan yuksak boshqarish mahoratini talab etadi;
- ta'lim oluvchilarning bilim darajasiga mos va qiziqarli bo'lgan mavzu tanlash talab etiladi.

## “MUAMMOLI VAZIYAT” metodi



“**Muammoli vaziyat**” **metodi** - ta’lim oluvchilarda muammoli vaziyatlarning sabab va oqibatlarini tahlil qilish hamda ularning yechimini topish bo‘yicha ko‘nikmalarini shakllantirishga qaratilgan metoddir.

“Muammoli vaziyat” metodi uchun tanlangan muammoning murakkabligi ta’lim oluvchilarning bilim darajalariga mos kelishi kerak. Ular qo‘yilgan muammoning yechimini topishga qodir bo‘lishlari kerak, aks holda yechimni topa olmagach, ta’lim oluvchilarning qiziqishlari so‘nishiga, o‘zlariga bo‘lgan ishonchlarining yo‘qolishiga olib keladi. «Muammoli vaziyat» metodi qo‘llanilganda ta’lim oluvchilar mustaqil fikr yuritishni, muammoning sabab va oqibatlarini tahlil qilishni, uning yechimini topishni o‘rganadilar. Quyida “Muammoli vaziyat” metodining tuzilmasi keltirilgan (8-chizma).



### 8-chizma. “Muammoli vaziyat” metodining tuzilmasi

“Muammoli vaziyat” metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:

1. Ta’lim beruvchi mavzu bo‘yicha muammoli vaziyatni tanlaydi, maqsad va vazifalarni aniqlaydi. Ta’lim beruvchi ta’lim oluvchilarga muammoni bayon qiladi.



2. Ta'lim beruvchi ta'lim oluvchilarni topshiriqning maqsad, vazifalari va shartlari bilan tanishtiradi.

3. Ta'lim beruvchi ta'lim oluvchilarni kichik guruhlariga ajratadi.

4. Kichik guruhlar berilgan muammoli vaziyatni o'rganadilar. Muammoning kelib chiqish sabablarini aniqlaydilar va har bir guruh taqdimot qiladi. Barcha taqdimotdan so'ng bir xil fikrlar jamlanadi.

5. Bu bosqichda berilgan vaqt mobaynida muammoning oqibatlari to'g'risida fikr-mulohazalarini taqdimot qiladilar. Taqdimotdan so'ng bir xil fikrlar jamlanadi.

6. Muammoni yechishning turli imkoniyatlarini muhokama qiladilar, ularni tahlil qiladilar. Muammoli vaziyatni yechish yo'llarini ishlab chiqadilar.

7. Kichik guruhlar muammoli vaziyatning yechimi bo'yicha taqdimot qiladilar va o'z variantlarini taklif etadilar.

8. Barcha taqdimotdan so'ng bir xil yechimlar jamlanadi. Guruh ta'lim beruvchi bilan birgalikda muammoli vaziyatni yechish yo'llarining eng maqbul variantlarini tanlab oladi.

### **“Muammoli vaziyat” metodining afzalliklari:**

- ta'lim oluvchilarda mustaqil fikrlash qobiliyatlarini shakllantiradi;
- ta'lim oluvchilar muammoning sabab, oqibat va yechimlarni topishni o'rganadilar;
- ta'lim oluvchilarning bilim va qobiliyatlarini baholash uchun yaxshi imkoniyat yaratiladi;
- ta'lim oluvchilar fikr va natijalarni tahlil qilishni o'rganadilar.

### **“Muammoli vaziyat” metodining kamchiliklari:**

- ta'lim oluvchilarda yuqori motivatsiya talab etiladi;
- qo'yilgan muammo ta'lim oluvchilarning bilim darajasiga mos kelishi kerak;
- ko'p vaqt talab etiladi.

### **“LOYIHA” metodi**

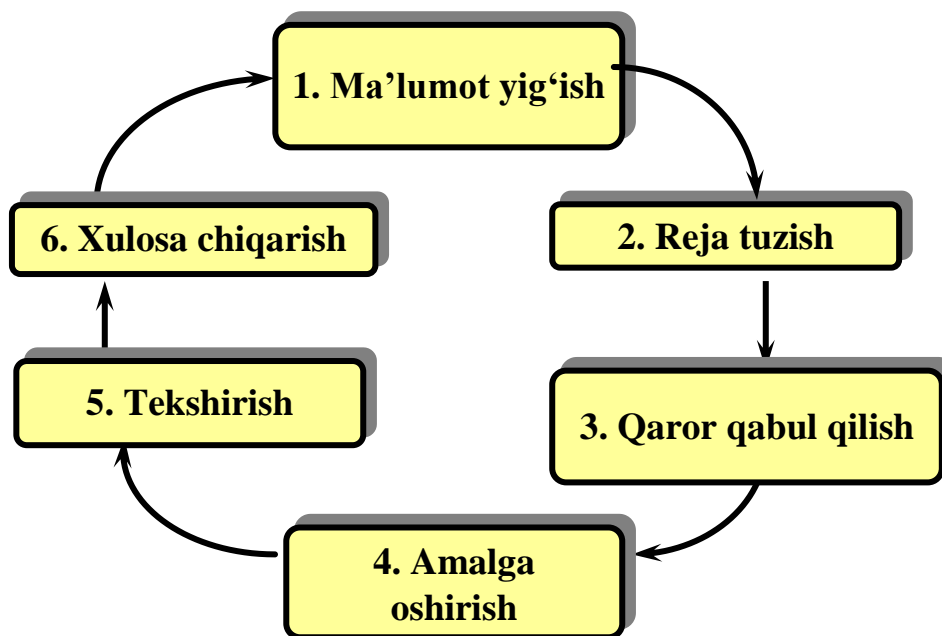


**“Loyiha” metodi** - bu ta'lim oluvchilarning individual yoki guruhlarda belgilangan vaqt davomida, belgilangan mavzu bo'yicha axborot yig'ish, tadqiqot o'tkazish va amalga oshirish ishlarini olib borishidir. Bu metodda ta'lim oluvchilar rejalashtirish, qaror qabul qilish, amalga oshirish, tekshirish va xulosa chiqarish va natijalarni baholash jarayonlarida ishtirok etadilar. Loyiha ishlab chiqish yakka tartibda yoki guruhliy bo'lishi mumkin, lekin har bir loyiha o'quv guruhining birgalikdagi faoliyatining muvofiqlashtirilgan natijasidir. Bu jarayonda ta'lim

oluvchining vazifasi belgilangan vaqt ichida yangi mahsulotni ishlab chiqish yoki boshqa bir topshiriqning yechimini topishdan iborat. Ta'lim oluvchilar nuqtai-nazaridan topshiriq murakkab bo'lishi va u ta'lim oluvchilardan mavjud bilimlarini boshqa vaziyatlarda qo'llay olishni talab qiladigan topshiriq bo'lishi kerak.

Loyiha o'rganishga xizmat qilishi, nazariy bilimlarni amaliyotga tadbiq etishi, ta'lim oluvchilar tomonidan mustaqil rejalashtirish, tashkillashtirish va amalga oshirish imkoniyatini yarata oladigan bo'lishi kerak.

Quyidagi chizmada "Loyiha" metodining bosqichlari keltirilgan (9-chizma).



**9-chizma. "Loyiha" metodining bosqichlari**

**"Loyiha" metodining bosqichlari quyidagilardan iborat:**

1. Muhandis-pedagog loyiha ishi bo'yicha topshiriqlarni ishlab chiqadi. Ta'lim oluvchilar mustaqil ravishda darslik, sxemalar, tarqatma materiallar asosida topshiriqqa oid ma'lumotlar yig'adilar.

2. Ta'lim oluvchilar mustaqil ravishda ish rejasini ishlab chiqadilar. Ish rejasida ta'lim oluvchilar ish bosqichlarini, ularga ajratilgan vaqt va texnologik ketma-ketligini, material, asbob-uskunalarni rejalashtirishlari lozim.

3. Kichik guruhlar ish rejalarini taqdimot qiladilar. Ta'lim oluvchilar ish rejasiga asosan topshiriqni bajarish bo'yicha qaror qabul qiladilar. Ta'lim oluvchilar muhandis-pedagog bilan birgalikda qabul qilingan qarorlar bo'yicha erishiladigan natijalarni muhokama qilishadi. Bunda har xil qarorlar taqqoslanib, eng maqbul variant tanlab olinadi. Muhandis-pedagog ta'lim oluvchilar bilan birgalikda "Baholash varaqasi"ni ishlab chiqadi.





4. Ta'lim oluvchilar topshiriqni ish rejasi asosida mustaqil ravishda amalga oshiradilar. Ular individual yoki kichik guruhlarda ishlashlari mumkin.

5. Ta'lim oluvchilar ish natijalarini o'zlarini tekshiradilar. Bundan tashqari kichik guruhlar bir-birlarining ish natijalarini tekshirishga ham jalb etiladilar. Tekshiruv natijalarini "Baholash varaqasi" da qayd etiladi. Ta'lim oluvchi yoki kichik guruhlar hisobot beradilar. Ish yakuni quyidagi shakllarning birida hisobot qilinadi: og'zaki hisobot; materiallarni namoyish qilish orqali hisobot; loyiha ko'rinishidagi yozma hisobot.

6. Muhandis-pedagog va ta'lim oluvchilar ish jarayonini va natijalarni birgalikda yakuniy suhbat davomida tahlil qilishadi. O'quv amaliyoti mashg'ulotlarida erishilgan ko'rsatkichlarni me'yoriy ko'rsatkichlar bilan taqqoslaydi. Agarda me'yoriy ko'rsatkichlarga erisha olinmagan bo'lsa, uning sabablari aniqlanadi.

Muhandis-pedagog "Loyiha" metodini qo'llashi uchun topshiriqlarni ishlab chiqishi, loyiha ishini dars rejasiga kiritishi, topshiriqni ta'lim oluvchilarning imkoniyatlariga moslashtirib, ularni loyiha ishi bilan tanishtirishi, loyihalash jarayonini kuzatib turishi va topshiriqni mustaqil bajara olishlarini ta'minlanishi lozim.

"Loyiha" metodini amalga oshirishning uch xil shakli mavjud:

- yakka tartibdagi ish;
- kichik guruhli ish;
- jamoa ishi.

### **III. NAZARIY MATERIALLAR**

#### **1-mavzu: Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari, yoʻnalishlari, tendensiyalari (2 soat).**

##### **Reja:**

1. Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari.
2. Fizika va astronomiya sohasidagi olib borilayotgan tadqiqotlar tendensiyalari va yoʻnalishlari.
3. Zamonaviy dunyoqarash va uning shakllanishida fizika va astronomiyaning oʻrni.

**Tayanch iboralar:** tadqiqotlar, tendensiyalar, "Mega-Science", ESFRI, plazma tadqiqotlari.

#### **1. Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari**

Yunon tilidan soʻzma-soʻz tarjima qilingan "physic" soʻzi "tabiat" degan maʼnoni anglatadi, shuning uchun fizika tabiat haqidagi fan boʻlib, moddiy dunyoning eng oddiy va shu bilan birga eng umumiy xususiyatlarini oʻrganadi. Fizika asosiy tabiatni oʻrganadigan eng asosiy fanlardan biridir, chunki u butun koinot uchun haqiqatlarni ochib beradi. Fizika qonunlari Olamning tuzilishi va faoliyati toʻgʻrisidagi bilimlarning asosidir, ular haqiqatni ilmiy anglash asosida yotadi.

Ikkita holat zamonaviy fizikani tushunishga xalaqit beradi: eng murakkab matematik apparatdan foydalanish va zamonaviy fizik tushunchalarning vizual modelini yaratishga qodir emasligi (egri boʻshliq; bir vaqtning oʻzida toʻlqin boʻlgan zarracha va boshqalar). Fizikaning taraqqiyoti (va umuman fan) toʻgʻridan-toʻgʻri vizualizatsiyani bosqichma-bosqich rad etish bilan bogʻliq. Buning sababi shundaki, voqelikning baʼzi jihatlari yuzaki kuzatishda koʻrinmaydi va ravshanlik chalgʻitishi mumkin. Aristotel mexanikasi: "Harakatlanuvchi jismni itaruvchi kuch oʻz harakatini toʻxtatsa toʻxtaydi" degan prinsipga asoslanib. Jismni toʻxtashning sababi ishqalanish ekanligi sezilmagani uchun bu haqiqatga mos keldi.

Toʻgʻri xulosa chiqarish uchun bu holda amalga oshirib boʻlmaydigan haqiqiy tajriba emas, balki ideal tajriba boʻlgan tajriba talab qilindi. Bunday tajribani buyuk italiyalik olim Galileo Galiley amalga oshirdi. Ushbu fikr tajribasi mumkin boʻlishi uchun ishqalanishni istisno qiladigan mukammal silliq jism va mukammal silliq sirt gʻoyasi zarur edi. Galiley tajribasi xulosa qilishga imkon berdi, agar biror narsa jismning harakatiga taʼsir qilmasa, u holda u abadiy davom etishi mumkin.

Zamonaviy fizika Olamning uchta strukturaviy darajasini ajratib turadi:  
mikro olam, makro olam va mega olam.

Mikro olamni oʻrganish mikrofizika, makro olam - makrofizika va mega dunyo - astrofizika tomonidan amalga oshiriladi.



Mikro olam - fazoviy o'lchamlari  $10^{-10}$  dan  $10^{-18}$  m gacha bo'lgan to'g'ridan-to'g'ri kuzatib bo'lmaydigan narsalar olami, bu ob'ektlarning ishlash muddati atigi  $10^{-24}$  s bo'lishi mumkin. Mikro olam ob'ektlarining harakati kvant mexanikasi va elektrodinamika qonunlariga bo'ysunadi.

Makro olam - bu ob'ektlar dunyosi, uning o'lchamlari inson tajribasi ko'lami bilan taqqoslanadi, undagi jismlarning harakat qonunlari klassik mexanika va elektrodinamika tomonidan shakllantiriladi.

Mega olam - bu kosmik masofalar va tezlik dunyosi, bu masofa yorug'lik yillarida o'lchanadi. Ushbu ob'ektlar mavjud bo'lgan vaqt millionlab va milliardlab yorug'lik yillariga yetadi. Mega dunyo dunyosining harakati maxsus va umumiy nisbiylik nazariyasi qonunlari bilan tavsiflanadi.

Zamonaviy fizikada klassik yo'nalishlarga noma'lum bo'lgan bir qator yangi yo'nalishlar paydo bo'ldi. Biz faqat bir nechtasini sanab o'tish bilan cheklanib qolamiz va ular oldida turgan vazifalar doirasini bayon qilamiz.

*Elementar zarralar fizikasi.* Uning asosiy muammosi materiyani elementar zarralar darajasida o'rganish edi va qolmoqda. Ushbu fizikaning barcha nazariy qoidalari to'g'ridan-to'g'ri tajribalar bilan tasdiqlanmagan. Faqatgina barcha turdagi o'zaro ta'sirlarni birlashtiradigan nazariyani qurishga urinishlar mavjud: tortishish, elektromagnit, zaif va kuchli.

*Yadro fizikasi.* 30-yillarda. XX asr. yadroning proton-neytron modeli yaratildi, yadrolarning tuzilishini tushunishda katta yutuqlarga erishildi va yadro reaksiyalarini amalda qo'llashda katta yutuqlarga erishildi. Bu sohadagi eng muhim vazifalardan biri bu boshqariladigan termoyadro sintezi muammosini hal qilishdir. Ushbu yo'nalishdagi ishlar bir qator mamlakatlar tadqiqotchilarining birgalikdagi sa'y-harakatlari bilan amalga oshiriladi. Nisbatan yaqinda, strukturaviy neytron difraksiyasi ixtirosi bilan, kristalning atom panjarasi shaklini "ko'rish" va hattoki har bir atomning xatti-harakatlarini kuzatish mumkin edi.

*Astrofizika.* Elementar zarralar fizikasi va atom yadrosi rivojlanishi Olamning rivojlanishining dastlabki bosqichlarida, yulduzlar evolyusiyasi va kimyoviy elementlarning paydo bo'lishi kabi murakkab muammolarni tushunishga yaqinlashishga imkon berdi. Ammo, zamonaviy astrofizikaning ta'sirchan yutuqlariga qaramay, neytron yulduzlari va "qora o'ralar" ichida juda katta zichlikda materiyaning tuzilishi qanday ekanligi noma'lum bo'lib qolmoqda. Kvazarlarning tabiati va o'ta yangi yulduzlar portlashlarining sababi aniq emas. Umuman olganda, koinot evolyusiyasi muammosini hal qilish uchun faqat boshlangan deb hisoblash mumkin.

*Optik va kvant elektronikasi.* A.Eynshteyn tomonidan qo'yilgan nurlanishning kvant nazariyasi asosida yangi fan - kvant elektronikasi paydo bo'ldi. Ushbu sohadagi yutuqlar, birinchi navbatda, o'ta sezgir qabul qiluvchi tizimlar va prinsipial ravishda yangi yorug'lik manbalari - lazer yoki optik kvant generatorlarini yaratish bilan



bog‘liq. Lazer nurlanishining amalda qat‘iy monoxromatikligi ob‘ektning hajmli tasvirini - gologrammani olishga imkon beradi. Nazorat qilinadigan termoyadro reaksiyalarida lazerlardan foydalanish bo‘yicha ishlar olib borilmoqda. Ushbu hududning rivojlanishi lazer quvvatining yanada oshishi va ish chastotasi diapazonining kengayishi bilan bog‘liq.

*Plazma fizikasi.* Plazma tadqiqotlarining ahamiyati ikki holat bilan bog‘liq. Birinchidan, koinotning aksariyat qismi plazma holatida. Ikkinchidan, yuqori haroratli plazmada boshqariladigan termoyadro reaksiyasini amalga oshirish mumkin. Bunday reaksiyalarni olish insoniyatga deyarli abadiy ekologik toza energiya manbai beradi. Bu muammo juda dolzarbdir, chunki yaqin kelajakda insoniyat energiya tanqisligi muammosiga duch keladi.

*Qattiq jismlar fizikasi.* Kompyuter texnikasidagi taraqqiyot butunlay qattiq jismlar fizikasi yutuqlariga asoslanadi. Tadqiqotning muhim yo‘nalishi tunnel effekti va supero‘tkazuvchanlik hodisalarini o‘rganishdir. Tunnel effekti kvant fizikasi sohasidagi hodisadir, bu elementar zarrachalarning klassik zarracha prinsipial ravishda o‘tib bo‘lmaydigan to‘siqdan o‘tish qobiliyatidan iborat. Tunnel effekti asosida alohida qurilmalar - alohida atomlarni kuzatish imkonini beradigan tunnel mikroskoplari yaratildi. Supero‘tkazuvchilar - bu uzoq vaqt davomida topilgan ba‘zi moddalarning maxsus holati. Bu 5 ~ 200 K darajadagi haroratlarda elektr qarshiligi butunlay yo‘qolishiga bog‘liq. Oqim bunday o‘tkazgichda yillar davomida aylanishi mumkin. Hozirgi vaqtda supero‘tkazuvchanlik 100 ~ 1500 K haroratda sodir bo‘lgan materiallar sintez qilingan, bunday materiallardan fan va texnikada keng foydalanish mumkin.

## **2. Fizika va astronomiya sohasidagi olib borilayotgan tadqiqotlar tendensiyalari va yo‘nalishlari**

"Tadqiqot infratuzilmalari" atamasi ilmiy jamoatchilik tomonidan bilimlarning turli sohalarida tadqiqotlar o‘tkazish uchun foydalanadigan ob‘ektlar, manbalar va tegishli xizmatlarni anglatadi.

Tadqiqot infratuzilmalari uch xil: tarqatilgan, mahalliy lashtirilgan va virtual. Yevropada 132 ta tarqatilgan, 343 ta mustaqil va 59 ta virtual infratuzilma mavjud. Xalqaro ahamiyatga ega bo‘lgan mahalliy infratuzilmaning yorqin namunasi - yadro fizikasi bo‘yicha eng yirik laboratoriya - CERN. GÉANT tarmog‘i elektron (virtual) infratuzilmaning namunasi bo‘lib, u masofadan turib bilim, g‘oya va manbalar almashinuvi orqali olimlar o‘rtasidagi hamkorlikni osonlashtiradi. Yevropa molekulyar biologiya laboratoriyasi taqsimlangan infratuzilmani namoyish etadi (Fransiya, Germaniya, Italiya va Buyuk Britaniya).

"Tadqiqot infratuzilmasi xizmatlari bo‘yicha Yevropa portali" maxsus portalida turli xil ilmiy sohalarga oid Yevropada muhim bo‘lgan 625 tadqiqot infratuzilmasi (RI) haqida batafsil ma‘lumotlar mavjud.



"MERIL- Yevropa tadqiqot infratuzilmasi landshaftini xaritalash" yettinchi ramka dasturining loyihasi 2014 yilda Yevropada 537 tadqiqot infratuzilmasini indeksatsiya qildi – 65 ta xalqaro va 472 ta milliy, 70 ta tarmoqqa birlashtirilgan ([https://portal.meril.eu/converis-esf/publicweb/startpage?lang =](https://portal.meril.eu/converis-esf/publicweb/startpage?lang=)

*Yevropa tadqiqot infratuzilmalari tematik sohalarga bo'linadi:*

1. Biologik va tibbiyot fanlari (197)
2. Kimyo va materialshunoslik (161)
3. Geologiya va atrof-muhit fanlari (189)
4. Muhandislik va energetika (120)
5. Gumanitar san'at (70)
6. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (111)
7. Fizika, astronomiya, astrofizika va matematika (189)
8. Ijtimoiy fanlar (73)

*Infratuzilmalarning mamlakatlar bo'yicha taqsimlanishi quyidagi manzarani beradi:*

- Germaniya (96),
- Ispaniya (69),
- Fransiya (50),
- Italiya (29),
- Buyuk Britaniya (28),
- Gollandiya (26),
- Vengriya (25),
- Portugaliya (24),
- Avstriya (21).

*Kategoriyalar quyidagicha:*

- O'rnatish (175)
- Ma'lumotlar bazalari, ma'lumotlar arxivlari, omborlar va kolleksiyalar (72)
- Analitik asboblari (58)
- Ma'lumotlar bazalari (57)

Yer, okean, dengiz, chuchuk suv va atmosferani kuzatish ma'lumotlari markazlari (50).

Ushbu ustuvor yo'nalishdagi Yevropa strategiyasi tadqiqot infratuzilmalari bo'yicha Yevropa strategik forumi (ESFRI) tomonidan belgilanadi. Tadqiqot infratuzilmalari bo'yicha Yevropa strategik forumi tadqiqotlarda Yevropani birlashtirish va uning xalqaro obro'sini mustahkamlashning strategik vositasidir. Sifatli tadqiqot infratuzilmalariga raqobatdosh kirish Yevropa fanining sifatini yaxshilaydi va butun dunyodagi eng yaxshi olimlarni Yevropaga jalb qiladi.

ESFRIning asosiy vazifasi tadqiqot infratuzilmasi sohasida Yevropa siyosatini shakllantirishga izchil (muvofiqlashtirilgan) va strategik yondashuvni qo'llab-



quvvatlash va Yevropa va xalqaro miqyosda tadqiqot infratuzilmasini rivojlantirishdan samarali foydalanishga olib keladigan ko‘p bosqichli tashabbuslarni ilgari surishdan iborat.

ESFRI delegatlari Yevropa Ittifoqiga a‘zo davlatlar va unga aloqador mamlakatlarning fan vazirliklari tomonidan tayinlanadi. Tematik qo‘mitalarga odatda Yevropa Komissiyasining vakillari kiradi. Dastur qo‘mitalari turli masalalar bo‘yicha umumiy tushunchani va umumiy strategiyani ishlab chiqish bilan shug‘ullanadilar. Ushbu strategiya ushbu sohadagi milliy siyosatning parchalanishini yengishga va Yevropani ilmiy chegaralarning jadal kengayishiga, texnologiyalarni rivojlantirishga va ulardan foydalanishga munosib javob beradigan eng zamonaviy tadqiqot infratuzilmalarini taqdim etishga qaratilgan.

2002 yilda tashkil etilganidan beri ESFRI tadqiqot infratuzilmalarini birlashtirish va ularning global ahamiyatini mustahkamlash borasida noyob yutuqlarga erishdi.

Umum Yevropa infratuzilmalarini rivojlantirish bo‘yicha birinchi yo‘l xaritasi 2006 yilda nashr etilgan. 2008 yilda energiya xaridorlari, oziq-ovqat va biologiyaga bag‘ishlangan 2010 yil oxirida yo‘l xaritasining birinchi yangilanishi bo‘lgan.

ESFRI vakolati 2012 yil dekabrda Yevropa Kengashi tomonidan davom ettirildi. Yevropa Kengashi mavjud muammolarga javob berish va ESFRI loyihalarining amalga oshirilishini ta‘minlash hamda yo‘l xaritasiga kiritilgan infratuzilma loyihalariga ustuvor ahamiyat berish uchun tadqiqot infratuzilmalarida hamkorlikni kuchaytirish zarurligini yana bir bor tasdiqladi.

So‘nggi o‘n yil ichida Yevropa Komissiyasi mutaxassislari vaqti-vaqti bilan yo‘l xaritasi bajarilishini baholab borishdi.

Yo‘l xaritasini amalga oshirish bo‘yicha birinchi hisobot 2010 yilda e‘lon qilingan.

Ushbu ustuvor yo‘nalishdagi Yevropa strategiyasining asosiy elementlari:

1. Yevropa Parlamenti va Yevropa Kengashi tomonidan ushbu ro‘yxatni keyinchalik tasdiqlash bilan yangi infratuzilmalar uchun ustuvor loyihalar ro‘yxatini shakllantirish;

2. Mavjud infratuzilmalarni rivojlantirish, shuningdek, Yevropa ahamiyatiga ega yangi infratuzilmalarni loyihalashtirish va shakllantirish;

3. Parchalanishni bartaraf etish, turli tematik sohalarda Yevropa / milliy / mintaqaviy infratuzilmalarni izchil rivojlantirish;

4. Yevropalik tadqiqotchilar uchun ham, uchinchi mamlakatlar olimlari uchun ham Yevropada mavjud bo‘lgan infratuzilmalardan eng keng foydalanishni ta‘minlash;

5. Yevropa infratuzilmalarining innovatsion salohiyatidan foydalanishga ko‘maklashish;

Sanoatga yo‘naltirilgan infratuzilmalarni shakllantirish va ularni innovatsion jarayonga faol jalb qilish;

## 6. Global tadqiqot infratuzilmasini shakllantirishda faol ishtirok etish.

Yevropa tadqiqot infratuzilmasi strategiyasi Yevropa dasturlari loyihalari orqali amalga oshirilmoqda. Yettinchi ramka dasturi Tadqiqot infratuzilmasi ustuvor yoʻnalishi boʻyicha 345 ta loyihani moliyalashtirdi. Yevropa investitsiya banki va tarkibiy fondlar ham faol homiylardir.

Yangi tadqiqot infratuzilmasini rivojlantirish boʻyicha Yevropa konsepsiyasi bir necha bosqichlarni oʻz ichiga oladi:

*1-bosqich:* infratuzilma konsepsiyasini shakllantirish, uning zarurligini asoslash va tadqiqot infratuzilmalari boʻyicha Yevropa strategik forumining yoʻl xaritasiga kiritish;

*2-bosqich:* Tayyorgarlik bosqichi (infratuzilmani yaratish, boshqarish, koʻp yillik rejalashtirish bilan bogʻliq huquqiy masalalarni hal qilish). 2-bosqichni moliyalashtirish, qoida tariqasida, "Tadqiqot infratuzilmalari" yoʻnalishi boʻyicha Yevropa Ittifoqining yettinchi ramka dasturining loyihalari shaklida amalga oshiriladi;

*3-bosqich:* infratuzilmani shakllantirish - infratuzilmani qurish va joylashtirish bosqichi (texnik, huquqiy, maʼmuriy va moliyaviy masalalarni muvofiqlashtirish, barcha manfaatdor tomonlar oʻrtasida shartnomalar imzolash);

*4-bosqich:* Sinov va ishlash.

Konsepsiyani shakllantirishdan uning ishlashigacha yangi infratuzilmani yaratish uchun 20-40 yil kerak boʻladi.

Yevropaning "Ufq 2020" dasturida 1000 ta tadqiqot infratuzilmasini qoʻllab-quvvatlash va rivojlantirish boʻyicha 2,478 milliard yevro rejalashtirilgan va quyidagi ustuvor vazifalar belgilangan:

- fundamental va amaliy tadqiqotlarni faol qoʻllab-quvvatlash. Yevropalik olimlarning Yevropadagi mavjud tadqiqot infratuzilmalariga kirishini yanada kengaytirish (Transmilliy kirish);

- Yevropa ahamiyatiga ega boʻlgan tadqiqot infratuzilmalarini rivojlantirish, maʼlum bilim sohalarida infratuzilma tarmoqlarini shakllantirish;

- sifat jihatidan yangi tadqiqot muhitini yaratib, elektron infratuzilmalarni qoʻllab-quvvatlash;

- Yevropa tadqiqot zonasi va xalqaro hamkorlik sharoitida siyosatni ishlab chiqish, mintaqaviy va milliy siyosat va dasturlarni muvofiqlashtirish;

- yangi infratuzilmalarni yaratish. Yoʻl xaritasini sanoat yoʻnaltirilgan tadqiqot infratuzilmalari bilan kengaytirish.

Yevropada tadqiqot infratuzilmasi uchun yangi yoʻl xaritalarini ishlab chiqishda soha mutaxassislarining ishtiroki (ESFRI doirasida);

- innovatsion ishlanmalarga hissa qoʻshish, sanoat sektori, kichik va oʻrta korxonalar bilan faol aloqalar;



- ilmiy asbobsozlik jarayoniga hissa qo'shish, standartlarni ishlab chiqishda qatnashish va sertifikatlash, sanoat foydalanuvchilari uchun infratuzilmalarning keng imkoniyatlari.

Yevropaning tadqiqot infratuzilmasi uchun yo'l xaritasini yangilash jarayoni 2014 yil 24-25 sentyabr kunlari Triestda (Italiya) bo'lib o'tgan konferensiyada boshlandi. Italiyaning Yevropa Ittifoqiga raisligi ostida bo'lib o'tgan tadbir milliy va Yevropa darajalarida Yevropaning yaxlit tizimiga ehtiyoj borligi to'g'risida ko'plab munozaralarni yakunladi, shu jumladan, eng yaxshi va eng talab qilinadigan tadqiqot infratuzilmalari hamda ularning samarali va uzoq muddatli barqaror ishlashini ta'minlash. 2016 yilda yangilangan yo'l xaritasi kutilmoqda. Bu Yevropaning barcha ilmiy sohalardagi tadqiqot landshaftini chuqur tahlil qiladi, Yevropa ahamiyatiga ega bo'lgan mavjud infratuzilmalar, shu jumladan barcha tadqiqotchilarga ochiq kirish imkoniyatini beradigan milliy / mintaqaviy infratuzilmalar va 25 ta muvaffaqiyatli loyihalar ro'yxati bilan asoslanadi. ularning tanlovi. Tadqiqot infratuzilmalari bo'yicha Yevropa strategik forumi Triestda bo'lib o'tgan konferensiya davomida 2016 yilgi yo'l xaritasi bo'yicha takliflar chaqirilishini e'lon qildi. Arizalar taklif etilayotgan infratuzilmaning ilmiy asoslanganligi asosida baholanadi. Infrastrukturaning etukligi yo'l xaritasiga qo'shilishning yana bir muhim mezonidir.

Veb-saytga yo'l xaritasini yangilash jarayoni va loyiha arizalarini yuborish qoidalari to'g'risida batafsil ma'lumot:

[http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index\\_en.cfm?pg=esfri-roadmap](http://ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri-roadmap)

Yevropa tadqiqot infratuzilmasini rivojlantirish strategiyasida global infratuzilmalar alohida o'rin tutadi. Faol hamkorlikning asosiy asoslari - bu faqatgina global miqyosda ishlab chiqilishi mumkin bo'lgan o'rnatishlarning qiymati va / yoki murakkabligi; global miqyosda nashrlar va ma'lumotlar bazalariga ochiq kirishni ta'minlash.

Yevropa Ittifoqining innovatsiyalar va tadqiqotlarning yangi xalqaro strategiyasiga muvofiq, Yevropa Ittifoqi o'rtasidagi kelajakdagi hamkorlik uchta o'zaro kelishilgan asosiy ustuvor yo'nalishlarga yo'naltirilgan bo'ladi: aeronavtika, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va tadqiqot infratuzilmasi. Yevropa Ittifoqi G8 mamlakatlari ta'lim va fan vazirlarining ishchi guruhi doirasida global tadqiqot infratuzilmasi ob'ektlarini rivojlantirish bo'yicha o'zaro aloqada. Bir qator mamlakatlar Yevropadagi "Mega-Science" 4 ta yirik infratuzilma loyihalariga ulkan moliyaviy, ilmiy va insoniy hissa qo'shmoqda:

- Xalqaro termoyadroviy eksperimental reaktor - ITER, <http://www.iter.org>),
- Yevropaning rentgensiz elektron lazeri (Evropa XFEL, <http://www.xfel.eu/en>),
- Yevropaning yadro tadqiqotlari markazi, katta kadron kollayderi (LHC, <http://home.web.cern.ch>),





- Ionlar va antiprotonlarni o'rganish bo'yicha Yevropa markazi (Antiproton va ionlarni tadqiq qilish uchun qulaylik - FAIR, <http://www.fair-center.de>).

Rossiyada xalqaro ilmiy tadqiqotlar ishtirokida mega-fan sinfining oltita ilmiy loyihasini amalga oshirish boshlandi:

- Birlashgan yadro tadqiqotlari instituti (JINR, Dubna) da og'ir ion kollayderi NICA (NICA),

- to'rtinchi avlod ISSI-4 sinxrotron nurlanish manbai (MARS, RRC Kurchatov instituti),

- "Ignitor" termoyadroviy reaktori (FSUE SSC RF TRINITI, Troisk),

- PIK neytron tadqiqot reaktori (B.P. Konstantinov nomidagi PNPI, Gatchina),

- "Ekstremal yorug'lik maydonlarini tadqiq qilish xalqaro markazi" XCELS) (PEARL, Amaliy fizika instituti, Nijniy Novgorod).

- Elektron-pozitron kollayderi va "charm-tau zavodi" (Budker INP SB RAS).

Rossiya va Yevropa Ittifoqi o'rtasida INFRASUPP-6-2014 ilmiy tadqiqot infratuzilmasi sohasida yanada faol hamkorlikni rivojlantirishga qaratilgan Gorizont-2020 dasturida tanlov e'lon qilindi (Muvofiqlashtirish va qo'llab-quvvatlash). Ushbu tanlov Rossiya bilan tadqiqot infratuzilmasi bo'yicha ikki tomonlama hamkorlikni qo'llab-quvvatlashga qaratilgan. Takliflar megaproektlar va elektron infratuzilma bo'yicha Rossiya-Yevropa Ittifoqi hamkorligini rivojlantirishga yordam berishi kutilmoqda.

Joriy yilning iyun oyida bo'lib o'tgan "Rossiya-Yevropa Ittifoqi" ilmiy-texnikaviy hamkorlik bo'yicha qo'shma qo'mita yig'ilishida Rossiya va Yevropa Ittifoqining xalqaro sheriklarni loyihalashtirilgan megasistika ob'ektlarining tadqiqot infratuzilmasini shakllantirishga qiziqishi tasdiqlandi: Gatchinadagi Pik yadro neytronli reaktori va og'ir ion kollayderi Nika» Dubnada. Shuningdek, rus olimlarining Yevropaning yirik loyihalarida ishtirok etishi - CERN va ITER, bepul elektron lazer DESY qurilishi o'z kuchida qolmoqda. 2014 yil 23 iyun kuni Kurchatov instituti vakili bo'lgan Rossiya tomonining Fransiyaning Grenobl shahrida joylashgan Yevropaning Sinxrotron Radiatsiya Instituti (ESRF) ishiga qo'shilishi to'g'risida bitim imzolandi.

### **3. Zamonaviy dunyoqarash va uning shakllanishida fizika va astronomiyaning o'rni**

Talabalar o'rtasida ilmiy dunyoqarashni shakllantirish eng muhim ta'lim vazifalaridan biridir. Ilm-fanning asosiy maqsadi mavjud qonuniyatlarni aniqlash uchun koinotni o'rganishdir. Dunyoqarash - bu dunyo va undagi inson, jamiyat va insoniyatning o'rni, insonning dunyoga va o'ziga bo'lgan munosabati, shuningdek odamlarning asosiy hayotiy pozitsiyalari, ularning ideallari, faoliyat tamoyillari, ushbu qarashlarga mos qiymat yo'nalishlari haqidagi qarashlar tizimi.

Fizika fan sifatida dunyoqarashning shakllanishiga faol ta'sir qiladi, chunki u:

- atrofda olam haqidagi bilimlarning eng muhim manbai hisoblanadi;



- jamiyatning texnik taraqqiyot yo‘li bilan rivojlanishini ta’minlaydi;
- insonning ma’naviy qiyofasini rivojlantirishga katta hissa qo‘shadi, uning dunyoqarashini shakllantiradi, madaniy qadriyatlar miqyosida yo‘nalishni o‘rgatadi.

Fizika ijtimoiy hayotning barcha jabhalariga, shu jumladan insoniyat madaniyatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Fizikaning insonparvarlik mazmuni tafakkurni rivojlantirish, dunyoqarashni shakllantirish, hissiyotlarni tarbiyalash bilan bog‘liq.

Fizika bir qator o‘ta muhim haqiqatlarni kashf etdi, ularning ahamiyati fizikaning o‘zi doirasidan tashqarida, insoniyat uchun odatiy bo‘lib qolgan haqiqatlar. Fizika statistik qonunlarning tub mohiyatini isbotladi. Statistik nazariyalar asosida u zaruriy va tasodifiylarning dialektikasini miqdoriy jihatdan o‘rganib chiqadi va ehtimollik shakli asosiy, qat’iy, aniq, noaniq alohida hodisa ekanligini belgilaydi. Imkoniyat nafaqat rejalarimizni chalg‘itadi va buzadi, balki bizni boyitishi, yangi imkoniyatlar yaratishi mumkin.

Fizika simmetriya prinsipining universalligini namoyish etdi, bizni simmetriya va assimetriya tushunchalariga ancha chuqurroq qarashga majbur qildi, ularning geometrik tasvirlar doirasini kengaytirdi va eng muhimi, simmetriya va assimetriya dialektikasini ko‘rib chiqdi, uni umumiy va xususiy dialektikasi bilan bog‘lab, saqlash va o‘zgartirishga o‘rgatdi. Simmetriya va assimetriya tushunchalari barqarorlik va o‘zgaruvchanlik, tartib va tartibsizlik, uyushish va tartibsizlik tushunchalari bilan chambarchas bog‘liqdir.

Ilgari simmetriyaga yetakchi o‘rin berilgan, assimetriya esa bo‘ysunuvchi, ikkinchi darajali bo‘lgan. Endi assimetriya hodisalariga qiziqish sezilarli darajada oshdi, muvozanatsiz jarayonlar ular bilan chambarchas bog‘liq edi. Tabiatdagi o‘z-o‘zini tashkil etish jarayonlari har xil simmetriya turlari buzilganda yuz beradi. Eksperimental faktlar shuni ko‘rsatadiki, tabiatning asosiy qonunlari - saqlanish qonunlari makon va vaqtning simmetriyasiga bog‘liq. Kvant mexanikasining boshlang‘ich nuqtasi bu fundamental simmetriyaning har qanday o‘zgarishi ma’lum fizik kattalikning saqlanish qonuniga to‘g‘ri keladi degan xulosadir. Fizika shuni ko‘rsatdiki, simmetriya tizimlarning mumkin bo‘lgan tuzilmalari yoki xatti-harakatlari sonini cheklaydi. Ushbu holat ko‘p hollarda tafsilotlarga aniqlik kiritmasdan (simmetriya mulohazalariga asoslangan yechim) mumkin bo‘lgan yagona variantni aniqlash natijasida echim topishga imkon beradi.

Klassik tushunchalarga ko‘ra, tabiatning asosiy qonunlari ruxsat berish qonunlari bo‘lib, ular tabiatda nima bo‘lishi mumkinligini va nima bo‘lishi kerakligini aniqladilar. Zamonaviy nuqtai nazardan, asosiy qonunlar taqiqlar xarakteriga ega: ular tabiatda nima bo‘lishi mumkin emasligini belgilaydi. 1927 yilda N.Bor tomonidan tuzilgan komplementarlik prinsipi zamonaviy tabiashunoslikning eng chuqur g‘oyalaridan biridir. Bu ilmiy bilimlarning umumiy tamoyilidir. Barkamollikning umumiy prinsipi sifatida bir-birini to‘ldiruvchi prinsipning mohiyati quyidagicha:

tabiatning har qanday hodisasini tabiiy til soʻzlari yordamida aniq belgilash mumkin emas va uni aniqlash uchun kamida ikkita oʻzaro qarama-qarshi, qoʻshimcha tushunchalar talab qilinadi. Fizika shuni koʻrsatdiki, bizning bilimlarimiz chuqurlashganda qirralar asta-sekin oʻchiriladi, boʻlinmalar yoʻq qilinadi. Shunday qilib, korpuskulyar va toʻlqinli harakatlar, materiya va maydon oʻrtasidagi chiziq oʻchiriladi. Maʼlum boʻlishicha, materiya ham, maydon ham elementar zarralardan iborat va bundan tashqari, fizik vakuum odatdagi maʼnoda boʻshliq emas, balki materiyaning maxsus shakli, "nol" energiyaga ega, virtual zarralar bilan "toʻldirilgan" maydondir.

Zamonaviy fizikada koʻrib chiqilgan zarralar uchun xatti-harakatlar normasi oʻzaro konversiyadir, shuning uchun dunyo bizning oldimizda yagona butun boʻlib koʻrinadi. Bu dunyoda butunlay izolyatsiya qilingan obʼekt tushunchasi yoʻq: "tabiatdagi barcha jabhalar shartli, nisbiy, harakatlanuvchi, ongimizning materiyani bilishga yondashuvini ifodalaydi".

Fizikada moslik prinsipi shakllangan boʻlib, u dunyoni bilish jarayoni dialektikasini aks ettiruvchi metodologik prinsipga aylandi. Idrok jarayoni bu nisbiy haqiqatlar ketma-ketligi orqali mutlaq haqiqatga bosqichma-bosqich va cheksiz yondoshish jarayonidir. Prinsip haqiqatga yaqinlashish jarayoni qanday amalga oshirilishini koʻrsatadi. Bu ilgari maʼlum boʻlganlarga yangi faktlarning mexanik qoʻshilishi emas, balki yangi eskini inkor etganda, ammo shunchaki inkor qilmasdan, balki eskisida toʻplangan barcha ijobiy narsalarni saqlab qolish bilan izchil umumlashtirish jarayoni. "Fizikani oʻrganish barcha fizik tushunchalar va nazariyalar obʼektiv haqiqatni aks ettirishini, dunyo haqidagi gʻoyalarimiz doimiy ravishda chuqurlashib va kengayib borishini, moddiy dunyoni bilish jarayoni cheksizligini koʻrsatishga imkon beradi".

Moslik prinsipida taʼkidlanadi: har qanday yangi va umumiy nazariya avvalgi klassik nazariyalarning rivojlanishi boʻlib, uning asosligi eksperimental tarzda oʻrnatiladi, bu nazariyalarni rad etmaydi, balki ularni oʻz ichiga oladi. Oldingi nazariyalar baʼzi bir hodisalar guruhlari uchun oʻz ahamiyatini cheklovchi shakl va yangi nazariyaning alohida hodisasi sifatida saqlab qoladi. Yangi nazariya avvalgi nazariyalarni qoʻllash chegaralarini belgilaydi va baʼzi hollarda yangi nazariyani eskisiga oʻtish imkoniyati mavjud. Moslik prinsipi har qanday yangi nazariyaning ajralmas qismidir. Moslik prinsipining umumiy formulasi quyidagicha: maʼlum bir hodisalar guruhi uchun asosligi eksperimental tarzda aniqlangan nazariyalar yangi nazariyaning paydo boʻlishi bilan bekor qilinmaydi, balki hodisalarning oldingi sohasi uchun oʻzlarining ahamiyatini cheklovchi shakl va yangi nazariyalarning alohida holati sifatida saqlab qoladi.

Zamonaviy dunyoqarash madaniyatning muhim tarkibiy qismidir. Har bir madaniyatli inson oʻzi yashayotgan dunyo qanday ishlashini tasavvur qilishi kerak.



Tabiatga bo'lgan muhabbat unda sodir bo'layotgan jarayonlarga hurmatni nazarda tutadi va buning uchun ular qanday qonunlar asosida paydo bo'lishini tushunish kerak. Tabiat bizni jaholatimiz uchun jazolaganida bizda juda ko'p ibratli misollar mavjud; bundan saboq olishni o'rganish vaqti keldi.

Fizika sayyora tafakkurining rivojlanishiga hissa qo'shadi. Unda barcha mamlakatlar va xalqlar uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan masalalar ko'rib chiqiladi. Masalan, Quyosh radiatsiyasining Yerning magnitosferasi, atmosferasi va biosferasiga ta'siri bilan bog'liq bo'lgan quyosh-quruqlik munosabatlari muammolari; issiqxona effekti, ozon qatlami, okeanlar va Yer atmosferasining ifloslanishi kabi global ekologik muammolar.

Bu tabiat qonunlarini bilish, mistik g'oyalar, xurofot va xurofotlarga qarshi kurashda samarali quroldir. Fizika nafaqat ishlab chiqaruvchi kuch, balki insonga atrofdagi olamda, madaniy qadriyatlar tizimida harakat qilish imkonini beradigan eng muhim ma'lumot manbai hisoblanadi. Fizikaning bu funksiyasi uning odamlar hayotiga qo'shgan moddiy hissasidan kam emas. Zamonaviy dunyoda ma'naviy qadriyatlarni shakllantirish jarayoni juda qiyin, shuning uchun umuman fanning va xususan fizikaning dunyoqarashdagi o'rni tobora ortib bormoqda.

O'z o'rnida astronomiyaning hozirgi holati yigirmanchi asrda yuz bergan keskin ilmiy-texnik taraqqiyot bilan bog'liq. Raketa texnologiyasining rivojlanishi kosmik sayohatlarni amalga oshirishga imkon berdi. Hozirgi vaqtda astronomiya insoniyatga o'z dunyoviy beshigi chegaralaridan tashqarida yangi bilim va imkoniyatlarni olish imkoniyatini beradi. Astronomiya sayyoramiz uchun xavfli bo'lishi mumkin bo'lgan asteroidlar va meteoritlarning traektoriyasini aniqlashga imkon beradi. Bizning davrimizdagi astronomiya astronautika va raketa fanining rivojlanishi, Quyosh tizimidagi va boshqa Yerga o'xshash ekzoplanetalarni kashf etgan sayyoralarni o'rganish bilan chambarchas bog'liq. Shuningdek Koinot modellarini tushunish va kosmologiya zamonaviy kashfitotlarini tushunish va tahlil qilishda o'ta muhimdir.

### ***Mustahkamlash uchun savollar:***

1. Zamonaviy fizikani tushunishga qanday holatlar xalaqit beradi?
2. Zamonaviy fizikada Olamning qanday strukturaviy darajasini ajratib turadi va ular nimalardan iborat?
3. Elementar zarralar fizikasidagi asosiy muammolarni tushuntiring.
4. Yadro fizikasidagi asosiy muammolarni tushuntiring.
5. Astrofizikada asosiy muammolarni tushuntiring.
6. Optik va kvant elektronikasda asosiy muammolarni tushuntiring.
7. Plazma tadqiqotlarining ahamiyati qanday holatlar bilan bog'liq?
8. Kompyuter texnikasidagi taraqqiyot qanday fizika yutuqlariga asoslanadi?



9. "Tadqiqot infratuzilmalari" atamasi ilmiy jamoatchilikda nimani anglatadi va uning maxsus portalida nimalar joylashtirilgan?
10. EFRIning asosiy vazifasi nimalardan iborat?
11. Ustuvor yo'nalishdagi Yevropa strategiyasining asosiy elementlari nimalardan iborat?
12. Yangi tadqiqot infratuzilmasini rivojlantirish bo'yicha Yevropa konsepsiyasi bir qanday bosqichlarni o'z ichiga oladi?
13. "Mega-Science" 4 ta yirik infratuzilma loyihalariga kiritilgan ishlarni ta'riflab bering
14. Statistik nazariyalar asosida fizikaning qaysi masalalari tushuntiriladi?
15. Zamonaviy fizikada ko'rib chiqilgan zarralar uchun xatti-harakatlar normasini tushuntiring.
16. Fizikada moslik prinsipi nimani tushuntiradi?

### Foydalangan adabiyotlar ro'yxati

1. Telnov V.I. Sovremennaya eksperimentalnaya fizika Novosibirskiy Gosudarstvennyy universitet.
2. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physically self-consistent basis of modern cosmology // Gravitatsiya i kosmologiya. — 2001. — T. 7. — № 3. — s. 183—188.
3. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // Gravitatsiya i kosmologiya. — 1997. — T. 3. — № 1. — s. 43-47.
4. Xlopov M. Yu. Kosmomikrofizika. — M.: Yeditorial URSS, 2003. — 112 s. — ISBN 5-354-00288-5.
5. Zeldovich Ya. B., Novikov I. D. Stroenie i evolyusiya Vselennoy. M., 1975; Zeldovich Ya. B., Xlopov M. Yu. Massa neytrino v fizike elementarnykh chastis i kosmologii ranney Vselennoy // Uspexi fizicheskix nauk. 1981. T. 135. № 9; Saxarov A. D. Kosmomikrofizika – mejdunarodnaya nauka // Vestnik AN 1989. № 4;
6. Xlopov M. Yu. Osnovy kosmomikrofiziki. M., 2004.
7. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M.: 2002. — S. 145—148. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
8. Zasov A. V., Postnov K. A. Obщaya Astrofizika. — Fryazino: Vek 2, 2006. — S. 421—432. — 496 s. — ISBN 5-85099-169-7.
9. Gorbunov D. S., V. A. Rubakov. Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Teoriya goryachego Bolshogo vzryva. — M.: LKI, 2008. — S. 45—80. — 552 s. — ISBN 978-5-382-00657-4.
10. Jarosik, N., et.al. (WMAP Collaboration). Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results (PDF). nasa.gov. Data obraщeniya 4 dekabrya 2010. Arxivirovano 16 avgusta 2012 goda. (from NASA's WMAP Documents page)



11. Planck Collaboration. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters. — arXiv:1303.5076.
12. Maykl Rouen-Robinson. Kosmologiya = Cosmology / Perevod s angliyskogo N. A. Zubchenko. Pod nauchnoy redaksiyey P. K. Silaeva. — M.-Ijevsk: NIS «Regulyarnaya i xaoticheskaya dinamika», 2008. — S. 96—102. — 256 s. — ISBN 976-5-93972-659-7.
13. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology
14. Kapitonov I. M. Vvedenie v fiziku yadra i chastis. — M.: URSS, 2002. — S. 251—259. — 384 s. — 1700 ekz. — ISBN 5-354-00058-0.
15. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M., 2002. — S. 144. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
16. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M.: 2002. — S. 104—106. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
17. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.
18. Gorbunov D.S., Rubokov V.A. Djinsovskaya neustoychivost v nyutonovoy teorii tyagoteniya // Vvedenie v teoriyu ranney Vselenny: Kosmologicheskie vozmuşeniya. Inflyatsionnaya teoriya. — M.: Krasnad, 2010. — S. 335—371. — 568 s. — ISBN 978-5-396-00046-9.
19. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. Reheating after inflation. — Phys. Rev. Lett., 1994.
20. Astronomiya XXI vek / Pod red. V. G. Surdina. — 2-ye. — Fryazino: Vek 2, 2008. — S. 414—416. — 608 s. — ISBN 978-5-85099-181-4.

**2-mavzu: Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi, olib borilayotgan tadqiqotlar. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g‘oyalar. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari. (2 soat).**

**Reja:**

1. Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi.
2. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari.
3. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g‘oyalar.
4. Olib borilayotgan tadqiqotlar

**Tayanch iboralar:** kosmologiya, kosmologik model, relikt nurlanish, Xabbl qonuni, izotropiya.

**1. Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi**

Bir tomondan, fizika va astronomiya o‘rtasidagi bunday yaqin hamkorlik qobiliyatli va faol yoshlarni kosmologiyaga jalb qiladi. Ammo, boshqa tomondan,



bilim va dalillarni xurofot va zamonaviy afsonalar bilan almashtirish xavfi mavjud. Gap shundaki, kosmologiya o'rgangan jarayonlar va u tegadigan muammolar ko'pincha fizik eksperimentlar va astronomik kuzatuvlar imkoniyatlaridan tashqarida.

20-asr fizikasi "eksperiment - kashfiyot - nazariya - yangi eksperiment - tasdiqlash" uslubiy sxemasi bo'yicha ishlab chiqilgan. Endi uning o'rnini "nazariy modellar - ularni kosmologiyada hayotiylikni sinab ko'rish" sxemasi egallaydi. Zamonaviy fizik nazariyalarning aksariyati Yer usti laboratoriyalarida va tezlatgichlarda hali erishib bo'lmaydigan o'ta yuqori energiya bilan ishlaydi. Birinchi koinotda sodir bo'lgan zamonaviy jarayonlar va hodisalarni kuzatish va tahlil qilish orqali kosmologiya mavhum matematik konstruksiyalar orasida yuqori ahamiyatga ega modellar sinflarini aniqlashga imkon beradi. Albatta, hayotiylik uchun nazariyalarni sinash haqiqat uchun to'liq sinov emasligini unutmashimiz kerak. Ammo zamonaviy fizikaviy modellarning go'zalligi, ularning matematik asoslanishining nafisligi ba'zida shu qadar jozibali bo'ladiki, kosmologlar tanlangan yo'lning to'g'riligini tasdiqlovchi biron bir eksperimental yoki kuzatuv faktlari bo'lmagan taqdirda ham, bunday modellar ustida ishlashadi.

Hozirgi kunda kosmologiya hurmatga sazovor fanning mustahkam maqomiga ega bo'ldi. Ammo atigi ellik yil oldin u bilan faqat alohida olimlar shug'ullangan va bu mustaqil ilmiy intizom emas edi. Zamonaviy taraqqiyot, avvalambor, astronomik kuzatuvlarning yaxshilanishi, ayniqsa, sun'iy yo'ldoshlardan kuzatuvlar olib borilishi, shuningdek, so'nggi o'n yilliklarda fizik nazariyaning ajoyib rivojlanishi bilan bog'liq. Bundan tashqari, yosh Koinotda mavjud bo'lgan turli xil sharoitlar kosmologiyani o'ta jismoniy holatlarning "laboratoriyasiga" aylantiradi.

O'tmishdagi ko'plab mutafakkirlar Koinotning eng umumiy qonuniyatlari to'g'risida fikr yuritgan bo'lsalar-da, ularni o'rganish uchun nazariy va kuzatuv asoslari A.A.Fridman kengayib borayotgan olam nazariyasini yaratgandan keyingina va E.Xabbl ushbu kengayishni topgandan keyingina yaratildi.

Yigirmanchi asrning boshlarida zamonaviy fizika - kvant (M. Plank, A. Eynshteyn) va relyativistik (A. Eynshteyn) tug'ildi, bu bizning makon-zamon tuzilishi va jismoniy o'zaro ta'sirlarning tabiati haqidagi qarashlarimizni o'zgartirdi. Ushbu kashfiyotlarning natijasi mikro va makro olamning tuzilishini tushuntirishda katta muvaffaqiyat bo'ldi: materiyaning tuzilishi va umuman olamning tuzilishi. Yigirmanchi asrning boshlarida zamonaviy kosmologiya paydo bo'ldi, uning tug'ilgan sanasi juda aniq ma'lum. Odatda bu olim Aleksandr Aleksandrovich Fridmanning maqolalarini nashr etish bilan bog'liq. 1922 yilda uning "Fazoning egriligi to'g'risida" maqolasi Germaniyaning *Zeitschrift für Physik* jurnalida nashr etilgan. Muallifning asosiy xulosasi shundaki, bizning Koinotimiz rivojlanib bormoqda: u kengaymoqda, hajmi oshib bormoqda. Bu g'oya shunchalik yangi ediki, hatto Eynshteyn ham dastlab unga shubha bilan qaradi.



Bir qarashda tabiatdagi evolyusiya g'oyasi unchalik g'ayrioddiy emas. Biz hamma joyda doimiy o'zgarishlarni kuzatamiz: kunduzi kechaga, yozga qishga yo'l beradi ... Ammo bu jarayonlar davriy bo'lib, o'zgarmas yulduzlar fonida sodir bo'ladi. Shunday qilib, intuitiv nuqtai nazardan, statsionar koinot g'oyasi odamlar uchun yanada jozibali. Hatto tortishish kuchi va relyativistik mexanikaning yangi nazariyasini yaratgan Eynshteyn ham ularning asosida 1917 yilda o'tmishda ham, kelajakda ham cheksiz vaqt bilan rivojlanmaydigan Olamning modelini ishlab chiqdi. Statsionarlik shartini relyativistik tortishish tenglamalari bilan majburiy ravishda kelishtirish uchun Eynshteyn hatto yangi fundamental konstantani - lambda atamasi ( $\Lambda$ ) ni kiritdi. Keyinchalik, u o'zining "ixtirosini" "hayotdagi eng katta xato" deb atadi. Oxir oqibat, Eynshteyn A.A.Fridman g'oyalarining to'g'riligini tan oldi.

Shunday qilib, A.A.Fridmanning dastlab dushmanlik bilan qabul qilingan kosmologik modeli, unda boshlang'ich g'oyasi yoki bugungi kunda aytilganidek, tug'ilish momenti mavjud bo'lgan, kuzatishlar bilan tasdiqlangan va endi butunlay qabul qilingan. Ushbu model kosmosdagi izotrop va bir hil taqsimot holati uchun umumiy nisbiylik nazariyasining tenglamalarini yechishga asoslangan edi. "Izotropiya" atamasi Koinot moddasining bir nuqtadan turli yo'nalishlarda kuzatilgan xossalari bir xil ekanligini anglatadi. "Bir hillik" atamasi kosmosning bir nuqtasidan ikkinchisiga o'tish paytida moddaning xususiyatlari o'zgarmasligini anglatadi.

Moddaning asosiy xarakteristikalari zichlik, bosim va haroratdir. Ular bir xil va izotrop tarzda taqsimlanadi.

Albatta, quruqlik sharoitida materiya bir hil va izotropikdan uzoqdir. Ko'rinib turibdiki, Yer yuzasi va uning ustidagi havo har xil zichlikka ega. Ammo, agar biz 1 ta parsek kubni hajm birligi sifatida olsak va undagi o'rtacha zichlikni hisoblab chiqsak, so'ngra bu kubni siljitsak, zichlik kontrasti (odatdagi zichlik tushishining o'rtacha qiymatiga nisbati) quruqlik sharoitiga qaraganda ancha kam ... Biz ko'rib chiqadigan kub qanchalik katta bo'lsa, moddaning tarqalishi shunchalik bir xil bo'ladi. Kosmologiyada koinot taxminan bir hil va izotropik bo'ladigan masshtab 200 000 000 dona yoki 200 Mpc ni tashkil qiladi.

Nazariy jihatdan A.A.Fridman tomonidan bashorat qilingan Olamning kengayishi, faqat bir necha yil o'tib E.Xabbl tomonidan kashf etilgan:

$$H = \vartheta \cdot r \quad (1)$$

bu yerda  $\vartheta$  - uzoq ob'ektning tezligi (masalan, galaktika),  $H$  - Xabbl doimiysi,  $r$  - ob'ektgacha bo'lgan masofa. Zamonaviy o'lchovlarga ko'ra, Xabbl doimiysi 72 km / (s • Mpc) ga teng.

Xabbl qonuni materiyaning bir hil va izotrop kengayishini tavsiflovchi ekanligi isbotlangan. Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu qonun shakli Olam evolyusiyasining progressiv xususiyatini ko'rsatadi. Xabbl harakati faqat gallaktikadan tashqi miqyosda





boshlanadi va bu qonun osmon jismlarining davriy harakatini tavsiflovchi Kepler qonunlaridan tubdan farq qiladi.

Xabbl doimiysi Olamning kengayish qonunini va natijada uning hajmining o'sishini aniqlaganligi sababli, Xabbl doimiysining teskari qiymati  $N-1 \approx 14 \cdot 10^9$  yil koinotning yoshiga teng keladi. Darhaqiqat, kengayish qonunini (1) ga ko'ra koinotning nolga tenglashishi uchun zarur bo'lgan vaqtni rasmiy ravishda hisoblaymiz - bu vaqt  $N - 1$  ga teng.

Bu yerda "Xabbl doimiysi" atamasi muhim tarixiy ma'noga ega ekanligini aytish kerak. Bu qiymat haqiqatan ham o'rganilayotgan galaktikaga yo'nalishga yoki galaktikaning holatiga bog'liq emas, lekin vaqtga bog'liq. Dastlabki koinotda  $N$  hozirgi kundan kattaroq edi.  $N$  ni asosiy doimiylardan farqlash uchun biz ba'zida uni "Xabbl parametri" deb ataymiz. Bunga qo'shimcha ravishda, (1) ifodasi Xabbl qonunining taxminiy shakli ekanligini ta'kidlash muhimdir. Ushbu formula faqat galaktikadan tashqi ob'ekt tezligining kichik qiymatlari uchun amal qiladi. Xabbl qonunining aniq shakli ancha murakkab va uni kosmologiya bo'yicha monografiyalarda topish mumkin.

Koinotning kengayishi haqiqati 20-asrning o'rtalarida allaqachon aniqlangan deb hisoblangan, ammo asrning oxirigacha bunday evolyusiya qonuniga olib kelgan sabablar sirli bo'lib tuyulgan. Fridmanning standart kosmologik modeli galaktikalarning tarqalishining fizik sabablari haqidagi savolga javob bera olmadi. Axir, tortishish kuchlari faqat kengayishga qarshi turishi mumkin, ammo uni keltirib chiqara olmaydi. Bu savolga javob faqat 1980-yillarda mumkin bo'lgan. zarralar fizikasida olingan natijalarni dastlabki koinotga tatbiq etish tufayli. Yangi yondashuvning asosini inflyatsiya nazariyasi deyiladi.

## 2. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari

Aniq fanlarda evolyusiya mavjud emas. Demak, matematika qonunlari o'zgarmagan. Albatta, biz ularning barchasini hali bilmaymiz, ammo vaqt o'tishi bilan o'zgarmayotganligini bilamiz. Fizika qonunlari ham statik va vaqt o'tishi bilan o'zgarib qolmaydi. Vaqtdagi o'zgarishlar astronomiyada mavjud edi, ammo ular koinotning evolyusiyasidan ko'ra statsionar rasmining aksi edi. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, Yerning o'z o'qi atrofida aylanishi tufayli faqat Yerning orbitasining asosiy parametrlari bilan bog'liq bo'lmagan siklik o'zgarishlar yuz beradi.

Kosmologiyada evolyusiya asosiy omil hisoblanadi: Koinotning boshqa sohalarini kuzatish, biz ularni turli davrlarda ko'ramiz. Shu munosabat bilan, Koinot fanida fizikada bo'lmagan ba'zi kinematik kattaliklar va tushunchalar paydo bo'ladi. Ulardan birinchisi "zarralar ufqi". Koinot 14 milliard yil davomida mavjud bo'lgan. Vaqtning uch o'lchovli tekis makonida biz voqealarni faqat shar ichida ko'rardik, uning radiusi  $R$  koinot tug'ilgandan beri o'tgan vaqt davomida yorug'lik tezligining hosilasiga teng, ya'ni taxminan 14 milliard yorug'lik yilida. Kosmosdagi uzoqroq



nuqtalardan yorug'lik signali hali bizga yetib bormagan bo'lar edi. Yorug'lik tezligi axborot tarqalishining cheklovchi tezligi bo'lgani uchun,  $R$  radiusidan tashqarida sodir bo'layotgan voqealar to'g'risida hech qanday ma'lumot yo'q. Ushbu radius Olamdagi zarralar ufqi radiusi deb ataladi. Koinotning o'zi kengayib borayotgani va uni tashkil etuvchi zarralar orasidagi masofa vaqt o'tgan sayin ortib borayotganligi sababli, zarralar ufqini aniq belgilash 14 milliard yorug'lik yilidan biroz kattaroq qiymatni beradi. Shunga qaramay, tubdan kuzatib bo'lmaydigan sohalar mavjudligi haqidagi asosiy xulosa kengayib borayotgan olamda qolmoqda.

Shuni e'tiborga olish kerakki, kuzatuvchining fazoviy holatidan qat'i nazar, zarralar undan o'zini o'zi zarrachalar tarqalishining markazida bo'lganidek uzoqlashtiradi. Koinot kengayishining o'ziga xos xususiyati shundaki, biz odatlanib qolgan markaziy nosimmetrik portlash suratidan farqli o'laroq, kosmosning o'zi kengayib bormoqda.

Shuning uchun oddiy ong uchun g'ayrioddiy xulosa kelib chiqadi: Katta portlash sodir bo'lgan osmondagi nuqtani ko'rsatish mumkin emas.

Kengaymagan Olamning uch o'lchovli tekis maydonida zarralar ufqining kattaligi yoshga qarab o'sib boradi va ertami-kechmi Koinotning barcha qatlamlarini o'rganish uchun qulay bo'ladi. Ammo kengayib borayotgan koinotda bu shunday emas. Bundan tashqari, kengayish tezligiga qarab, zarralar ufqining kattaligi kengayish boshlanganidan beri o'tgan vaqtga bog'liq bo'lishi mumkin, bu oddiy proporsionallikka qaraganda ancha murakkab qonun. Xususan, tobora kengayib borayotgan koinotda zarralar ufqining kattaligi doimiy qiymatga moyil bo'lishi mumkin. Demak, tubdan kuzatib bo'lmaydigan sohalar, tubdan bilib bo'lmaydigan jarayonlar mavjud.

Bundan tashqari, zarralar gorizontining kattaligi sababchi maydonlarning hajmini cheklaydi. Darhaqiqat, ufqning kattaligidan kattaroq masofa bilan ajratilgan ikkita fazoviy nuqta o'tmishda hech qachon o'zaro ta'sir qilmagan. Eng tezkor o'zaro ta'sir (yorug'lik nurlari almashinuvi) hali sodir bo'lmagani uchun, boshqa har qanday shovqin chiqarib tashlanadi. Shuning uchun biron bir hodisaning sababi boshqa nuqtada sodir bo'ladigan hodisa bo'lishi mumkin emas. Agar zarralar ufqining kattaligi doimiy qiymatga intilsa, Olam evolyusiyasi mustaqil ravishda davom etadigan sababli bog'liq bo'lmagan mintaqalarga bo'linadi.

So'nggi besh o'n yillik, kosmologiyaning uzluksiz yutuqlari bilan ajralib turadi. Keling, asosiylarini sanab o'tamiz:

- relikt nurlanishini topish;
- koinotning keng ko'lamliligi tuzilishini aniqlash;
- relikt nurlanish anizotropiyasini kuzatish;
- bizning koinotimizning tezlashtirilgan kengayishini kashf etish.

Kengayish qonuni eksperimental ravishda E.Xabbl galaktikadan tashqi ob'ekt tezligining unga masofaga bog'liqligi diagrammasini tuzganda o'rnatildi. Xabbl aniq bog'liqlikni aniqladi: bizdan galaktika qancha uzoq bo'lsa, u shunchalik tezroq uzoqlashadi.

Masofani o'lchash ancha qiyin. Astronomik ob'ektlarning aksariyat qismigacha bo'lgan masofalar (nafaqat galaktikadan tashqi, balki galaktik) shunchalik katta bo'ladiki, ularni o'lchashning an'anaviy usullari, masalan, trigonometrik parallaks usuli bu yerda mos emas. Astronomiyada masofalarni o'lchash uchun fotometrik paralaks usuli keng qo'llaniladi.

Yigirmanchi asrning oxirida. uzoq masofalarning ajoyib ko'rsatkichi topildi - Ia o'tayangi yulduzlar turi (belgilanishi - SN Ia). Ushbu ob'ektlar nafaqat koinotning kengayish tezligini, balki uning hosilasi - kengayish tezlanishini ham o'lchashga imkon berdi. SN Ia o'tayangi yulduzlar momentida uning maksimal yorqinligi ba'zan butun galaktikaning yorqinligi bilan taqqoslanadi. Bunday yorqin narsalar galaktikalararo masofada ham aniq ko'rinadi. Ularning yorqinligi maksimal darajada juda yaqin bo'lishi muhim: ularning tarqalishi (dispersiyasi) atigi  $\delta^m - 0,15$  kattalik. Oldingi masofa ko'rsatkichlari uchun yorqinlikning tarqalishi bir necha baravar ko'p edi.

### **3. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g'oyalar**

*Koinotning katta o'lchamli tuzilishi.* 1980-yillarning boshlariga qadar. koinotdagi eng katta ob'ektlar galaktikalar va ularning to'dalari hisoblangan. Ammo ma'lum bo'lishicha, kosmik tizimlar ierarxiyasi shu bilan tugamaydi. Galaktikalar o'ta to'dalari kashf etilishi - keng ko'lamlı inshoot deb ataladigan asos - bu standart kosmologik modelni yaratish yo'lidagi birinchi qadam edi.

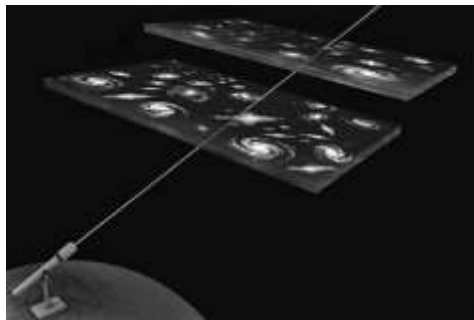
Koinotning katta o'lchamli tuzilishi taniqli olim, akademik Ya.B.Zel'dovich, shuningdek uning shogirdlari - A.G.Doroshkevich va S.F.Shandarin asarlarida bashorat qilingan edi. Kengayib borayotgan koinotdagi kichik zichlikdagi buzilishlar evolyusiyasi qonunlarini tahlil qilib, Ya.B. Zeldovich qiziqarli bashorat qildi: agar yosh va deyarli bir hil olamda zichlik va tezlikning kichik buzilishlari sferik simmetriyaga ega bo'lmagan bo'lsa (va tabiatda ideal simmetriya yo'q!). Shaklning tortishish kuchi ta'sirida sferik o'sishdan og'ishi oshdi Oxir-oqibat, ob'ektlar uchta teng bo'lmagan ko'ndalang o'lchamlarga ega bo'lgan uch o'lchovli tuzilmalar shaklida shakllandi, ulardan biri ikkinchisidan sezilarli darajada kichikroq. Bunday tuzilmalar quymoqqa o'xshaydi degan edi. Zeldovich o'z nazariyasini "quymoqlar nazariyasi" deb atadi. Uning bashoratlari kuzatuvlar bilan ajoyib tarzda tasdiqlandi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, bizning koinotimiz juda katta miqyosda bir hil va izotropdir. Moddaning notekis taqsimlanishidan bir xillikka, taxminan aytganda, zichlik kontrasti allaqachon birlikdan ancha past bo'lgan qismga o'tish taxminan 200 Mpc hajmda boshlanadi. Agar biz koinotning zichligini o'rtacha 200 Mpc bo'lgan kub

ichida hisoblab chiqsak va bu kubni ma'lum masofaga siljitsak (albatta, 200 Mpc dan oshsa), unda birinchi navbatda o'rtacha zichlik ikkinchi darajadagi o'rtacha zichlikka deyarli teng bo'ladi. Kichik miqyosda olam juda xilma-xildir. Shunday qilib, bizning Galaktikamiz ichidagi zichlik xilma - xilligi, masalan, Galaktikaning turli joylarida "qisman olingan" 1 kpc o'lchamdagi "kublar" da, birlikdan ancha yuqori.

Astronomlar olisning katta o'lchamli tuzilishini uzoq galaktikalar fazosidagi tarqalishini o'rganish orqali kashf etdilar. Ular osmonda galaktikalarning uchta maydonini tanladilar, ular bir-biridan taxminan  $5^\circ$  burchak masofasida joylashgan. Maydonning har birida galaktikalar hisoblanib, ularning qizilga siljishlari o'lchandi. Qizilga siljish galaktikagacha bo'lgan masofaga teng bo'lganligi sababli, tadqiqotchilar "galaktikalar soni ( $N$ ) - qizil siljish ( $z$ )" gistogrammasini tuzdilar.

Hozir katta o'lchamli tuzilish nazariyasi puxta va yaxshi ishlab chiqilgan, kuzatishlar allaqachon o'n minglab galaktikalarni qamrab olgan, yuz minglab galaktikalarni kuzatish dasturlari tayyorlanmoqda. Tadqiqotchilar koinotdagi galaktikalarning to'liq uch o'lchovli tarqalishini yuz megaparsekdan ko'proq chuqurlikda kuzatishni rejalashtirmoqdalar.



*Relikt nurlanish.* 1965 yilda relikt nurlanishining kashf etilishi haqli ravishda zamonaviy kosmologiya uchun mustahkam poydevor yaratgan asosiy sinovlarning ikkinchisi deb qaralishi mumkin. Bu yerda shuni eslatib o'tish joizki, ushbu radiatsiya faqat rus tilidagi adabiyotlarda "relikt" deb nomlanadi. Ushbu oqlangan atama ajoyib astrofizik I.S.Shklovskiy tomonidan ixtiro qilingan, chunki bu nurlanish bizning koinotimiz rivojlanishining uzoq davrlariga guvohdir. Ingliz tilidagi adabiyotda *the CMBR* atamasi qanchalik aniq bo'lsa-da, keng tarqalgan - "kosmik mikroto'lqinli fon nurlanishi" iborasining qisqartmasi.

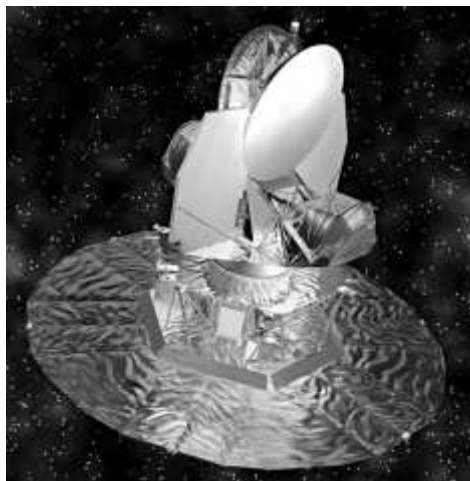
Relikt nurlanishini G.Gamov bashorat qilgan. Uning nazariyasi ko'pincha Katta portlash nazariyasi deb nomlanadi, garchi Gamovning o'zi "Ilem" atamasini ishlatgan. 1950-yillarda u kosmologiyada yadro fizikasi va termodinamika usullarini qo'llagan holda, qaynoq koinot g'oyasini ilgari surgan. Dastlabki koinotning qaynoq va zich moddasida termoyadro reaksiyalari sodir bo'lishi kerak edi, bu hozirgi kimyoviy elementlarning ko'pligini keltirib chiqardi. Ushbu nazariyaning natijalaridan biri relikt nurlanishning bashorati edi. Gamovning o'zi uning xususiyatlarini hisoblab chiqdi, xususan, haroratni aniqladi. Ish yozilgan paytgacha, termoyadro reaksiyalarining

tezligi to'g'risidagi ma'lumotlar hali ham maxfiy qadriyatlar edi (bu yadro qurolini yaratish davri edi), Gamov o'lchovdan taxminan ikki baravar farq qiladigan natijaga erishdi: uning hisob-kitoblari taxminan 6 K radiatsiya haroratini taxmin qildi.

Relikt nurlanish - bu eng qadimgi fotonlar bo'lib, u kengayib borayotgan koinotning harorati shunchalik pasayganda paydo bo'lganki, u materiya va nurlanishning ajralib chiqishiga imkon bergan. Vaqtning bu momenti oxirgi tarqalish yuzasiga to'g'ri keladi.

Penzias va Uilson jurnalga yangi radiatsiya kashf etilganligi to'g'risida maqola topshirdilar. O'sha paytga qadar Prinston universitetidan professor R. Dike nazariya tomonidan bashorat qilingan reliktni nurlanishni qidirish uchun allaqachon maxsus jihozlar tayyorlamoqda edi. Maqola unga keldi, u maqolaga ijobiy baho berdi va natijalarning sharhini o'z ichiga olgan qisqa eslatma yozdi. Ushbu ish uchun A. Penzias va R. Uilson 1978 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi.

*Relikt nurlanish anizotropiyasi.* Relikt nurlanish anizotropiyasi - bu osmondagi har xil yo'nalishdagi haroratning farqidir. Relikt fotonlar bizga samoviy sohaning barcha yo'nalishlaridan keladi, shuning uchun reliktni nurlanishining burchak taqsimlanishini tahlil qilish uchun yetarli matematik apparat sharsimon funksiyalarda yoki multimaydon garmonikalarda kengayishdir (kosmologlar bu garmonikalarning har birining qiymatini  $Cl$  deb belgilaydilar, bu erda  $l$  - garmonik son). Tadqiqot natijalari reliktni nurlanish anizotropiyasining burchak spektrida o'lchangan garmonikalarning amplitudalari garmonik soniga qarab chizilgan grafikalar ko'rinishida keltirilgan. Bunday sohalar reliktni nurlanish anizotropiyasining burchak spektri deb ataladi - ular dunyo adabiyotida odatda reliktni nurlanish to'g'risidagi ma'lumotlarni taqdim etish uchun qabul qilinadi.  $l$  ning kichik qiymatlarida spektr Garrison - Zeldovich platosi deb ataladi. Bundan tashqari, garmonik sonni ko'paytirish yo'nalishi bo'yicha (bu osmon sferasida burchak o'lchamining pasayishiga teng).



Relikt nurlanishining spektrini tahlil qilishda eng past garmonik - dipol alohida ajralib turadi. Kuzatuvchining reliktni nurlanish orqali harakatlanishi natijasida yuzaga kelgan reliktni nurlanish dipol anizotropiyasi 1972 yilda aniqlangan. Dipol garmonikasining amplitudasining hozirgi qiymati taxminan 3 millikelvin (mK) ni



tashkil qiladi. Relikt nurlanishining anizotropiyasini yanada o'rganish uchun radio-astronomlar 20 yil davomida radiometrlarni takomillashtirdilar, shundan so'ng nazariya tomonidan bashorat qilingan yuqori garmonikalar topildi va bashorat qilindi. Ular dastlabki koinot haqidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan tortishish maydonlarining birlamchi tebranishlari bilan bog'liq.

#### 4. Olib borilayotgan tadqiqotlar

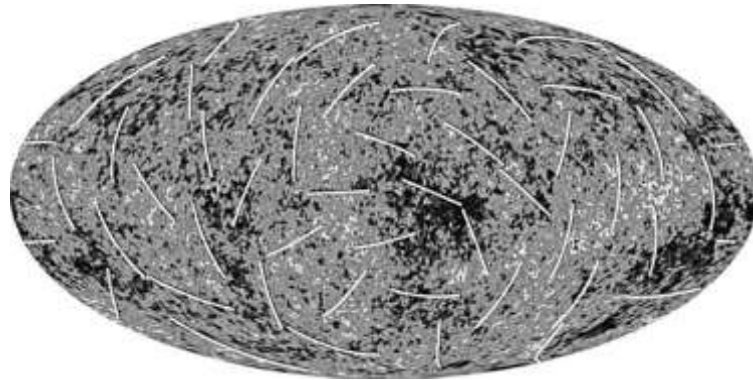
Katta o'lchamli relikt nurlanishning anizotropiyasi 1992 yilda Relikt - sun'iy yo'ldoshidan olib borilgan kuzatishlar natijalari asosida topilgan. 1992 yil yanvar oyida bir guruh rus tadqiqotchilari Relikt - sun'iy yo'ldoshida o'tkazilgan seminarda relikt nurlanishining anizotropiyasi qayd etilganligini e'lon qilishdi, garchi bizning tajribamizdagi signal-shovqin nisbati oz bo'lsa-da - 3. Bu vaqtga kelib u orbitada ishlagan. Amerika yo'ldoshi COBE (*Cosmic Background Explorer*). U Relikt sun'iy yo'ldoshiga o'xshash, ammo undan mukammalroq edi: uchta chastotali kanal bor edi, har bir kanalda ikkita radiometr bor edi. COBE guruhi tomonidan sun'iy yo'ldoshning ishlashi natijalari va relikt nurlanish anizotropiyasi aniqlanganligi to'g'risida maqola e'lon qilindi. Ko'p chastotali COBE guruhi galaktika va galaktikadan tashqi radio-yemissiya tuzilmasidan so'nggi tarqalish yuzidagi tasvirni ishonchli tarzda ajratishga imkon berdi. Bu haqiqat, shuningdek signal-shovqin nisbati (tajriba tugagandan so'ng, COBE sun'iy yo'ldoshi orbitada 4 yildan ortiq ishlagan) amerikalik tadqiqotchilarga relikt nurlanish anizotropiyasining kashfiyotini o'z apparatlari natijalari bilan bog'lashga imkon beradi.

1992 yildan 1998 yilgacha Anizotropiyani o'rganish uchun ko'plab tuproq va balon tajribalari o'tkazilgan, ammo ular juda sezgir bo'lmagan. Yangi avlod radiometrlari birinchi marta 1998 yilda *BOOMERang* balon tajribasida ishlatilgan. Antarktida ustida uchuvchisiz havo shari uchib o'tgan va undagi asboblar osmon qismining radio yorqinligini o'lchagan. Bu maydon kichik edi - osmon maydonining atigi 5%, lekin u yaxshi tanlangan: unda radioaktiv emissiyaning yorqin galaktikadan tashqi manbalari yo'q edi va bu yerda sinxrotron galaktik nurlanish intensivligi ham minimal edi. Ko'p o'tmay, yana bir balon eksperimenti o'tkazildi - *Archeops*, ko'plab Evropalik tadqiqotchilar ishtirokida Fransiyada ishlab chiqilgan. Unda yetakchi rus kosmologlari A.A.Starobinskiy va I.A.Strukovlar ham qatnashdilar.

*Archeops* asosan yaqinlashib kelayotgan Plank tajribasining yuqori chastotali qismining safdoshidir.

Ushbu tajribalar natijasida birinchi, ikkinchi va uchinchi Dopler cho'qqilari ishonchli tarzda aniqlandi. Cl spektri koinotdagi tebranishlar spektrini, shuningdek, olam va uning tarkibiy qismlarining umumiy zichligi (barion zichligi, quyuq materiya zichligi, lambda terminiga mos keladigan zichlik va boshqalar) kabi global kosmologik parametrlarni aniqlash uchun ishlatiladi. Shunday qilib, birinchi Dopler cho'qqisi

pozitsiyasiga ko'ra, koinotning umumiy zichligi juda aniq aniqlanadi va uning amplitudasi bilan barion tarkibi aniqlanadi.



Relikt nurlanish anizotropiyasini kuzatish bo'yicha eng aniq natijalar WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) sun'iy yo'ldoshida olingan. Dastlab, ushbu sun'iy yo'ldosh oddiygina MAP deb nomlangan, ammo ishga tushirilgandan ko'p o'tmay uning nomi o'zgartirilgan. MAP loyihasi mualliflaridan biri bo'lgan taniqli amerikalik olim Devid Uilkinson tajriba natijalarini kutmasdan vafot etdi. Hamkasblar sun'iy yo'ldoshni uning sharafiga nomlashga qaror qilishdi. Massasi 830 kg bo'lgan sun'iy yo'ldosh 2001 yilda uchirilgan va Quyoshga qarama-qarshi tomonda Yerdan 1,5 million km masofada joylashgan energetik jihatdan qulay Lagranj nuqtasiga L2 olib kelingan. Sun'iy yo'ldosh relikt nurlanish anizotropiyasini va uning qutblanishini o'lchash uchun mo'ljallangan. Ushbu tajribaning asosiy maqsadi - butun osmonni kamida 20 mikrokelvin (mK) sezgirligi va har bir pikselda 5 mikrondan oshmaydigan xatolik bilan xaritada tasvirlash. Burchak piksel o'lchamlari bir chastota kanalidan boshqasiga farq qiladi va taxminan 10' ni tashkil qiladi. Sun'iy yo'ldoshni qabul qilish tizimi oynaning kattaligi  $1,4 \times 1,6$  m bo'lgan egiz Gregori teleskopidan iborat; teleskopning markazida 5 chastotada bir nechta radiometrlar mavjud. 2006 yil mart oyida sun'iy yo'ldoshning uch yillik faoliyati natijalari e'lon qilindi. Qisqacha aytganda, ular quyidagilar:

- 1) standart kosmologik model tasdiqlandi;
- 2) moddaning ikkilamchi ionlash davri (birinchi yulduzlar, kvazarlar va galaktikalarning paydo bo'lishi bilan bog'liq) taxminan  $z = 10$  qizilga siljishga mos kelishini ko'rsatadi.

*WMAP ishi natijasida olingan standart kosmologik modelning asosiy parametrlari.* Relikt nurlanish anizotropiyasini o'rganish bo'yicha navbatdagi tajriba - 2009-2013 yillarda "Plank" sun'iy yo'ldoshi yordamida amalga oshirilgan. Yevropa kosmik agentligi. Ushbu qurilma WMAP -ga qaraganda ancha mukammal edi, xususan, chastota kanallarining har birining sezgirligi bir necha baravar yuqori va piksel hajmi WMAP -ga qaraganda bir necha baravar kichik. Ammo u olgan natijalar oldingi natijalardan unchalik farq qilmaydi. Plank ma'lumotlariga ko'ra, Xabbl doimiysi 68 km / s ga yaqin, koinotning yoshi esa 13,8 milliard yilni tashkil etadi.



## *Mustahkamlash uchun savollar:*

1. Zamonaviy fizikada kvant va relyativistik fizikaning rivojlanishiga xissa qo'shgan olimlarning kashfiyotlarini tushuntiring.
2. "Xabbl doimiysi" atamasini tushuntiring va u bugungi kunda nechaga teng?
3. Kosmologiyada evolyusiya asosiy omil hisoblanadi, buning sababini tushuntiring.
4. ufqning kattaligidan kattaroq masofa bilan ajratilgan ikkita fazoviy nuqta o'tmishda hech qachon o'zaro ta'sir qilmagan, buning sabablarini tushuntiring.
5. Kengayish qonuni eksperimental ravishda E.Xabbl tomonidan nimaga asoslab tushuntiriladi?
6. Koinotning katta o'lchamli tuzilishi taniqli olim, akademik Ya.B.Zel'dovich asarlarida qanday talqin qilinadi?
7. Relikt nurlanish nima?
8. Relikt nurlanish anizotropiyasini tushuntiring.
9. Katta o'lchamli relikt nurlanishning anizotropiyasini o'rganishda amalga oshirilayotgan ishlarni tushuntiring.
10. WMAP ishi natijasida olingan standart kosmologik modelning asosiy parametrlari nimalardan iborat?

## **3-mavzu: Eksperimental fizika tadqiqotlari. Kosmomikrofizika.**

### **Kosmomikrofizikadagi muammolar. (2 soat).**

#### **Reja:**

1. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari.
2. Kosmomikrofizika.
3. Kosmomikrofizikadagi muammolar.

**Tayanch iboralar:** kosmomikrofizika, eksperimental fizika,

#### **1. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari**

*Eksperimental fizika* - bu tabiat hodisalarini maxsus tayyorlangan sharoitlarda o'rganishdan iborat bo'lgan tabiatni bilish usuli. Tabiatning matematik modellarini o'rganadigan nazariy fizikadan farqli o'laroq, eksperimental fizika tabiatni o'zi o'rganishga mo'ljallangan.

Aynan eksperiment natijasi bilan kelishmovchilik fizik nazariyaning xatoligi, aniqrog'i, nazariyaning bizning dunyomizga tatbiq etilmasligi mezonidir. Buning aksi to'g'ri emas: eksperiment bilan kelishilganlik nazariyaning to'g'riligi (qo'llanilishi) isboti bo'lishi mumkin emas. Ya'ni, fizik nazariyaning hayotiyligining asosiy mezoni eksperiment orqali tekshirishdir.

Hozirgi eksperimentning bu aniq rolini faqatgina Galiley va keyinchalik tadqiqotchilar amalga oshirdilar, ular dunyoning xususiyatlari to'g'risida xulosalar





chiqarishdi, bu maxsus sharoitlarda ob'ektlarning xatti-harakatlarini kuzatish asosida, ya'ni ular tajribalar o'rnatdilar.

Ideal holda, eksperimental fizika eksperimental natijalarga hech qanday izoh bermasdan faqat tavsif berishi kerak. Biroq, amalda bunga erishish mumkin emas. Ko'proq yoki ozgina murakkab eksperiment natijalarining talqini muqarrar ravishda biz eksperimental o'rnatishning barcha elementlari qanday harakat qilishini tushunishga ega ekanligimizga asoslanadi. Ushbu tushuncha, o'z navbatida, hech qanday nazariyaga tayanolmaydi. Shunday qilib, elementar zarrachalarning tezlashtiruvchi fizikasida o'tkazilgan tajribalar - barcha eksperimental fizikadagi eng murakkablari - faqat detektorning barcha elementlarining mexanik va elastik xususiyatlaridan so'ng, ularning ta'siriga elementar zarrachalarning xususiyatlarini haqiqiy o'rganish deb talqin qilish mumkin. elektr va magnit maydonlari, vakuum kamerasidagi qoldiq gazlarning xossalari, proporsional kameralarda elektr maydonlarining tarqalishi va ionlarning siljishi, moddalar ionlanish jarayonlari va boshqalar.

**Zamonaviy tajribalar.** Taniqli eksperimental fizika loyihalarining ayrim misollari quyidagilardan iborat:

Oltin ionlari (birinchi og'ir ion kollyayderi) va protonlar kabi og'ir ionlarni to'qnashadigan Relativistik og'ir ion kollyayderi AQShning Long-Aylenddagi Brukhaven milliy laboratoriyasida joylashgan.

Elektronlar yoki pozitronlar va protonlar bilan to'qnashgan HERA Germaniyaning Gamburg shahrida joylashgan HERA tarkibiga kiradi.

2008 yilda qurib bitkazilgan LHC yoki Katta Adron kollyayderi bir qator muvaffaqiyatsizliklarga duch keldi. LHC 2008 yilda ish boshlagan, ammo 2009 yil yozigacha texnik xizmat ko'rsatish uchun yopilgan. Tugallangandan so'ng, u dunyodagi eng kuchli kollyayder bo'lib, Jeneva yaqinidagi Fransiya-Shveysariya chegarasida joylashgan SERNdagi joylashgan. Kollyayder 2010 yil 29 martda to'liq quvvatda ishlay boshladi, rejalashtirilganidan bir yarim yil keyin.

LIGO, lazer interferometrining tortishish to'liqlari observatoriyasi - bu kosmik tortishish to'liqlarini aniqlash va astronomik asbob sifatida tortishish to'liqlarining kuzatuvlarini rivojlantirish uchun keng ko'lamlı fizika tajribasi va rasadxonasi. Hozirda ikkita LIGO rasadxonasi mavjud: Luiziana shtatining Livingston shahridagi LIGO Livingston Observatoriyasi va Richland (Vashington) yaqinidagi LIGO Hanford Observatoriyasi.

JWST yoki Jeyms Uebning kosmik teleskopi 2021 yilda ishga tushirilishi rejalashtirilgan. U Habbl kosmik teleskopining vorisi bo'ladi. U infraqizil oralig'ida osmonni skaner qiladi. JWSTning asosiy maqsadlari koinotning dastlabki bosqichlarini, galaktikalarning paydo bo'lishini, shuningdek, yulduzlar va



sayyoralarining shakllanishini va hayotning kelib chiqishini tushunishdan iborat bo'ladi.

**Metod.** Eksperimental fizika eksperimental tadqiqotning ikkita asosiy usulidan foydalanadi:

- boshqariladigan tajribalar
- dala tajribalari.

Boshqariladigan tajribalar ko'pincha laboratoriyalarda qo'llaniladi, chunki laboratoriyalar boshqariladigan muhitni taklif qilishi mumkin.

Tabiiy tajribalar, masalan, astrofizikada osmon jismlarini kuzatishda qo'llaniladi, bu yerda o'zgaruvchilarni boshqarish deyarli mumkin emas.

*Taniqli tajribalar quyidagilarni o'z ichiga oladi:*

Maydoni 2 gradus bo'lgan qizilga siljish galaktikalariga umumiy ko'rinish

Butun osmonni 2 Mikronli kuzatuv (2 MASS)

Bell test sinovlari

BOOMERanG eksperiment

Kamera-obskura tajribalari

Kavendish tajribasi

Kosmik fon tadqiqotlari

Kouena – Rayns neytrin tajribasi

Devisson-Germer tajribasi

Ikki tirqishli kuzatuvlar

Fuko mayatnigi

Frank – Gers tajribasi

Geyger – Marsden tajribasi

Gravitatsion zond A

Gravitatsion zond B

Xafele – Kiting tajribasi

***Uy tajribasi***

LIGO

Yog' tomchisi tajribasi

Maykelson-Morli tajribasi

Sloan Digital Sky Survey

Shtern-Gerlax tajribasi

SVCh-datchik anizotropiyasi Wilkinson

*Ba'zi ma'lum eksperimental metodlar o'z ichiga quyidagilarni oladi:*

Kristallografiya

Ellipsometriya

Faradeya katakchalari

Interferometriya



Lazerli sovitish  
Lazer spektroskopiya  
Ramanovskiy spektroskopiyasi  
Signallarni qayta ishlash  
Spektroskopiya  
Vakuumli texnika  
Rentgen spektroskopiya

*Taniqli fizik-eksperimentatorlardan:*

Alxazen (965–1039)  
Al-Biruni (973–1043)  
Al-Xazini (et. 1115–1130)  
Galileo Galiley (1564–1642)  
Isaak Nyuton (1643–1727)  
Laura Bassi (1711–1778)  
Maykl Faradey (1791–1867)  
Ernst Max (1838–1916)  
Djon Uilyam Strutt (tretiy baron Reley) (1842–1919)  
Vilgelm Rentgen (1845–1923)  
Karl Ferdinand Braun (1850–1918)  
Anri Bekkerel (1852–1908)  
Albert Abraxam Mixelson (1852–1931)  
Xayke Kamerling-Onnes (1853–1926)  
Dj. Dj. Tomson (1856–1940)  
Nikola Tesla (1856–1943)  
Djagadish Chandra Bos (1858–1937)  
Uilyam Genri Bregg (1862–1942)  
Mariya Kyuri (1867–1934)  
Robert Endryus Milliken (1868–1953)  
Ernest Rezerford (1871–1937)  
Liz Meytner (1878–1968)  
Maks fon Laue (1879–1960)  
Klinton Devisson (1881–1958)  
CV Raman (1888–1970)  
Uilyam Lourens Bregg (1890–1971)  
Djeyms Chedvik (1891–1974)  
Petr Kapitsa (1894–1984)  
Charlz Drammond Ellis (1895–1980)  
Djon Kokroft (1897–1967)  
Patrik Blekett (baron Blekett) (1897–1974)



Ukichiro Nakaya (1900–1962)  
Enriko Fermi (1901–1954)  
Ernest Lourens (1901–1958)  
Uolter Xauzer Bratteyn (1902–1987)  
Pavel Cherenkov (1904–1990)  
Karl Devid Anderson (1905–1991)  
Ernst Ruska (1906–1988)  
Djon Bardin (1908–1991)  
Uilyam Shokli (1910–1989)  
Szyan-Shiung U (1912–1997)  
Charlz Xard Tauns (1915–2015)  
Rozalinda Franklin (1920–1958)  
Ouen Chamberlen (1920–2006)  
Nikolaas Blumbergen (1920–2017)  
Vera Rubin (1928–2016)  
Mildred Dresselxaus (1930–2017)  
Samar Mubarakmand (1942–)  
Gerd Binnig (1947–)  
Stiven Chu (1948–)  
Volfgang Ketterle (1957–)  
Andre Geym (1958–)  
Lene Xau (1959–)

Quyidagi muammolar eksperimental ma'lumotlar yetishmaydigan fundamental nazariy muammolar yoki nazariy g'oyalardir. Ushbu masalalarning ba'zilari bir-biri bilan chambarchas bog'liq. Masalan, qo'shimcha o'lchovlar yoki o'ta simmetriya ierarxiya muammosini hal qilishi mumkin. Kvant tortishish kuchining to'liq nazariyasi ushbu savollarning aksariyatiga javob berishga qodir deb ishoniladi (barqarorlik orolining muammosi bundan mustasno).

***Kvant tortishish kuchi.*** Kvant mexanikasi va umumiy nisbiylikni yakka o'zi izchil nazariyaga birlashtirish mumkinmi (ehtimol bu kvant maydon nazariyasi)? Bo'sh vaqt uzluksizmi yoki diskretmi? O'z-o'ziga mos keladigan nazariya gipotetik gravitondan foydalanadimi yoki u butunlay bo'shliqning diskret tuzilishining mahsuli bo'ladimi (sirtmoqsimon kvant tortishishida bo'lgani kabi)? Kvant tortishish nazariyasidan kelib chiqadigan juda kichik yoki juda katta miqyosdagi yoki boshqa favqulodda vaziyatlarda umumiy nisbiylik prognozlaridan og'ishlar bormi?

***Qora o'ralar, qora o'radagi ma'lumotlarning yo'qolishi,*** Xoking nurlanishi. Qora o'ralar nazariya tomonidan bashorat qilinganidek issiqlikdan nurlanish hosil qiladimi? Ushbu radiatsiya ularning ichki tuzilishi haqida ma'lumotni o'z ichiga oladimi, bu tortishish o'lchovi o'zgarmasligi qo'shaloqlikdan kelib chiqadimi yoki

Xokingning dastlabki hisob-kitobidan kelib chiqadimi? Agar yo‘q bo‘lsa va qora o‘ralar doimiy ravishda bug‘lanib ketishi mumkin bo‘lsa, unda ularda saqlanadigan ma‘lumot nima bo‘ladi (kvant mexanikasi ma‘lumotni yo‘q qilishni nazarda tutmaydi)? Yoki qora o‘radan ozgina narsa qolganda, radiatsiya qachondir to‘xtab qoladimi? Ularning ichki tuzilishini tekshirishning boshqa biron bir usuli bormi, agar bunday tuzilma umuman mavjud bo‘lsa? Qora o‘ra ichidagi barion zaryadining saqlanish qonuni amal qiladimi? Kosmik senzura prinsipining isboti, shuningdek, uning bajarilishi shartlarini aniq shakllantirish noma‘lum. Qora o‘ralar magnetosferasining to‘liq nazariyasi mavjud emas. Tizimning turli holatlari sonini hisoblashning aniq formulasi mavjud emas, uning berilgan massasi, burchak impulsi va zaryadi qora o‘ra paydo bo‘lishiga olib keladi. Qora o‘ra uchun "tolalar mavjudligi teoremasi yo‘q"ning umumiy holatida ma‘lum bir dalil yo‘q.



Qora o‘ra modeli (o‘rtada) Katta Magellan Buluti tasviri bilan qoplangan. Bulutning ikkita kattalashgan va juda buzilgan qismlari tomonidan ishlab chiqarilgan tortishish ob‘ektiv ta‘siriga e‘tibor bering. Shaklning yuqori qismida Somon Yo‘li diskida ham yoy buzilishi mavjud.

**Fazoviy vaqt o‘lchovi.** Tabiatda bizga ma‘lum to‘rttdan tashqari kosmik vaqtning qo‘shimcha o‘lchamlari bormi? Agar shunday bo‘lsa, ularning soni qancha? " $3 + 1$ " (yoki undan yuqori) o‘lchov koinotning aprior xususiyati bo‘ladimi yoki boshqa fizik jarayonlarning natijasimi, masalan, dinamik uchburchak nazariyasi taklif qilganidek? Yuqori fazoviy o‘lchamlarni eksperimental ravishda "kuzatish" mumkinmi? Bizning " $3 + 1$ " o‘lchovli fazo vaqtimiz fizikasi " $2 + 1$ " o‘lchovli yuqori sirdagi fizikaga teng keladigan gologramma prinsipi to‘g‘rimi?

**Koinotning inflyatsion modeli.** Kosmik inflyatsiya nazariyasi to‘g‘rimi va agar shunday bo‘lsa, ushbu bosqichning tafsilotlari qanday? Inflyatsiyaning ko‘tarilishi uchun faraziy inflaton sohasi nima? Agar inflyatsiya bir nuqtada ro‘y bergan bo‘lsa, bu kvant-mexanik tebranishlar inflyatsiyasi tufayli o‘zini o‘zi ta‘minlash jarayonining boshlanishi bo‘lib, u bu nuqtadan ancha uzoqroq joyda, umuman boshqa joyda davom etadimi?

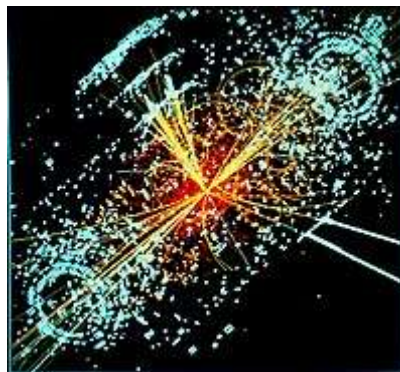
**Multikoinot.** Aslida kuzatib bo‘lmaydigan boshqa koinotlarning mavjud bo‘lishining jismoniy sabablari bormi? Masalan: kvant mexanik "muqobil tarixlar"

yoki "ko'p olamlar" mavjudmi? Jismoniy kuchlarning ko'rinadigan simmetriyasini yuqori energiyalarda, ehtimol kosmik inflyatsiya tufayli nihoyatda uzoq masofada sindirishning muqobil usullarining natijasi bo'lgan "boshqa" koinotlar bormi? Boshqa koinotlar biznikiga ta'sir qilishi mumkinmi, masalan, qoldiq nurlanishining harorat tarqalishidagi anomaliyalarni keltirib chiqaradimi? Antropik prinsipdan foydalanish global kosmologik muammolarni hal qilish uchun asosli bo'ladimi?

**Joylashuv (lokalizatsiya).** Kvant fizikasida lokal bo'lmagan hodisalar mavjudmi? Agar ular mavjud bo'lsa, ular ma'lumot uzatishda cheklovlarga ega emasmi yoki: energiya va materiya ham mahalliy bo'lmagan yo'l bo'ylab harakatlana oladimi? Lokal bo'lmagan hodisalar qanday sharoitlarda kuzatiladi? Mahalliy bo'lmagan hodisalarning mavjudligi yoki yo'qligi makon-vaqtning asosiy tuzilishi uchun nimaning anglatadi? Bu kvant chalkashligi bilan qanday bog'liq? Buni kvant fizikasining tub mohiyatini to'g'ri talqin qilish nuqtai nazaridan qanday izohlash mumkin?

**Koinotning kelajagi.** Koinot Katta Muzlash, Katta parchalanish, Katta Siqilish yoki Katta Qaytish tomon bormi? Bizning koinotimiz cheksiz takrorlanadigan siklik modelning bir qismimi?

Yuqori energiya fizikasi, zarralar fizikasi



CERN-dagi KMS detektorida Higgs bozonini aniqlash jarayonini modellashtirish.

Zarralar fizikasidagi hal qilinmagan masalalar ikki sinfga bo'linadi. Birinchisi, hamma narsa nimadan yasalganligi va nima uchun qanday qilib qurilganligi, shuningdek, mumkin bo'lgan yangi zarralar va o'zaro ta'sirlarni izlashdir. Ikkinchisi - allaqachon ma'lum bo'lgan hodisalar allaqachon ma'lum bo'lgan zarralardan qanday hosil bo'lishidir.

**Xiggs mexanizmi.** Qancha Xiggs bozoni bor? Ular standart modelda tasvirlanganmi?

**Ierarxiya muammosi.** Nima uchun tortishish kuchi bu qadar kuchsiz? U faqat Plank shkalasida katta bo'ladi, chunki energiyasi  $10^{19}$  GeV bo'lgan zarralar uchun juda zaif, bu elektro zaif masshtabdan ancha past (kam energiya fizikasida dominant energiya 100 GeV). Nima uchun bu masshtablar bir-biridan juda farq qiladi? Xiggs bozon massasi singari elektrkuchsiz miqyosdagi miqdorlarni Plank tartibining

miqyosida kvant tuzatishlarini olishiga nima xalaqit beradi? Ushbu muammoning yechimini super simmetriya, qo'shimcha o'lchamlar yoki shunchaki antropik usul bilan aniqlaydilar mi?

**Magnit monopoli.** "Magnit zaryad" ning zarralari - tashuvchilari har qanday o'tgan davrlarda yuqori energiyaga ega bo'lganmi? Agar shunday bo'lsa, bugun bormi? (Pol Dirak ba'zi turdagi magnit monopollarning mavjudligi zaryadning kvantlanishini tushuntirishi mumkinligini ko'rsatdi.

Protonning parchalanishi va Buyuk birlashish. Kvant maydoni nazariyasining uch xil kvant mexanik fundamental o'zaro ta'sirini qanday birlashtirish mumkin?

Proton bo'lgan eng yengil barion nima uchun mutlaqo barqaror? Agar proton beqaror bo'lsa, uning yarim yemirilish davri qancha?

**Supersimmetriya.** Kosmosning super simmetriyasi tabiatda amalga oshiriladimi? Agar shunday bo'lsa, super simmetriyani buzish mexanizmi qanday? Super-simmetriya yuqori kvantli tuzatishlarning oldini olish bilan elektro zaiflik shkalasini barqarorlashtiradimi? Qorong'u materiya yengil super simmetrik zarralardan iboratmi?

**Moddaning avlodlari.** Kvarklar va leptonlarning uchdan ortiq avlodlari bormi? Nasllarning soni kosmik o'lchov bilan bog'liqmi? Nega avlodlar umuman mavjud? Birinchi prinsiplarga asoslanib ba'zi bir kvarklarda va leptonlarda ba'zi avlodlarda massa mavjudligini tushuntira oladigan nazariya bormi (o'zaro ta'sirning Yukava nazariyasi)?

**Fundamental simmetriya va neytrinolar.** Neytrinlarning tabiati qanday, ularning massasi qanday va ular olam evolyusiyasini qanday shakllantirgan? Nega endi Koinotda materiya antimoddadan ko'proq? Koinot paydo bo'lishida qanday ko'rinmas kuchlar mavjud bo'lgan, ammo koinotning rivojlanishi davomida g'oyib bo'lgan?

**Kvant maydoni nazariyasi.** Relyativistik mahalliy kvant maydon nazariyasi prinsiplari noan'anaviy tarqalish matritsasi mavjudligiga mos keladimi?

**Massasiz zarralar.** Spinsiz massasiz zarralar nega tabiatda mavjud emas?

### **Yadro fizikasi**

**Kvant xromodinamikasi.** Kuchli ta'sir o'tkazadigan materiyaning fazaviy holatlari qanday va ular kosmosda qanday rol o'ynaydi? Nuklonlarning ichki tuzilishi qanday? KXD kuchli ta'sir o'tkazuvchi moddaning qanday xususiyatlarini bashorat qiladi? Kvarklar va glyonlarning pi-mezonlar va nuklonlarga o'tishini nimalar boshqaradi? Glyonlar va glyonlarning o'zaro ta'sirlari nuklonlar va yadrolarda qanday ahamiyatga ega? KXDning asosiy xususiyatlarini nima aniqlaydi va ularning tortishish kuchi va makon-vaqt tabiati bilan qanday aloqasi bor?

**Atom yadrosi va yadro astrofizikasi.** Proton va neytronlarni barqaror yadrolarga va noyob izotoplarga bog'laydigan yadro kuchlarining tabiati qanday? Oddiy zarrachalarning murakkab yadrolarga birikishining sababi nimada? Neytron yulduzlari va zich yadro materiyasining tabiati qanday? Kosmosdagi elementlarning kelib

chiqishi nima? Yulduzlarni qo'zg'atadigan va ularning portlashiga olib keladigan yadro reaksiyalari qanday?

**Barqarorlik oroli.** Mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan eng og'ir barqaror yoki metastabil yadro nima?

**O'taoquvchanlik.** Ikki suyuq Landau nazariyasi va makroskopik to'lqin funksiyasi gradyanlarini hisobga oladigan nazariyani birlashtirgan supero'tkazuvchi suyuqlikning izchil kvant gidrodinamik nazariyasi yaratilmagan.

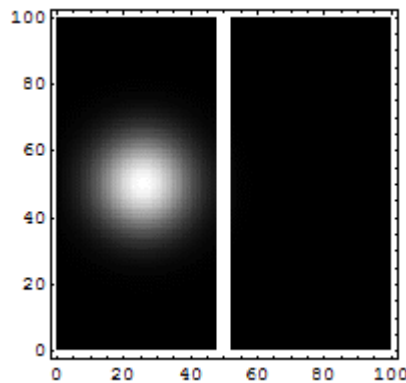
Supero'tkazuvchilarning makroskopik nazariyasi kuzatuvchi va kvant tizimining o'zaro ta'sirini hisobga olmaydi. Bu ortiqcha suyuqlik uchun zarurmi?

Kvant yondashuvida zarrachalarning o'zaro ta'sirini hisobga olish masalasi hal qilinmagan.

Superfluid tizimlarda relyativistik ta'sirlarni kuzatish mumkinmi?

Kvant mexanikasining mavjud formulasi birinchi prinsiplardan ortiqcha suyuqlik tizimining tavsifini olishga imkon bermaydi. Supero'tkazuvchi tizimlarning massasi katta va de-Broyl to'lqin uzunligi o'lchov moslamasining o'lchamiga taqqoslanadi. Supero'tkazuvchi hodisa o'lchov paytida to'lqin paketining kamayishi to'g'risida kvant mexanikasining eski paradoksini yangicha tushunishga olib keladimi?

### ***Boshqa muammolar***



**Tunnel effekti** - kvant mexanikasi shuni ko'rsatadiki, elektronlar potensial to'siqni yengib chiqishi mumkin, bu tajriba natijalari bilan tasdiqlangan. Aksincha, klassik mexanika buning iloji yo'qligini taxmin qilmoqda.

**Kvant mexanikasi va moslik prinsipi** (ba'zan kvant betartibli deb ham ataladi). Kvant mexanikasining afzal talqinlari mavjudmi? Holatlarning kvant superpozitsiyasi va to'lqin funksiyasi qulashi yoki kvant dekoherensiyasi kabi elementlarni o'z ichiga olgan haqiqatning kvant tavsifi qanday qilib biz ko'rib turgan haqiqatga olib keladi? Xuddi shu narsani o'lchov muammosi yordamida shakllantirish mumkin: to'lqin funksiyasini ma'lum bir holatga keltiradigan "o'lchov" nima?

**Fizik axborotlar.** Qora o'ralar yoki to'lqin funksiyasining qulashi kabi fizik hodisalar mavjudmi, ular avvalgi holatlari haqidagi ma'lumotni qaytarib bo'lmaydigan darajada yo'q qiladimi?





**Hamma narsa nazariyasi** ("Buyuk birlashish nazariyalari") Barcha asosiy fizik konstantalarning ma'nosini tushuntiradigan nazariya bormi?

Nima uchun standart modelning o'zgaruvchanligi qanday bo'lsa, nima uchun kuzatilgan bo'sh vaqt 3 ga teng + 1 o'lchovlar va shuning uchun fizika qonunlari qanday bo'lsa, shundaymi? Vaqt o'tishi bilan "fundamental fizik konstantalar" o'zgaradimi? Zarralar fizikasining standart modelidagi zarralar aslida boshqa zarrachalardan iborat bo'lib, ularni shu qadar mahkam bog'langanki, ularni hozirgi tajriba energiyasida kuzatish mumkin emasmi? Hali kuzatilmagan fundamental zarralar bormi va agar shunday bo'lsa, ular nima va ularning xususiyatlari qanday? Nazariya fizikadagi boshqa hal qilinmagan muammolarni tushuntirishga imkon beradigan kuzatilmaydigan asosiy kuchlar mavjudmi?

**CP-simmetriyasi.** Nima uchun CP-simmetriya saqlanmaydi? Nima uchun u kuzatilgan jarayonlarning aksariyat qismida saqlanib qolgan?

**Yarimo'tkazgichlar fizikasi.** Yarimo'tkazgichlarning kvant nazariyasi bitta yarimo'tkazgich konstantasini aniq hisoblay olmaydi.

**Kvant fizikasi.** Ko'p elektronli atomlar uchun Shredinger tenglamasining aniq yechimi noma'lum.

Ikki nurni bitta to'siq bilan sochish masalasini hal qilishda sochilish kesimi cheksiz katta bo'lib chiqadi.

Feynmanium: Atom raqami 137 dan yuqori bo'lgan kimyoviy elementga nima bo'ladi, natijada  $1s^1$  elektroni yorug'lik tezligidan oshib ketishi kerak bo'ladi (Bor atom modeliga ko'ra)? Feynmanium jismonan mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan so'nggi kimyoviy moddami? Muammo taxminan 137 hujayrada namoyon bo'lishi mumkin, bu yerda yadroviy zaryad taqsimotining kengayishi so'nggi nuqtaga yetadi.

**Statistik fizika.** Har qanday fizik jarayon uchun miqdoriy hisob-kitoblarni amalga oshirishga imkon beradigan qaytarilmas jarayonlarning sistematik nazariyasi mavjud emas.

**Kvant elektrodinamikasi.** Elektromagnit maydonning nol nuqtali tebranishlaridan kelib chiqadigan tortishish effektlari bormi?

Yuqori chastotali maydonda kvant elektrodinamikasini hisoblashda bir vaqtning o'zida natijaning aniqligi, relyativistik invariantlik va birlikka teng barcha muqobil ehtimolliklar yig'indisi shartlarini qanday bajarishi ma'lum emas.

Elektromagnit maydonning nol energiyasini har qanday kuzatiladigan fizik kattalik bilan taqqoslash mumkinmi?

**Biofizika.** Protein makromolekulalari va ularning komplekslarining konformatsion bo'shashishi kinetikasi uchun miqdoriy nazariya mavjud emas.

Biologik tuzilmalarda elektronlarning o'tkazilishining to'liq nazariyasi mavjud emas.



**O'tao'tkazuvchanlik.** Moddaning tuzilishi va tarkibini bilib, uning harorat pasayishi bilan o'tao'tkazuvchan holatga o'tishini nazariy jihatdan taxmin qilish mumkin emas. O'tao'tkazuvchi materialni xona haroratida barqaror holatda olish mumkinmi?

**Qattiq jismlar fizikasi.** Magnitlanish, issiqlik sig'imi, elektr o'tkazuvchanligi va boshqa makroskopik miqdorlarni ma'lum kristal tuzilishi, kristaldagi atomlarning elektron qobig'i va yuqori magnitli moddalar uchun mikroduyoning boshqa parametrlari asosida hisoblashning iloji yo'q.

(ferromagnetiklar, antiferromagnetiklar i ferrimagnetiklar)

Asentrik qattiq moddalarning miqdoriy mikroskopik nazariyasi mavjud emas, bu aralashmalarning turi, konsentratsiyasi va tarqalishini va struktura nuqsonlarini hisobga oladi.

### 2. Kosmomikrofizika

Kosmomikrofizika - bu kosmik fizika va elementar zarrachalar fizikasi muammolarini o'rganish bilan shug'ullanadigan fanlararo yo'nalish bo'lib, mikro va makro dunyo qonunlarining chuqur o'zaro bog'liqligi g'oyasiga asoslanadi. XX asrning 80-yillarida paydo bo'lgan. Hozirgi bosqichda tezlashishi bilan Olam kengayishining kashf etilishi, qorong'u materiyaning kashf qilinishi kosmomikrofizikaning paydo bo'lishiga olib keldi. Ushbu hodisalarni tushuntirish uchun inflyatsion olam, qorong'u energiya va qorong'u materiyaning kosmologik nazariyalari ilgari surilgan. Ushbu kosmologik nazariyalar zarralar fizikasi orqali materiyaning yangi shakllarini tavsiflashni talab qildi. Kosmomikrofizika shuningdek, tortishish muammosi bilan elementar zarralar fizikasi o'rtasida nazariy va eksperimental aloqani o'rnatdi.

Laboratoriya sharoitida supermassiv yoki ultra zaif o'zaro ta'sir qiluvchi zarralarning ruxsat etilgan xususiyatlarini o'rganish uchun bilvosita ta'sir juda kam.

Bunday ta'sirlar neytrino massasi,  $CP-N$  buzilishi, barion va lepton sonlarining saqlanib qolmasligi (neytrin tebranishlarida, ikki marta neytrinolsiz beta-parchalanish, proton yemirilishi va neytron-antineytron yoki vodorod-antigidrogen tebranishlarida aks etadi).

Kengaytirilgan yashirin sektorni to'g'ri tanlash muammosi tabiatning barcha 4 ta asosiy kuchlarini, shu jumladan tortishish kuchini tavsiflovchi "hamma narsa nazariyasi" (TOE -- theories of everything) modellarini o'rganishda ayniqsa kuzatiladi.

Bunday tavsif o'lchov simmetriyasining ketma-ket kengayishidan kelib chiqishi mumkin, masalan, supergravitatsiyada bo'lgani kabi mahalliy o'lchov modellari va super simmetriyaning kombinatsiyasidan. Bu yerda umumlashtirish ichki simmetriyalarning kengayishidan fazo-vaqt simmetriyalariga to'g'ri keladi.

Muqobil yondashuv zarrachalarning o'zaro ta'sirini tavsiflash uchun makon-vaqt geometriyasini umumlashtirishga asoslanadi. Geometrik yondoshish asosiy kuchlarni



fazoviy vaqtning qo'shimcha o'lchamlari bilan bog'lab, fazoviy vaqtning simmetriyasini elementar zarrachalar simmetriyasi bilan to'ldiradi.

Inflyatsiya va barosintezni tavsiflashni talab qiladigan ko'plab turli xil fizik mexanizmlar mavjud. Yashirin massa zarralari roli uchun juda ko'p turli nomzodlar mavjud.

Afsuski, inflyatsiya va barosintez sodir bo'lgan dastlabki koinotni ham, yashirin massani ham to'g'ridan-to'g'ri astronomik usullar bilan kuzatish mumkin emas. Shuning uchun turli kosmologik ssenariylar va ular asosida yotadigan elementar zarrachalar modellari bilan bog'liq variantlarni to'g'ri tanlash uchun bilvosita usullar tizimini ishlab chiqish zarur.

### 3. Kosmik mikrofizikadagi muammolar

Muammo shundaki, kosmologik va fizik parametrlarning makoni, umuman olganda, ko'p o'lchovli, chunki inflyatsiya va barosintezning turli mexanizmlarining fizik asoslari hamda yashirin massaning har xil shakllari har xil fizik mulohazalardan kelib chiqadi va nafaqat zid emas, balki o'zaro bir-birini to'ldiradi.

Boshqa tomondan, elementar zarrachalar modellarini kosmologik tekshirishda, umuman olganda, inflyatsiya, barosintez va yashirin massaning fizik asoslarini aniq amalga oshirilishini hamda tanlangan realizatsiyaga mos keladigan kosmologik ssenariyning qo'shimcha modifikatsiyasini hisobga olish kerak.

Xulosa qilish mumkinki, elementar zarrachalar fizikasining ichki rivojlanishi bizni mikroduyo fizikasi asoslarini kosmologik tekshirishga o'tishga majbur qiladi. Boshqa tomondan, zamonaviy kosmologiyaning fizik prinsiplari zamonaviy to'g'ridan-to'g'ri eksperimental usullar uchun mavjud bo'lmagan mintaqada joylashgan.

Birlamchi magnit kabi ultra yuqori energiya fizikasining har qanday qoldiqlarini topish, to'plash va to'g'ridan-to'g'ri o'rganish taxminiy imkoniyatidan tashqari, ushbu fizikani tekshirishning yangi neytral usullarini izlashga murojaat qilish kerak.

Makro - va mikromodellar asoslari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni aniq o'rganish va ularni o'rganishning to'g'ridan-to'g'ri eksperimental va astronomik usullarining amalda yo'qligi kosmomikrofizikani yaratishga olib keldi, bu ularning asoslarini bilvosita namoyon bo'lishining ta'sirini har tomonlama tahlil qilish asosida o'rganadi.

Bilvosita tadqiqot usullarini bunday birlashtirish zarurati ham kosmologiya, ham mikrofizikaning asosiy muammosi - Uroboros muammosidan kelib chiqadi: Zamonaviy kosmologiyaning fizik asoslari elementar zarralar nazariyasining bashoratiga asoslanadi, bu esa o'z navbatida ularni tekshirish uchun kosmologiyaga aylanadi. Shu sababli, eng katta va eng kichik miqyosda fundamental fizikaning yetakchisida bo'lish, na kosmologiya, na zarralar fizikasi, ularning to'g'ridan-to'g'ri



tadqiqot usullari qanchalik sezgir bo'lishidan qat'iy nazar, ularning asoslarini alohida o'rgana olmaydi. Ushbu poydevorlar shu qadar chambarchas bog'langanki, ularni amalda ajratib bo'lmaydi. Shunday qilib, bizning makro va mikroolam haqidagi bilimlarimiz chegaralari birlashadi va "Ouroboros" sirli iloni uning dumini yutib yuborib, fundamental fizika o'zining bir o'lchovli rivojlanishida yuzaga keladigan muammoli doirani ramziy ma'noga ega.

Kosmomikrofizika ushbu aylanadan chiqib ketishning neytral yo'lini taklif qilib, kosmologiya asoslari va mikroolam fizikasining o'zaro bog'liqligidan kelib chiqadi va bu asoslarni bilvosita kosmologik, astrofizik va mikrofizik ta'sirlarning murakkab birikmasida o'rganish uchun asosiy imkoniyatni ochib beradi.

Boshlang'ich zarralar fizikasida kosmomikrofizika "hamma narsa nazariyasi" TOE -- theories of everything)ning qurilishiga yo'l ochadi, tabiatning asosiy kuchlarining yagona nazariyasi, uning asoslari bilvosita bo'lsa-da, ammo shunga qaramay, tajribalar va kuzatuvlarda haqiqiy tekshiruvga aylanadi.

Koinot nazariyasida u olamning tuzilishi va evolyusiyasini jismonan o'z-o'zidan izchil tavsiflab, fizik kosmologiyaga yo'l ochadi.

Darhaqiqat, kosmomikrofizika butun dunyoni eng kichik va eng katta miqyosdagi tuzilishining fundamental munosabatlarida o'rganadi. U kosmologiya va zarralar fizikasining asoslari shu qadar o'zaro bog'liq bo'lgan olam tizimini ko'rib chiqadiki, to'liq kosmologik ssenariy zarrachalarning birlashtirilgan nazariyasiga asoslanadi va elementar zarralar nazariyasi kosmologik jihatdan hayotga mos keladi. Kosmomikrofizikaning birinchi boshlanishi koinot tizimi mavjudligidir.

Koinot tizimi elementar zarralar fizikasi, astrofizika va kosmologiya jarayonlarini belgilaydigan asosiy parametrlar o'rtasida moslikni o'rnatadi va shu bilan mikroskopik va makroskopik ta'sirlar o'rtasida miqdoriy aniq aloqani o'rnatadi.

Elementar zarralarning asosiy xususiyatlari, astrofizik va kosmologik parametrlari o'rtasidagi bunday aloqalar tizimining mavjudligi kosmomikrofizikaning ikkinchi tamoyilining mohiyatidir.

Va nihoyat, koinot tizimini tavsiflovchi parametrlar soni elementar zarralar fizikasida, astrofizikada va kosmologiyada ushbu parametrlar bilan belgilanadigan mustaqil namoyishlar sonidan kam bo'lishi kerak, shu bilan kosmomikrofizik sinovlarining to'liqligini ta'minlaydi - kosmomikrofizikaning uchinchi prinsipi shunday shakllanadi.

### ***Mustahkamlash uchun savollar:***

1. Eksperimental fizikaning vazifalarini tushuntiring.
2. LIGO lazer interferometrining tortishish to'lqinlari observatoriyasi qanday vazifalarni amalga oshiradi?
3. Eksperimental fizika eksperimental tadqiqotning qanday usulidan foydalanadi?
4. Kvant tortishish kuchi nima va u qanday nazariya asosida qurilgan?



5. Qora o‘ralar nima va qora o‘radagi ma’lumotlarning yo‘qolishi nimaga sabab bo‘ldi?
6. Fazoviy vaqt o‘lchovi nima?
7. Koinotning inflyatsion modelini tushuntiring.
8. Multikoinot nima?
9. Kvant fizikasida lokal bo‘lmagan hodisalar mavjudmi?
10. CERN-dagi KMS detektorida Higgs bozonini aniqlash jarayonini modellashtirish mexanizmlarini tushuntiring.
11. Kosmomikrofizika nima va u nimani o‘rganadi?
12. Kosmik mikrofizikadagi muammolar nimalardan iborat?

### Foydalangan adabiyotlar ro‘yxati

1. James E. McClellan III, Harold Dorn. Science and Technology in World History. Second Edition. Johns Hopkins university press, 2006. p.263
2. Lapshin R.V. (2004). «Feature-oriented scanning methodology for probe microscopy and nanotechnology» (PDF). *Nanotechnology(IOP)* **15** (9): 1135-1151. DOI:10.1088/0957-4484/15/9/006. ISSN 0957-4484.
3. Lapshin R. V.. Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology / H. S. Nalwa. -USA: American Scientific Publishers, 2011. -Vol. 14. -P. 105-115.- ISBN 1-58883-163-9
4. A luminous future for the LHC, CERN Courier, Feb 23, 2015. 2. The Future Circular Collider study, CERN Courier, Mar 28, 2014. 3. LHCb Collaboration. First observation of  $B_0 \rightarrow J/\psi f_0(980)$  decays // *Physics Letters B*. - 2011. - T. 698, № 2.- S. 115-122. -DOI:10.1016/j.physletb.2011.03.006. - arXiv:1102.0206. 4. LHCb Collaboration. First observation of  $B_s \rightarrow D_{s2}^{*+} X \mu \nu$  decays // *Physics Letters B*. — 2011. —T. 698, № 1. — S. 14-20.
5. Telnov V.I. Sovremennaya eksperimentalnaya fizika Novosibirskiy Gosudarstvennyy universitet.
6. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physically self-consistent basis of modern cosmology // *Gravitatsiya i kosmologiya*. — 2001. — T. 7. — № 3. — s. 183—188.
7. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // *Gravitatsiya i kosmologiya*. — 1997. — T. 3. — № 1. — s. 43-47.
8. Xlopov M. Yu. Kosmomikrofizika. — M.: Yeditorial URSS, 2003. — 112 s. — ISBN 5-354-00288-5.
9. Zeldovich Ya. B., Novikov I. D. Stroenie i evolyusiya Vselennoy. M., 1975; Zeldovich Ya. B., Xlopov M. Yu. Massa neytrino v fizike elementarnyx chastis



- i kosmologii ranney Vselennoy // *Uspexi fizicheskix nauk*. 1981. T. 135. № 9; Saxarov A. D. *Kosmomikrofizika – mejdunarodnaya nauka* // *Vestnik AN* 1989. № 4;
10. Xlopov M. Yu. *Osnovy kosmomikrofiziki*. M., 2004.
  11. Sajin M. V. *Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izloženii*. — M.: 2002. — S. 145—148. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
  12. Zasov A. V., Postnov K. A. *Obščaya Astrofizika*. — Fryazino: Vek 2, 2006. — S. 421—432. — 496 s. — ISBN 5-85099-169-7.
  13. Gorbunov D. S., V. A. Rubakov. *Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Teoriya goryachego Bolshogo vzryva*. — M.: LKI, 2008. — S. 45—80. — 552 s. — ISBN 978-5-382-00657-4.
  14. Jarosik, N., et.al. (WMAP Collaboration). *Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results (PDF)*. nasa.gov. Data obraščeniya 4 dekabrya 2010. Arxivirovano 16 avgusta 2012 goda. (from NASA's WMAP Documents page)
  15. Planck Collaboration. *Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters*. — arXiv:1303.5076.
  16. Maykl Rouen-Robinson. *Kosmologiya = Cosmology / Perevod s angliyskogo* N. A. Zubchenko. Pod nauchnoy redaksiey P. K. Silaeva. — M.-Ijevsk: NIS «Regulyarnaya i xaoticheskaya dinamika», 2008. — S. 96—102. — 256 s. — ISBN 976-5-93972-659-7.
  17. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology
  18. Kapitonov I. M. *Vvedenie v fiziku yadra i chastis*. — M.: URSS, 2002. — S. 251—259. — 384 s. — 1700 ekz. — ISBN 5-354-00058-0.
  19. Sajin M. V. *Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izloženii*. — M.: 2002. — S. 144. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
  20. Sajin M. V. *Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izloženii*. — M.: 2002. — S. 104—106. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
  21. Robert Brandenberger. *Topics in Cosmology*. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.
  22. D. S. Gorbunov, V. A. Rubakov. *Djinsovskaya neustoychivost v nyutonovoy teorii tyagoteniya // Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Kosmologicheskie vozmušçeniya. Inflyatsionnaya teoriya*. — M.: Krasnad, 2010. — S. 335—371. — 568 s. — ISBN 978-5-396-00046-9.
  23. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. *Reheating after inflation*. — *Phys. Rev. Lett.*, 1994.
  24. *Astronomiya XXI vek / Pod red. V. G. Surdina*. — 2-ye. — Fryazino: Vek 2, 2008. — S. 414—416. — 608 s. — ISBN 978-5-85099-181-4.
  25. Victor J Stenger. *Is the Universe fine-tuned for us? (angl.)*.
  26. Arxivirovano 16 iyulya 2012 goda.



27. Tegmark Max. The Interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words?. — Fortschritte der Physik, 1998.

28. Grin B. Elegantnaya Vselennaya. Superstruny, skrytye razmernosti i poiski okonchatelnoy teorii. — 1999. — 464 s. — ISBN 0-375-70811-1.

29. Baum L. and P.H. Frampton. Turnaround in Cyclic Cosmology. — Physical Review Letters,

30. 2007. — doi:10.1103/PhysRevLett.98.071301. — Bibcode: 2007PhRvL..98g1301B. — arXiv:hep-th/0610213. — PMID 17359014.

31. Steinhardt P. J., N. Turok. The Cyclic Model Simplified. — New Astron.Rev.,

2004. — doi:10.1016/j.newar.2005.01.003. — Bibcode: 2005NewAR..49...43S. — arXiv:astro-ph/0404480.

32. Gibson C. H., Schild R. E. Evolution Of Proto-Galaxy-Clusters To Their Present Form: Theory And Observation. — Journal of Cosmology, 2010.

33. Gorbunov D. S., Rubokov V. A. Djinsovskaya neustoychivost v nyutonovoy teorii tyagoteniya // Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Kosmologicheskie vozmusheniya. Inflyatsionnaya teoriya. — M.: Krasnad, 2010. — 568 s. — ISBN 978-5-396-00046-9.

34. Landau L. D., Lifshis Ye. M. Teoriya polya. — M.: Fizmatlit, 2006. — S. 493—494. — (Teoreticheskaya fizika).

## **4- mavzu: Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar. Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari natijalarini ta'limda qo'llash. (2 soat)**

### **Reja:**

1. Tezlatkichlar - zarralar fizikasi.
2. Nanotexnologiyalar.
3. Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar.
4. Yangi fanlarning shakllanishi va ularning yuzaga kelishidagi asoslar.

**Tayanch iboralar:** nanofizika, nanotexnologiya, tadqiqot, tezlatkichlar, zarralar.

### **1. Tezlatkichlar - zarralar fizikasi**

**Tezlagkichlar** (yadro fizikasi da) — elektr maydoni yordamida yuqori energiyali zaryadlangan zarralar (elektronlar, protonlar, atom yadrolari va b.) olish uchun mo'ljallangan qurilmalar.

Zarralar qurilmaning vakuum kamerasida harakatlanadi; ularning harakati (traektoriyasi shakli)ni magnit maydoni (ba'zan, elektr maydoni) bilan boshkarib turiladi. Zarralarning traektoriyasiga kura, Tezlatkichlar siklik va chiziqli, tezlatuvchi elektr maydoni xarakteriga ko'ra, rezonans va norezonans turlarga bo'linadi



(norezonans Tezlatkichlarning induksion va yuqori voltli xillari bor). Siklik Tezlatkichlar jumlasiga elektronlar Tezlatkichlari (betatron, mikrotron, sinxrotron) va og‘ir zarralar (protonlar va b.) tezlatkichlari (sinxrofazotron, fazotron, siklotron) kiradi.

Betatrondan boshqa barcha siklik Tezlatkichlar rezonans Tezlatkichlar hisoblanadi. Yuqori voltli chizikli Tezlatkichlar energiyasi 30 MeV bo‘lgan jadal zarralar dastasini hosil qiladi. Eng yuqori (20 GeV) energiyali elektronlarni rezonans Tezlatkichlar, eng yuqori (500 GeV) energiyali protonlarni sinxrofazotronlar hosil qiladi. Birlamchi tezlatilgan zarralar dastasidan tashqari, Tezlatkichlar birlamchi zarralarni moddalar bilan o‘zaro ta’siridan hosil bo‘luvchi ikkilamchi zarralar (mezonlar, neytronlar, fotonlar va b.) dastasi manbai ham hisoblanadi.

Uzbekistanda ionlar, protonlar va geliy ionlaridan tashkil topgan 209 MeV li U115M tezlatkichlar, shuningdek, 14 MeV li NG150 tez neytronli tezlatkich generator, 50 MeV li SB50 katta tokli betatron, tok kuchi 20 Mka va energiyasi 2 MeV li EG2 elektrostatik generator va tok kuchi 10 mka, quvvati 22 MeV li MT22S mikrotron mavjud.

Tezlatkichlar hozirgi zamon fizikasining asosiy qurilmalaridan biri. Yuqori energiyali zarralar dastasidan elementar zarralarning tabiati va xossalarini tadqiq qilishda, atom yadrosi va qatgiq jism fizikasida, defektoskopiyada, bemorlarni nur bilan davolash va boshqa sohalarda foydalaniladi.

Tezlatkichlar zarralar fizikasining asosiy quroli hisoblanadi. Bu sohada olinadigan barcha bilimlar tezlashgan zarralar to‘qnashishini o‘rganish orqali olinadi. Ikkinchi tomondan esa barcha ilgari suriladigan nazariyalarni ham “elak” dan o‘tkazib ularning to‘g‘riligi ham tezlatkich natijalariga qarab aniqlanadi.

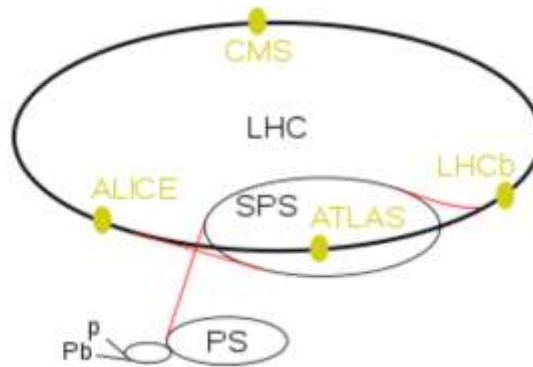
O‘tgan asrning 30-yillaridan boshlab tezlatkichlar ishlatib kelingan. Dastlabki shunday qurol sifatida J.Tomson va Rezerford tajriba uskunalarini keltirish mumkin. Keyinchalik sinxrotron, sinxrofazotron, chizikli tezlatgich, kollyayderlar kabi turli usulda zarralarni tezlashtiruvchi qurilmalar yuzaga kela boshlagan.

Katta adron kollyayderi - KAK (inglizchada Large Hadron Collider – LHC) hozirda dunyodagi eng katta tezlatkich, zaryadlangan zarralarni qarama-qarshi yo‘nalishlarda tezlatib to‘qnashtirish natijasida hosil bo‘ladigan zarralar tabiatini o‘rganishga mo‘ljallangan yangi avlod qurilmasi. Unda protonlar va og‘ir ionlar (qo‘rg‘oshin ionlari) yuqori energiyalarda tezlashtiriladi va hosil bo‘lgan zarralar xususiyatlari o‘rganiladi. Bu kollyayder SERN (Evropa Yadro Tadqiqotlari Markazi) da, Jeneva shahri yaqinida, Shvesariya va Fransiya chegarasida qurilgan.

Katta adron kollyayderi qurilishida 100 dan ortiq mamlakatlardan kelgan 10 mingdan ortiq olim va muxandislar ishtirok etishgan. Bu tezlatkichning “Katta” deb atalishiga sabab uning o‘lchamlaridir. Asosiy halqasining uzunligi 26 659 metrni tashkil qiladi. “Adron” deyilishining sababi unda kvarklardan tuzilgan og‘ir zarralar, ya’ni adronlar tezlashtiriladi.



“Kollayder” (inglizchada collider – stalkivatel) deyilishiga sabab unda zarralar dastalari qaramaqarshi yo‘nalishlarda tezlashtiriladi va maxsus nuqtalarda ularning to‘qnashuvlari sodir qilinadi.



### KAK ning detektorlari va birlamchi tezlatkichlari

Protonlar p (va Pb - qo‘rg‘oshinning og‘ir ionlari) ning birlamchi tezlatilishi chiziqli tezlatkichlarda, mos holda p va Pb nuqtalarda boshlanadi. Keyin zarralar proton sinxrotron (PS) busteriga o‘tkaziladi. Undan keyin proton supersinxrotroni (SPS) ga, keyin esa KAK tunneliga o‘tadi. Sxemada ko‘rsatilmagan TOTEM va LHCf detektorlari mos holda CMS va ATLAS detektorlari bilan yonma-yon joylashgan. Katta adron kollayderining asosiy vazifasi – zarralar bilan bo‘ladigan jarayonlarni Standart model doirasida bayon qilishda olinadigan natijalarning tajriba natijalaridan ozgina bo‘lsa ham og‘ish og‘masligini katta ishonch bilan aniqlashdan iborat.

1990-yillarning oxirida mavjud 4 ta o‘zaro ta’sirning 3 tasini – kuchli, elektromagnit va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarni birlashtirgan Standart model (SM) ishlab chiqildi. Gravitatsion o‘zaro ta’sir esa haligacha Umumiy nisbiylik nazariyasi (UNN) doirasida bayon qilinadi. Shunday qilib, hozirda fundamental o‘zaro ta’sirlar 2 ta umum qabul qilingan nazariyalar – UNN va SM orqali bayon qilinadi. Bu nazariyalarni birlashtirish kvant gravitatsiya nazariyasini yaratish qiyinligidan haligacha amalga oshmadi.

Standart model elementar zarralarning yakuniy nazariyasi hisoblana olmaydi. Bu model mikroduyo tuzilishi nazariyasining ma’lum qismi, ya’ni kollayderlarda 1 TeV dan kichik energiyalarda eksperimentlarda kuzatiladigan bir qismi bo‘lishi mumkin. Bu nazariyani “Yangi fizika” yoki “Standart modeldan tashqaridagi” nazariya deb atashadi. Shu sababli Katta adron kollayderining bosh vazifasi elementar zarralar nazariyasi Standart modelga qaraganda ancha yuqori darajadagi nazariya ekanligiga biror “ishora” ni topishdan iborat.

Barcha o‘zaro ta’sirlarni bitta nazariya doirasida birlashtirish uchun har xil usullar qo‘llanilmoqda: torlar nazariyasi, M-nazariyalar, supergravitatsiya nazariyasi, kvant gravitatsiyasi va boshqalar. Ularning ayrimlari o‘z ichki muammolariga ega va birortasi tajribada tasdiqlangan natijaga ega emas. Asosiy muammo esa eksperiment

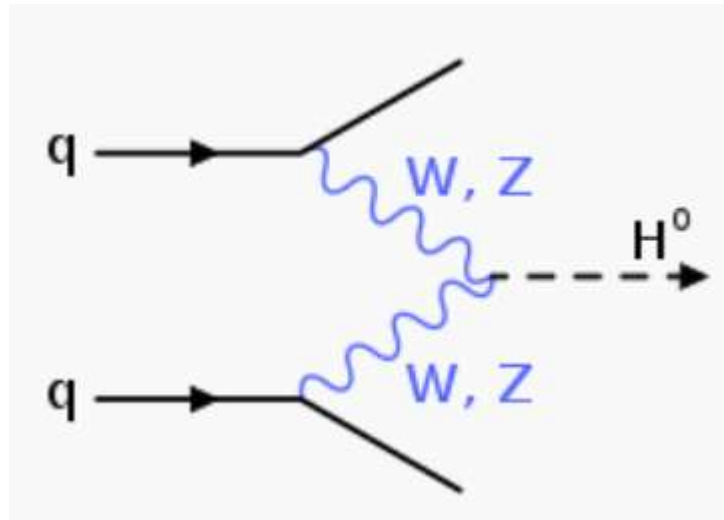
o‘tkazish uchun mavjud tezlatkichlarda erishish mumkin bo‘lmagan energiyaning zarurligidir.

Katta adron kollayderi esa aynan shunday energiyalarda eksperiment o‘tkazishga va mavjud modellarning to‘g‘ri yoki noto‘g‘ri ekanligini aniqlashga imkon beradi. Masalan, 4 tadan yuqori o‘lchamga ega ko‘plab fizik nazariyalar mavjud va bu nazariyalar “supersimmetriya” mavjudligini ilgari suradi. Masalan, torlar nazariyasi yoki bu nazariya supertorlar nazariyasi ham deyiladi, chunki supersimmetriyasiz bu nazariya o‘z ma’nosini yo‘qotadi.



Katta Adron kollayderi

Supersimmetriya mavjudligining eksperimentda tasdiqlanishi bu nazariyalarning to‘g‘riligini tasdiqlagan bo‘lardir. Top-kvark -yeng og‘ir kvark hisoblanadi. So‘nggi Tevatron natijalariga ko‘ra uning massasi  $173 \pm 3.11$  GeV/c<sup>2</sup> ga teng. Massasi og‘irligidan bu kvark hozirga qadar faqat bitta tezlatkich – Tevatron (Fermilab, AQSh) kuzatildi. Boshqa tezlatkichlarda uning hosil bo‘lishi uchun energiya yetishmadi. Ikkinchi tomondan top - kvarkning o‘zi fiziklar uchun qiziq bo‘lib qolmasdan, bu kvark Xiggs bozonini o‘rganish uchun “instrument” vazifasini ham bajaradi. Chunki Xiggs bozoni katta adron kollayderida top-kvark – antikvark juftligi bilan birgalikda tug‘iladi, ya’ni hosil bo‘ladi. Shunday Xiggs zarralarining to‘g‘ilishini fondan ishonchli ajratib olish uchun oldindan top – kvarklar xossalarini yaxshilab o‘rganish zarur. Elektrozaif simmetriya mexanizmini o‘rganish katta ahamiyatga ega.



W- va Z -bozonlar tug'ilishini ko'rsatuvchi Feynman diagrammalari neytral Xiggs bozonining ham tug'ulishini ko'rsatadi. Katta adron kollayderining asosiy maqsadlaridan biri aynan shu Xiggs bozonining mavjudligini isbotlash edi.

Xiggs bozonining mavjudligi shotland fizigi Piter Xiggs tomonidan 1964-yilda Standart model doirasida bashorat qilingan. Xiggs bozoni Xiggs maydoni kvanti deb faraz qilinadi. Bu maydon orqali zarralar o'tganda ma'lum qarshilikka uchraydi va massaga ega bo'lishadi. Xiggs bozoni nostabil va katta massa ( $120 \text{ GeV}/c^2$  dan katta) ga ega. Xiggs bozonining o'zidan tashqari bu mezon elektrozaif o'zaro ta'sirda simmetriya buzilishining Xiggs mexanizmini ham ta'minlashi kerakligi sababli ham uning eksperimentda tasdiqlanishi o'ta muhimdir. Kvarq-glyuon plazma holatini o'rganish ham muhim fizik masalalardan biridir. Kollayderda har yili 1 oy mobaynida yadrolar to'qnashishi sodir qilinadi. Bunda qo'rg'oshin yadrolari tezlatiladi va detektorlarda bu yadrolar to'qnashishi sodir qilinadi. Yadrolarning bunday ultrarelyativistik tezliklarda noelastik to'qnashishida qisqa vaqt davomida zich va issiq yadro moddasining hosil bo'lishi va keyinchalik uning parchalanishi sodir bo'ladi. Bunda moddaning kvark-glyuon plazma holatiga o'tishi va keyinchalik sovushi kuzatiladi. Bu hodisani o'rganish va tushunish mukammal kuchli o'zaro ta'sir nazariyasini qurish uchun zarurdir. Bu muammoni o'rganish Yadro fizikasi va Astrofizika uchun ham o'ta foydalidir.

Supersimmetriya nazariyasini asoslash ham katta adron kollayderi maqsadlaridan biridir. Bu nazariyaga ko'ra har bir elementar zarra juda og'ir massali juftiga, ya'ni "superzarra" siga ega. Foton-adron va foton-foton tuqnashishlarni o'rganish Katta adron kollayderida o'rganiladigan jarayonlardan biridir.

Ma'lumki, elektromagnit o'zaro ta'sir fotonlar (ayrim hollarda virtual fotonlar) almashishi orqali sodir bo'ladi. Boshqacha aytganda fotonlar elektromagnit maydon tashuvchilari hisoblanadi. Protonlar elektr zaryadiga ega va shu sababli elektrostatik maydon bilan o'ralgan. Shu sababli bu maydonni virtual fotonlar buluti deb faraz qilishimiz mumkin. Har qanday proton, ayniqsa, relyativistik proton o'z atrofida

shunday virtual zarralar bulutini hosil qiladi. Bu virtual zarralar buluti protonning tarkibiy qismi hisoblanadi. Protonlar o‘zaro to‘qnashganda har bir protonni o‘rab turgan bu virtual zarralar ham o‘zaro to‘qnashadilar. Zarralarning o‘zaro to‘qnashish jarayoni matematik nuqtayi nazardan qator tuzatmalarga ega va bu tuzatmalarning har biri ushbu virtual zarralar o‘zaro ta’sirini aks ettiradi. Buni Feynman diagrammalarida ko‘rish mumkin. Shu sabab protonlar to‘qnashishini tadqiq qilishda yuqori energiyalardagi moddaning fotonlar bilan o‘zaro ta’siri ham bevosita o‘rganiladi va bu tadqiqotlar nazariy fizika uchun katta ahamiyatga ega. Shu bilan birga alohida turdagi jarayonlar – protonlar o‘zaro to‘qnashishida ikki fotonning o‘zaro ta’sir va foton-adron o‘zaro ta’sir jarayonlari ham o‘rganiladi. Yadrolar o‘zaro ta’sirida, yadrolar elektr zaryadining kattaligi sababli, elektromagnit jarayonlarning ta’siri yanada yuqori bo‘ladi.

Ekzotik nazariyalarni tekshirish ham Katta adron kollayderi vazifalaridan biridir. Ma’lumki, 20-asr nihoyasida nazariyotchilar tomonidan Olam tuzulishi to‘g‘risida ko‘plab noodatiy g‘oyalar ilgar surildi. Bu g‘oyalar “ekzotik modellar” yoki “ekzotik nazariyalar” deb ataladi. Bunday nazariyalarga 1 TeV energiya masshtabidagi kuchli gravitatsiya nazariyasi, katta o‘lchamli modellar, preon modellari (bu modellarda kvarklar va leptonlar boshqa mayda zarralardan tashkil topgan deb qaraladi) va yangi turdagi o‘zaro ta’sirga asoslangan modellar kabilari kiradi.

Ekzotik nazariyalarning yuzaga kelishiga asosiy sabab hozirda mavjud eksperimental natijalar yagona kuchli o‘zaro ta’sir nazariyasini qurish uchun yetarli emas. Lekin mavjud eksperimental natijalar bu nazariyalarni ma’lum ma’noda tasdiqlaydi. Shu sababli katta adron kollayderida olinadigan natijalar bu nazariyalarni tekshirish imkoiyatini beradi. Shu bilan birga Katta adron kollayderida parallel koinotni izlash takliflari ham mavjud, ya’ni mini qora o‘ra hosil qilish orqali. Bundan tashqari Standart model bayon qila olmaydigan jarayonlarni topish, W- va Z-bozonlar xossalari tadqiq qilish, o‘ta yuqori energiyalarda yadro o‘zaro ta’sirlarini hamda b - va t - kvarklarning tug‘ilish va parchalanish jarayonlarini o‘rganish kabi muammolar ham Katta adron kollayderi vazifalari qatoriga kiradi.



ATLAS detektori joylashgan yer osti inshooti



ATLAS detektorini yig'ish jarayoni

Tezlatkichda to'qnashuvchi protonlarning umumiy energiyasi massa markazi sistemasida 14 TeV (ya'ni 14 teraelektronvolt yoki  $14 \cdot 10^{12}$  elektronvolt) ni, qo'rg'oshin yadrosi energiyasi esa har bir to'qnashuvchi nuklonlar jufti uchun 5 GeV ( $5 \cdot 10^9$  elektronvolt) ni tashkil qiladi. 2010-yil boshida KAK tezlatilgan protonlar energiyasi jihatdan oldingi rekordchi tezlatgich – Tevatronni, ya'ni Enriko Fermi nomidagi Milliy tezlatkich laboratoriyasi (AQSh) da joylashgan proton-antiproton kollayderini ortda qoldirdi.

Hozirda Katta adron kollayderi dunyoda eng quvvatli tezlatgich hisoblanadi. Uning energiyasi Brukxeyven laboratoriyasi (AQSh)da joylashgan og'ir ionlar relyativistik kollayderi – RHIC energiyasidan bir tartib yuqori. Dastlabki vaqtda tezlatkichning ravshanligi  $10^{29}$  zarra/sm<sup>2</sup>·s bo'lib bu ko'rsatkich doimo yaxshilanib borilmoqda va bu ko'rsatkichni  $1,7 \cdot 10^{34}$  zarra/sm<sup>2</sup>·s yetkazish rejasi bor. Bu borada KAK BaBar (SLAC, AQSh) va Belle (KEK, Yaponiya) tezlatkichlariga tenglashadi. Tezlatkich joylashgan tunnel uzunligi 26,7 km bo'lib Yer sirtidan, joy relesini e'tiborga olganda, 50 metrdan 175 metrgacha bo'lgan chuqurlikda Shvesariya va Fransiya hududlarida joylashgan. Protonlar dastasini ushlab turish, to'g'irlash va fokuslash uchun ishlatiladigan 1624 ta o'ta o'tkazuvchan magnitlarning umumiy uzunligi 22 km ni tashkil qiladi. Bu magnitlar 1,9 K ( $-271^{\circ}\text{C}$ ) temperaturada, ya'ni geliyning o'ta oquvchanlik temperaturasidan past temperaturada ushlab turiladi.

Detektorlar KAK da 4 ta asosiy va 3 ta yordamchi detektorlar ishlatiladi:

- ALICE (A Large Ion Collider Experiment)
- ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus)
- CMS (Compact Muon Solenoid)
- LHCb (The Large Hadron Collider beauty experiment)
- TOTEM (TOTAL Elastic and diffractive cross section Measurement)
- LHCf (The Large Hadron Collider forward)
- MoEDAL (Monopole and Exotics Detector At the LHC). ATLAS, CMS, ALICE, LHCb — katta detektorlar bo'lib ular dastalar uchrashadigan nuqtalar atrofida

joylashgan. TOTEM va LHCf — yordamchi detektorlar bo‘lib, ular dastalar uchrashadigan nuqtalardan bir necha o‘n metr masofada joylashgan.



CMS detektori

ATLAS va CMS — detektorlari Xiggs bozonini izlash va “nostandart fizika” ni hamda qora materiyani izlashga mo‘ljallangan.

ALICE — detektori qo‘rg‘oshin ionlari to‘qnashuvlarida kvark-glyuon plazmani o‘rganishga,

LHCb — materiya va antimateriya orasidagi farqni yanada yaxshiroq tushunishga yordam beruvchi b-kvarklar fizikasini o‘rganishga,

TOTEM — detektori zarralarning kichik burchaklarga sochilishini o‘rganishga (bunda zarralar tuqnashmasdan yaqin masofalardan uchib o‘tishadi, ya‘ni to‘qnashmaydigan zarralar natijada protonlar o‘lchamini yuqori aniqlikda topish mumkin, kollayder ravshanligini nazorat qilish mumkin),

LHCf — o‘sha to‘qnashmaydigan zarralar yordamida modellashtiriladigan koinot nurlarini tadqiq qilishga mo‘ljallangan.

MoEDAL detektori esa sekin harakatlanuvchi og‘ir zarralarni izlashga mo‘ljallangan. Kollayderning ishlash jarayonida dastalar to‘qnashadigan 4 ta nuqtaning barchasida birdaniga protonlar yoki yadrolarning to‘qnashuvlari sodir qilinadi va barcha detektorlar bir vaqtning o‘zida statistika yig‘ib oladi.

Kollayderdagi zarralar tezligi vakuumdagi yorug‘lik tezligiga yaqin. Tezlatish jarayoni bir necha bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda Linac 2 va Linac 3 past energiyali chiziqli tezlatkichlarda proton va qo‘rg‘oshin ionlari injeksiyasi sodir qilinadi. Keyin zarralar yanada tezlatish uchun proton sinxrotron (PS) busteriga (unda 28 GeV energiyaga erishgach), so‘ng esa proton sinxrotron (PS) ning o‘ziga o‘tkaziladi. Bu bosqichda zarralar yorug‘lik tezligiga yaqin tezlikda harakatlanadi. Keyin esa zarralar tezlatilishi proton supersinxrotron (SPS) da davom etadi va ular energiyasi 450 GeV ga yetadi. Bundan keyin zarralar to‘dasi 26,7-kilometrlik halqaga yo‘naltiriladi va unda protonlar energiyasi maksimal 7 TeV ga yetkaziladi, keyin kesishish nuqtalarida detektorlar sodir bo‘lgan jarayonlarni qayd qiladi.

Ikkita qarama-qarshi zarralar dastasining har biri 2808 ta “to‘da” ga ega bo‘lishi mumkin. Bu “tuda” lar bir biridan o‘rnatilgan ma’lum masofalarda joylashadi. Zarralar “to‘da” si uzunligi bir necha santimetr ga teng va halqa bo‘ylab sinxron harakatlanadi. Jarayon boshlanishida faqat bitta “to‘da” tezlatiladi va keyin “to‘da” lar soni oshirib boriladi. “To‘da” lar ma’lum ketma-ketlikda halqaning detektorlar joylashgan 4 ta nuqtasida to‘qnashadilar. KAK dagi barcha “to‘da” lar kinetik energiyasi, ularning massasi nanogrammdan yuqori emas va oddiy ko‘zga ko‘rinmasa ham, reaktiv samolyot kinetik energiyasiga teng.

Bu energiyaga zarralarning yorug‘lik tezligiga yaqin bo‘lgan tezligi orqali erishiladi. 7 TeV energiyali protonlar tezligi yorug‘lik tezligidan 3 m/s ga kam xolos. “To‘da” lar tezlatgich bir aylanasi 0,0001 sekunddan kamroq vaqtda bosib o‘tadi. Ular sekundiga 10 ming aylanishni amalga oshiradi. Tezlatkich ishlab turganida elektr energiya sarfi 180 MVt ni tashkil qiladi. Bu energiyani qiyoslash uchun quyidagi faktlarni keltirish mumkin: 2009 yilda butun SERN ning elektr ta‘minoti — 1000 GVt·soat bo‘lgan bo‘lsa, bu miqdorning 700 GVt·soat qismi tezlatkichga sarf qilingan. Bu miqdor butun Jeneva shahri yillik energiya sarfining 10% ini tashkil qiladi.



Katta adron kollyayderi joylashgan 27 kilometrlik yer osti tunneli

Katta adron kollyayderini qurish g‘oyasi 1984-yilda tug‘ilgan. Bu g‘oya 10 yildan keyin rasmiy ravishda tasdiqdan o‘tgan va qurilish ishlari 2001-yilda, bundan oldingi kollyayder – Katta elektron – pozitron kollyayderi qurilishi tugashi bilan boshlangan. Loyiha rahbari – Lindon Evans. 2006-yil 19- noyabrda magnitlarni sovutib turish uchun maxsus kriogen liniyasi qurilishi tugallandi. Shu yili 27- noyabrda tunnelda oxirgi o‘ta o‘tkazuvchan magnit o‘rnatildi.

Sinov va ekspluatatsiya ishlari

2008- yil:



- 11-avgustda dastlabki sinov ishlarining birinchi qismi muvaffaqiyatli tugallandi. Sinov davrida zaryadli zarralar dastasi KAK ning bitta halqasi bo‘ylab taxminan 3 km masofani bosib o‘tdi.

- 10-sentyabrda kollaydarning rasmiy ishga tushurilishi bo‘lib o‘tdi. Protonlar dastasi kollaydarning butun perimetrini qarama-qarshi yo‘nalishlarda bosib o‘tishdi. ATLAS detektori,

- 12-sentabrda sirkulyatsiyalanuvchi zarralar dastasini hosil qilish va uzoq vaqt davomida uni ushlab turishga muvaffaq bo‘lindi.

- 19-sentyabrda magnit sistemasini tekshirish vaqtida avariya sodir bo‘ldi va tezlatkich ishdan chiqdi. Bunga sabab – tok oshishi natijasida elektr yoyi hosil bo‘lishi oqibatida o‘ta o‘tkazuvchan magnitlar orasidagi kontaktning erib ketishi bo‘ldi. Bir yil vaqt mobaynida kollayder ta‘mirlandi.

2009 yil:

- 20-noyabrda ta‘mirdan keyin protonlar dastasi kollaydarning butun halqasi bo‘ylab muvaffaqiyatli o‘tdi.

- 29-30 noyabrda har bir protonlar dastasi energiyasi 1180 GeV gacha yetkazildi va natijada KAK dunyodagi protonlarning eng quvvatli tezlatkichiga aylandi.

- 9-dekabrda rekord energiyali protonlar dastalarining to‘qnashuv jarayoni sodir qilindi: — 2,36 TeV ( $= 2 \times 1180 \text{ GeV}$ ).

2010-yil:

- 30-martda protonlar dastasi energiyasi 3,5 TeV ga yetkazildi va natijaviy energiyasi 7 TeV bo‘lgan protonlarning to‘qnashuvi sodir etildi. KAK da dastlabki uzoq muddatli ilmiy tadqiqot seansi o‘z ishini boshladi.

- 4-noyabrda Kollayder og‘ir ionlar rejimiga o‘tkazildi va og‘ir ionlar (qo‘rg‘oshin ionlari) “to‘da” larini ishga tushirish bo‘yicha test ishlari boshlandi.

- 7-noyabrda 5,74 TeV energiyaga ega og‘ir ionlarning to‘qnashuvlari sodir qilindi va bu jarayon bir oy davomida o‘rganildi.

2011-yil:

- 22-aprelda adron kollayderlar uchun rekord ko‘rsatgich – maksimal ravshanlik o‘rnatildi:  $4,67 \cdot 10^{32} \text{ sm}^{-2} \cdot \text{sek}^{-1}$ . Oldingi rekord ko‘rsatgich Tevatronda 2010 yilda o‘rnatilgan bo‘lib u  $4,02 \cdot 10^{32} \text{ sm}^{-2} \cdot \text{sek}^{-1}$  ga teng edi.

- 15-noyabrda qo‘rg‘oshin ionlarini to‘qnashtirish bo‘yicha 3 haftalik dastur o‘z ishini boshladi.

2012-yil:

- 16- martda protonlar birchi marta 4 TeV energiyagacha tezlatildi.

- Sentabrda dastlabki proton-ion to‘qnashuvlari bo‘yicha sinov ishlari amalga oshirildi.





• 17-dekabrda proton to‘qnashuvlarining birinchi bosqichi muvaffaqiyatli yakunlandi.

2013-yil:

2013-yil boshida proton-ion to‘qnashuvlari seriyalari amalga oshirildi. 14-fevraldan esa kollayderda bajariladigan ishlar modernizatsiya qilinishi munosabati bilan 2014-yil oxirigacha bo‘lgan muddatga to‘xtatildi. 2015-yil:

- 5-aprelda Katta adron kollayderi ikki yillik tanaffusdan keyin ishga tushirildi.
- 11-aprelda protonlar 6,5 TeV energiyagacha tezlatildi.
- 21-mayda 6,5 TeV energiyali protonlar qarama-qarshi dastalarining to‘qnashuvi sodir etildi.

• 3-iyunda to‘liq 13 TeV energiyali to‘qnashuvlar natijalarini yig‘ish va tahlil qilish ishlari boshlandi.

• 14-iyulda LHCb kollaboratsiyasi pentokvarklar deb nomlanuvchi zarralar sinfi tajribada topilganini e‘lon qildi.

Katta adron kollayderida olingan eng muhim natijalar:

• Xiggs bozonining mavjudligi tajribada tasdiqlandi, uning massasi  $125,09 \pm 0,21$  GeV ga tengligi aniqlandi.

• 8 TeV gacha bo‘lgan energiyalarda proton to‘qnashuvlarining asosiy parametrlari aniqlandi.

• Tevatronda ilk kuzatilgan t-kvarkning mavjudligi tasdiqlandi.

• Bs-mezonlarning ikkita yangi parchalanish kanali aniqlandi.

• Nazariy yo‘l bilan bashorat qilingan yangi, va [zarralar kashf qilindi.

• Tevatronda 2009-yilda kuzatilgan Y (4140) zarraning kuzatilgani e‘lon qilindi.

Katta adron kollayderida olib boriladigan tadqiqotlarning yaqin istiqboldagi rejasi quyidagicha belgilangan. 2018-yilgacha kollayderda 13-14 TeV energiyalardagi natijalar statistikasi yig‘ildi.

Endi esa 2 yilga kollayder faoliyati to‘xtatiladi. Bu davrda birlamchi tezlatkichlar dastalar intensivligini oshirish maqsadida modernizatsiya qilinadi. Shu bilan birga detektorlar sezgirligi oshiriladi va bu holat kollayder ravshanligini ikki marta oshirishga olib keladi.

2021- yil boshidan 2023-yil oxirigacha 14 TeV energiyali to‘qnashuvlar natijalari olinadi va o‘rganiladi. Shundan so‘ng kollayder yana 2,5 yilga to‘xtatiladi. Bu vaqt mobaynida tezlatgichning o‘zi ham detektorlar ham modernizatsiya qilinadi. Natijada ravshanlikning 5-7 marta oshirilishi ko‘zda tutilgan. Bunga dastalar intensivligini oshirish va dastalar to‘qnashadigan nuqtada fokusni kuchaytirish orqali erishish ko‘zda tutilgan. Bundan tashqari proton va elektronlar to‘qnashuvini amalga oshirish (LHeC loyihasi) imkoniyati ham muhokama qilinmoqda. Buning uchun elektronlarni tezlatish liniyasi qurilishi talab qilinadi. LHeC loyihasiga eng yaqin loyiha nemeslarning



elektron-proton kollayderi - HERA hisoblanadi. Chunki proton-proton to'qnashuvlariga qaraganda elektronning protonda sochilishi protonning kvark strukturasi o'rganish uchun "toza" instrument vazifasini bajaradi.

Barcha modernizatsiyalarni e'tiborga olganda katta adron kollayderi 2034-yilgacha faoliyat yuritadi. Lekin 2014- yilda SERN da yuqori energiyalar fizikasini yanada rivojlantirish bo'yicha takliflar ishlab chiqish bo'yicha qaror qabul qilingan. Perimetri 100 km gacha bo'lgan kollayder qurish imkoniyatlarini o'rganish bo'yicha ishlar boshlab yuborilgan. Bu loyiha FCC (Future Circular Collider) nomini olgan. Loyiha Z -, W-, Xiggs bozonlari va t -kvarkni o'rganishga mo'ljallangan dasta energiyasi 45-175 GeV li elektron-pozitron (FCC-yee) mashinasini va 100 TeV energiyali adron kollayderi (FCC - hh) ni yaratishni o'z ichiga oladi.

Hozirda bajarilayotgan ilmiy-tadqiqot ishlarining loyiha byudjeti 2009-yil noyabr oyi holatiga 6 mlrd. dollarni tashkil qiladi. Xususiy va davlat investitsiyalari 10 mlrd. dan 18 mlrd. gacha deb baholanayotganini e'tiborga olsak, butun loyiha taxminan 20 mlrd. dollarga baholanishi kelib chiqadi.

### 2. Nanotexnologiyalar

**Nanotexnologiya** - fundamental va amaliy fanlar hamda texnikaning birlashgan sohasi. Bu sohada nazariy asoslash, tadqiqotning amaliy metodlari, analiz va sintez, ishlab chiqarish usullari, alohida tabiatda mavjud atom va molekular xossalari asosida nazorat qilinadigan tanlangan xususiyatli atom strukturalarini ishlab chiqish va qo'llash kabi vazifalar to'plami amal qiladi.

Hozirga (2015 yil sentyabr oyi) qadar nanotexnologiya va nanomahsulotni ta'riflovchi yagona standart mavjud emas.

"Nanotexnologiyalar" tushunchasiga quyidagi ta'riflar berilgan:

ISO/TK 229 texnik qo'mitasida nanotexnologiyalar deganda quyidagilar tushuniladi:

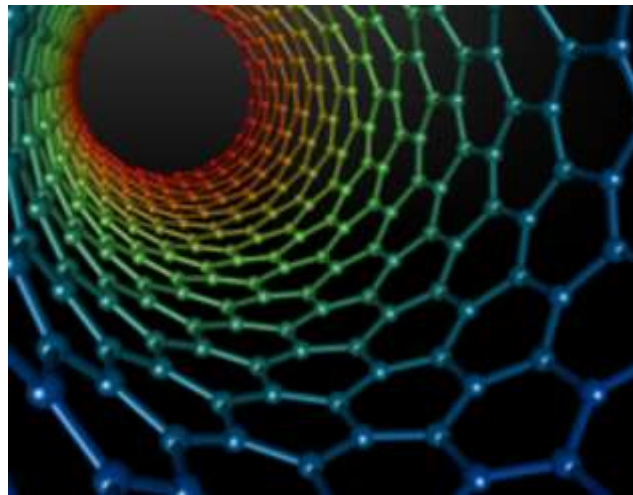
1 nm (100 nm dan kichik o'lchamlarda ham) o'lchamdagi bilim va jarayonlarni boshqarish, bir va bir necha o'lchamli effekt (hodisa), ularni amalda qo'llash imkoniyatlarini yaratasa;

Ob'ekt va materiallar xossalari nanometr masshtablarda ishlatilsa va bu xossalar tabiiy atom yoki molekular xossalaridan hamda ulardan yasalgan moddalar hajm xususiyatlaridan farq qilsa, bu xossalardan foydalanib yanada mukammal materiallar, asbob-uskunalar, sistemalar yaratilsa.

Nanotexnologiyaning amaliy aspekti atomlar, molekular va nanozarralarni yaratish, ishlov berish va boshqarish uchun zarur bo'lgan asbob-uskuna hamda ularning komponentalarini ishlab chiqarishdan iborat. Bunda ob'ektning chiziqli o'lchami 100 nm dan kam bo'lishi shart emas. Balkim ob'ekt nanoob'ektlardan iborat makroob'ekt ham bo'lishi mumkin.

Nanotexnologiyalar amaldagi fanlardan sifat jihatdan farq qiladi. Chunki bu masshtablarda amaldagi moddaga ishlov beruvchi makroskopik texnologiyalarni qo'llab bo'lmaydi. Mikroskopik hodisalar (masalan, Van-der-Vaals kuchlari, kvant effektlari) esa oddiy masshtablarda juda kuchsiz, lekin mikromasshtablarda ancha ahamiyatli bo'ladi.

Nanotexnologiya, asosan molekulyar texnologiya — yangi, juda kam o'rganilgan fan hisoblanadi. Bu sohada bashorat qilinayotgan asosiy kashfiyotlar hali amalga oshirilgani yo'q. Lekin olib borilayotgan tadqiqotlar o'zining amaliy natijasini bermoqda. Zamonaviy elektronikaning taraqqiyoti qurilmalar o'lchamlarining kamayishi tomonga qarab yo'nalgan. Ikkinchi tomondan mavjud klassik ishlab chiqarish ham xarajatlar oshishi hisobiga to'siqqa uchramoqda. Shu sababli nanotexnologiya elektronika va boshqa fan yutuqlarini talab qiladigan ishlab chiqarish sohaslarining rivojlanishidagi keyingi bosqich sifatida qaralmoqda.



Uglerod nanotrubkasining ichki tasviri

Nanotexnologiyaga asos bo'lgan metodlarni 1959 yilda Richard Feynmannning Kaliforniya texnologiya institutida bo'lib o'tgan Amerika fizika jamiyatining yillik majlisidagi chiqishi bilan bog'lashadi. U alohida atomlarni ular o'lchamidagi manipulyator yordamida aralashtirish taklifini bergan edi.

Atom darajasidagi ob'ektlarni tadqiq qilish taklifi I.Nyuton tomonidan 1704 yilda nashr qilingan. Kitobda Nyuton kelajakda mikroskoplar "korpuskula sirlari"ni o'rganishga imkon berishiga umid qilishini bayon qilgan.

"Nanotexnologiya" termini birinchi bo'lib Norio Taniguti tomonidan 1974 yilda ishlatilgan. U bu termin bilan bir necha nanometr o'lchamga ega mahsulotlar ishlab chiqarishni nazarda tutgan. O'tgan asrning 88-yillarida Erik K. Dreksler bu termini o'zining "Yaratuvchi mashinalar: kelayotgan asr - nanotexnologiyalar asri" (*«Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology»*) va *«Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation»* kitoblarida ishlatgan.

Miniatyurizatsiyaning zamonaviy tendensiyasi shuni ko'rsatdiki, moddaning kichik zarrasi ajratib olinsa, bu modda o'zining umuman yangi xususiyatlarini namoyon qilar ekan. Ayrim materiallarning nanozarralari juda yaxshi katalitik va adsorbsion xususiyatlarini namoyon qilsa, boshqalari ajoyib optik xususiyatlariga ega bo'lib qoladi. Masalan, organik materiallarning juda yupqa plenkasini Quyosh batareyalari ishlab chiqarishda foydalaniladi. Bu batareyalar past samaradorlikka ega bo'lishadi, lekin arzon va mexanik ta'sirlarga chidamli. Sun'iy nanozarralarni nanoo'lchamli tabiiy birikmalar – oqsillar, nuklein kislotalari va boshqalar bilan ta'sirlashishga erishilmoqda.

Nanoob'ektlar 3 sinfga bo'linadi: uch o'lchamli zarralar, ular o'tkazgichlardan, plazma sintezi va yupqa plenkalarni tiklash va boshqa yo'llar bilan olinadi, ikki o'lchamli ob'ektlar – molekulyar va ion qatlamlashtirish yo'li bilan olingan plenkalarni, bir o'lchamli ob'ektlar – viskerlar, molekulyar qatlamlashtirish usuli orqali olinadi. Bundan tashqari nano kompozitlar ham mavjud bo'lib, ular nanozarralarni qandaydir matritsaga kiritish yo'li bilan olingan materiallar hisoblanadi. Molekulyar va ion qatlamlashtirish usullari real monoqatlamlar olishning ishonchli usullari hisoblanadi. Tabiiy va sun'iy yaratilgan organik nanozarralar alohida sinfni tashkil qiladi. Hajmga ega materiallardan tashqari nanozarralarning fizik va ximik xususiyatlari ularning o'lchamiga juda ham bog'liq bo'lganidan nanozarralar o'lchamini eritmalarda o'lchash usullariga bo'lgan qiziqish ortmoqda. Bu usullarga nanozarralar traektoriyalarini tahlil qilish, dinamik nur sochilishi, sedimentatsion analiz va ultratovush usullari kiradi.

Nanotexnologiya oldida turgan muhim masalalardan biri – molekulalarni ma'lum yo'l bilan gruppallashtirish, o'z-tashkillashtirish va natijada yangi materiallar, qurilmalar olishdir. Bu muammo bilan ximiyaning bo'limi – supramolekulyar ximiya shug'ullanadi. Bu bo'lim alohida molekulalarni emas, molekulalar orasidagi o'zaro ta'sirni o'rganadi. Bu kuchlar molekulalarni tartiblashtirish asosida yangi modda va materiallar hosil qilishi mumkin. Tabiatda shunday kuchlar va jarayonlar mavjud. Masalan, biopolimerlar maxsus tuzilmaga kelish xususiyatiga ega. Oqsillar ham turli birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega.

Nanozarralarning qo'llanilishiga bitta xususiyat to'sqinlik qilmoqda. Bu nanozarralar aglomeratlar, ya'ni bir-biriga yopishishi natijasida keraksiz birikmalar hosil qiladi. Shu sababli keramika va metallurgiya sohasida istiqbolli hisoblangan nanozarralardan foydalanishda bu muammoni hal qilish kerak<sup>1</sup>.

### **3. Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar**

Nanotuzilmalar sohasidagi keyingi natijalar:

- Nanokristallar

---

<sup>1</sup> R. V. Lapshin (2004). «Feature-oriented scanning methodology for probe microscopy and nanotechnology» (PDF). Nanotechnology(IOP) 15 (9): 1135-1151. DOI:10.1088/0957-4484/15/9/006. ISSN 0957-4484. 1135-1151 p.



- Aerogellar
- Aerografitlar

Nanoakkumlyatorlar — 2005 yilda Altair Nanotechnologies (SShA) kompaniyasi tomonidan litiy-ion akkumlyatorlari elektrodleri uchun nanotexnologik material yaratilganligini ma'lum qildi.  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  elektrodli akkumlyatorlar zaryadlanish vaqti 10—15 minut. Bu akkumlyatorlar elektromobillar yaratish uchun katta imkoniyatdir.

2007 yil 15 oktyabrda Intel kompaniyasi kompyuter protsessorining yangi prototipini yaratganligini ma'lum qildi. Bu protsessor 45 nm o'lchamdagi tuzilma elementlarga ega. Keyinchalik bunday elementlar o'lchami 5 nm gacha yetishi ko'zda tutilmoqda. Bu kompaniya konkurenti bo'lgan AMD kompaniyasi IBM kompaniyasi bilan birgalikda ishlab chiqilgan nanotexnologik jarayonlarni anchadan beri qo'llab kelmoqda. Bu texnologik jarayonlarning Intel ishlanmalaridan farqi qo'shimcha SOI izolyatsiya qoplamasining ishlatilishidir. Bu qoplama tranzistor tuzilmasini qo'shimcha izolyatsiyalashi sababli tokning oqib chiqishi oldi olinadi. Bu kompaniyada 14 nm o'lchamdagi tranzistorli protsessorlarning ishchi namunalari hamda 10 nm o'lchamdagi tranzistorli protsessorlarning tajriba nusxalari mavjud.

Qattiq disklar – 2007 yilda Piter Gryunberg va Albert Fert GMR – effektini kashf qilishgani uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi. Bu effekt ma'lumotlarni qattiq disklarda atomlar zichligi darajasida yozishga imkon beradi.

Skanirovchi zond mikroskopi (SZM) — yuqori ajratish qobiliyatiga ega mikroskop bo'lib, zond ignasining o'rganilayotgan sirt bilan o'zaro ta'sirlashishiga asoslangan. Odatda o'zaro ta'sirlashish deganda kantilever (zond) ning Van-der Vaals kuchlari ostida sirtga tortilishi yoki undan uzoqlashishi tushuniladi. Lekin maxsus kantilever (zond) ishlatilganda sirtning elektr va magnit xossalarini o'rganish mumkin. SZM tok o'tkazuvchi va o'tkazmaydigan sirtlarni ( hatto suyuqlik qatlami bo'lgan hollarda, organik molekulalar –DNK bilan ham) o'rganishga ham imkon beradi. Uning ajratish qobiliyati atom o'lchami darajasida.

Antenna-ossilyator — 2005 yil 9 fevralda Boston universiteti laboratoriyasida 1 mkm o'lchamdagi antenna-ossilyator yaratildi. Bu qurilma 5000 million atomlardan iborat bo'lib 1,49 gigagers chastotada katta hajmdagi informatsiyani o'zlash qobiliyatiga ega.

Plazmonlar — metallidagi erkin elektronlarning kollektiv tebranishi. Plazmonlarning xarakterli xususiyati plazmon rezonansidir. Bu rezonans 20-asr boshlarida Mi tomonidan bashorat qilingan. Plazmon rezonansining to'lqin uzunligi, masalan, 50 nm diametrli kumush zarrasi uchun to'lqin uzunlik taxminan 400 nm ni tashkil qiladi. Bu holat nanozarralarni qayd qilishga imkon beradi, ya'ni nurlanish to'lqin uzunligi zarraning o'lchamiga qaraganda ancha katta.

**Robototexnika.** Molekulyar rotorlar - sintetik nanoo'lchamli dvigatellar, yetarli darajadagi energiya berilganda ular aylantiruvchi (buralma) moment hosil qilishadi.



- Nanorobotlar- molekula o'lchamiga teng nanomateriallardan yasalgan robotlar, ular harakatlana oladilar, ma'lumotni qayta ishlaydi va uzata oladi, dasturlarni bajara oladilar. O'z nusxasini yarata oladigan, ya'ni o'zini o'zi yaratadigan robotlarga replikatorlar deyiladi.

- Molekulyar propeller (vint)lar - vint shaklidagi nanoo'lchamdagi molekulalar, ular maxsus shakllari (mikroskopik vint) hisobiga aylanma harakatlana oladilar.

- 2006 yildan buyon RoboCup loyihasi doirasida (robotlar o'rtasida futbol chempionati) «Nanogram Competition» nominatsiyasi paydo bo'ldi. Bu nominatsiyada o'yin maydoni tomoni 2,5 mm ga teng kvadratni tashkil qiladi. O'yinchining maksimal o'lchami esa 300 mkm bilan chegaralangan<sup>2</sup>.

**Konseptual qurilmalariyu** Nokia Morph - Nokia va Kembridj universiteti tomonidan nanotexnologik material asosidagi kelajakdagi qo'l telefoni loyihasi ishlab chiqilgan.

**Nanotexnologiyalar sanoati.** 2004 yilda nanotexnologiya sohasiga kiritilgan dunyo bo'yicha investitsiyalar 2003 yildagiga qaraganda 2 marta oshgan va 10 mlrd. dollarga yetgan. Bu mablag'ning 6,6 mlrd. dollari xususiy korporatsiya va fondlarga, 3,3 mlrd. dollari davlat tashkilotlari ulushini tashkil qilgan. Bu sohada Yaponiya va AQSh davlatlari yetakchi bo'lib qolmoqda.

### **Mustahkamlash uchun savollar:**

1. Tezlagkichlar qanday vazifalarni amalga oshiradi va uning quvvati qanchaga teng?
2. Katta adron kollayderi qaerda joylashgan va uning zamonaviy yutuqlari nimalardan iborat?
3. Standart model nima va u qaerda qo'llaniladi?
4. Top-kvark qanday kvark hisoblanadi va uning so'nggi Tevatron natijalariga ko'ra massasi qanday?
5. Xiggs bozonining mavjudligi kim tomonidan va qachon Standart model doirasida bashorat qilingan?
6. Protonlar o'zaro to'qnashganda har bir protonni o'rab turgan bu virtual zarralar ham o'zaro to'qnashadilar. Zarralarning o'zaro to'qnashish jarayoni matematik nuqtayi nazardan qanday tuzatmalarga ega?
7. KAK da nechta detektorlar ishlatiladi va ularning vazifalari nimalardan iborat?
8. KAKda qanday sinov va eksplutatsiya ishlari amalga oshirilmoqda?
9. Nanotexnologiya qanday sohalarni o'z ichiga oladi va uning zamonaviy yutuqlari?

---

<sup>2</sup> R. V. Lapshin. Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology / H. S. Nalwa. -USA: American Scientific Publishers, 2011. -Vol. 14. -P. 105-115.- ISBN 1-58883-163-9. 105-115 p.

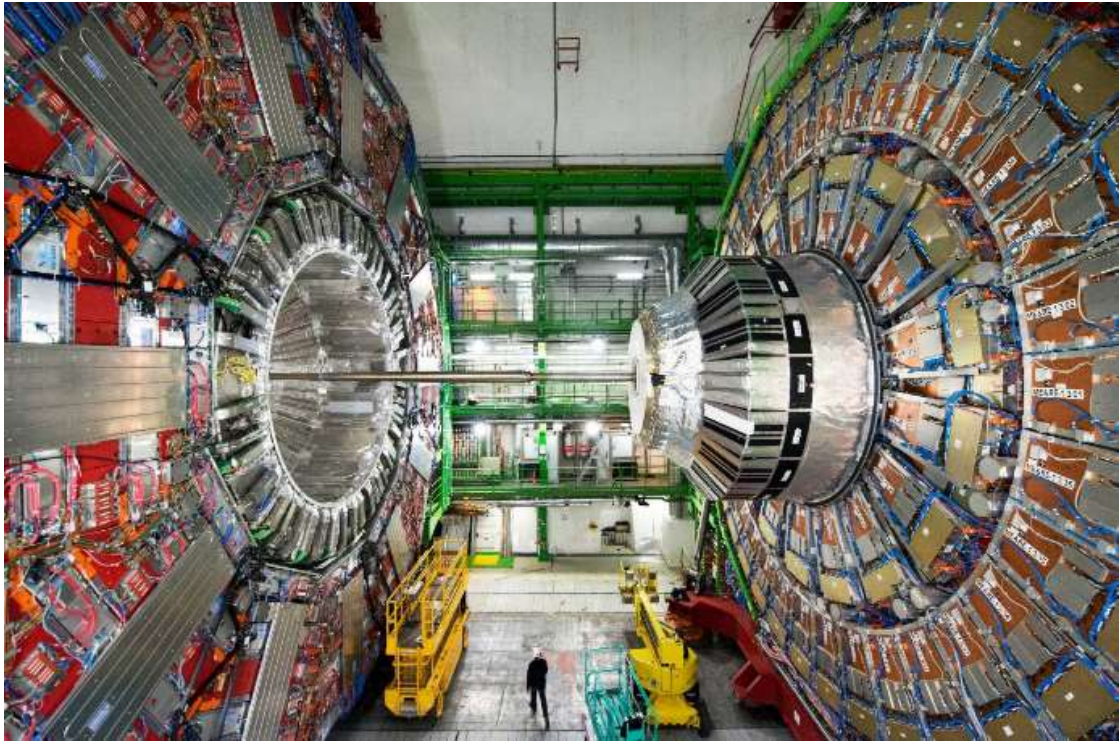
10. Nanoob'ektlar qanday sinflarga bo'linadi va ularning vazifalarini tushuntiring.

11. Skanirlovchi zond mikroskopi (SZM) vazifasini tushuntiring.

## 1. Zamonaviy fizikadagi eng istiqbolli tajribalar

Bizning Koinotimizni yaxshiroq bilish va undagi odamlarning rolini aniqlash uchun olimlar yanada ulkan vositalarni yaratmoqdalar va keng ko'lamli tajribalar o'tkazmoqdalar. Ilm azaldan o'z shaxsiy laboratoriyalarida tajriba o'tkazadigan yolg'iz daholarning sa'y-harakatlari yetishmayotgan chegarani kesib o'tdi. Hozirgi kunda katta ilm-fan ko'plab mamlakatlarning ilmiy guruhlarini tomonidan yillar davomida qo'llab-quvvatlanadigan qimmatli tadqiqotlarni talab qiladi.

Tajribalar qanchalik katta bo'lsa, bizni shunchalik ta'sirli kashfiyotlar kutmoqda. O'lchovni qanday aniqlash mumkin? Buning uchun qurilish xarajatlari miqdorini, xodimlar sonini va loyihaning fizik o'lchamlarini bilish kifoya.



KAK

Yerdagi eng qudratli tezlatgich 2013 yil fevral oyida o'zining asosiy muammosi - Xiggs bozonini topgandan so'ng birinchi siklini yakunladi. Olimlar Standart Model doirasida ma'lum bo'lgan barcha zarralar va kuchlarning o'zaro ta'sirining so'nggi yo'qolgan qismini topdilar.

Ko'pchilik Xiggs zarrachasi nazariya bashorat qilganidek bo'lmaydi yoki bozon borligi haqidagi taxminlar umuman noto'g'ri bo'ladi deb umid qilardi. Hech bo'lmaganda, olimlar Higgs bozonining xususiyatlari Standart Model tomonidan bashorat qilinganidan farq qiladi deb umid qilishdi, shunda olimlar yangi fizikani yaratishga o'tishlari mumkin edi.

Standart modeldan og‘ish (elementar zarralar fizikasidagi barcha elementar zarralarning elektromagnit, kuchsiz va kuchli o‘zaro ta‘sirini tavsiflovchi nazariya) boshqa qiziqarli zarralarni topishga yordam beradi, butun olam uchun super simmetrik zarralar - sherik zarralar mavjudligini isbotlaydi. Masalan, foton, fotino, kvark, kvark, Xiggs, Xiggsino va boshqalar uchun.

Buning o‘rniga biz barcha supermetrik nazariyalarni so‘roq qila boshladik. Ehtimol, dunyodagi yuzlab fiziklar o‘nlab yillar davomida mavjud bo‘lmagan narsalarni izlashga sarf qilishlari mumkin.

Keyingi bir necha yil ichida eksperimentchilar yangi ma‘lumotlarni to‘playdilar, bu esa qorong‘u materiya, qorong‘u energiya, neytrinoning xossalari, Xiggs bozonining tabiati va ehtimol fizikada keyingi davr qanday bo‘lishiga oid savollarga javob berishga yordam beradi.

2017 yil 23-may kuni Katta Adron kollyayderida protonlarning birinchi to‘qnashuvi sodir bo‘ldi. Detektorlarni va minglab kichik tizimlarni kalibrlash tugallandi.

### HL-LHC i ILC

#### *Sirli neytrino*



*The GERmanium Detector Array (GERDA) Italiyadagi tog‘ning tubida izolyatsiya qilingan toza germaniy kristallari ichidagi elektr faolligini kuzatib, neytrinlarni qidiradi. GERDA bilan ishlaydigan olimlar juda kam uchraydigan radioaktiv parchalanish shaklini topishga umid ilmoqdalar.*

Neytrinoslar olamdagi eng sirli zarralardan biri. Uning kichik massasi bor - fizika bo‘yicha Nobel mukofoti 2016 yilda "neytrinoning massasi borligini ko‘rsatuvchi neytrin tebranishlarini kashf etgani" uchun berilgan edi. Neytrinlar deyarli moddalar bilan o‘zaro ta‘sir qilmaydi - Quyosh chiqaradigan taxminan  $6 \cdot 10^{10}$  neytrinlar har soniyada 1 sm<sup>2</sup> maydon bilan yer yuzidan o‘tadi.



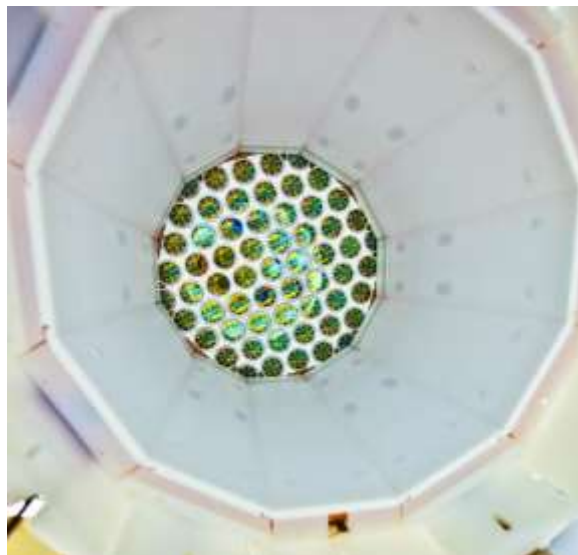
Hozirgi kunda fiziklar neytrinoning savol ostida qolgan ba'zi xususiyatlarini aniqlashga harakat qilmoqdalar. Olimlar standart model allaqachon buzilganligini bilishadi, chunki qisman neytrinoning massasi bor, standart model esa ularning massasi bo'lmashligi kerak.

Ikki marta beta-parchalanish tajribalari koinot nima uchun materiyadan iborat ekanligini tushuntirib berishi mumkin. Standard Model, Katta portlashdan keyin materiya va antimateriya teng nisbatda yaratilishi kerakligini bashorat qilmoqda. Ammo materiyaning o'zaro inkor etadigan bu ikki shakli bir-birini yo'q qilgan ekan, koinot hech narsadan iborat bo'lishi kerak edi.

Beta parchalanishi neytron (atom yadrosidagi neytral zarracha) o'z-o'zidan proton va elektronga aylanib, jarayonda antineytrino chiqarganda yuz beradi. Jarayon, shuningdek, biroz boshqacha yo'lni bosib o'tishi mumkin: neytron neytrinoni yutadi va proton elektronga aylanadi. Ikki marta beta-parchalanish juda kam uchraydigan holat bo'lib, unda birinchi holda paydo bo'lgan antineytrino, ikkinchisida neytron tomonidan so'riladi.

Bunday narsa faqat neytrin va antineytrino asosan bir xil bo'lganda sodir bo'lishi mumkin: ya'ni, agar neytrin o'zining antipartikulasi bo'lsa. Hali ham buni hech kim bilmaydi, ammo agar shunday bo'lsa, unda neytrinoning dastlabki parchalanishida Olam materiyaning antimoddaga qaraganda bir oz ko'proq zarralarini yaratadi.

### ***NOVA, T2K i DUNE***



*Detektor NOvA, Fermilab.*

NOvA (NuMI Off-Axis ve Appearance) loyihasi sakkiz mamlakatdan 40 ta institutning bir necha yuz olimlari va muhandislarini birlashtirdi. Rossiya Fanlar Akademiyasining Yadro tadqiqotlari instituti, nomidagi Fizika instituti P.N. Lebedev (FIAN) va Dubnadan Yagona yadro tadqiqotlari instituti.

Loyihada NuMI (Neutrinos at the Main Injector) generatoridan neytrin nurlari ishlatiladi. NOvA tajribasini amalga oshirish uchun neytrino manbasidan 800 kilometr uzoqlikda joylashgan ikkita laboratoriya qurildi. NuMI generatorining ichki qismidan chiqib ketadigan neytrinlar oqimi yerning qatlamlaridan o'tib, zarrachalar yo'lining ikkala tomonida joylashgan ulkan sensorlarga kiradi. Yaponiyada T2K deb nomlangan shunga o'xshash tajriba yer yuzining 295 kilometri bo'ylab neytrinlarni yuboradi.



*NOvA loyihasidagi neytrino datchiklaridan biri: uzunligi 14,3 m, balandligi 4,2 m, kengligi 2,9 m. Va eng kattasi 14 ming tonnani tashkil etadi: uning uzunligi 78 m, balandligi 15,6 m, kengligi 15,6 m - bu Yerdagi eng katta plastik inshoot.*

Biroq, NOvA hali chegara emas. Endi DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment) eksperimenti Fermilab tezlatuvchi kompleksi (NOvA joylashgan Fermi milliy laboratoriyasi) va allaqachon mavjud bo'lgan LBNE (Long-Baseline Neutrino Facility) neytrino detektori (Uzoq-bazaviy neytrino inshooti) asosida tayyorlanmoqda. NuMI zarralar generatori va 40 ming litr suyuq argonni o'z ichiga oladigan yangi datchikni bir-biridan 1300 km masofada joylashtirish rejalashtirilgan.

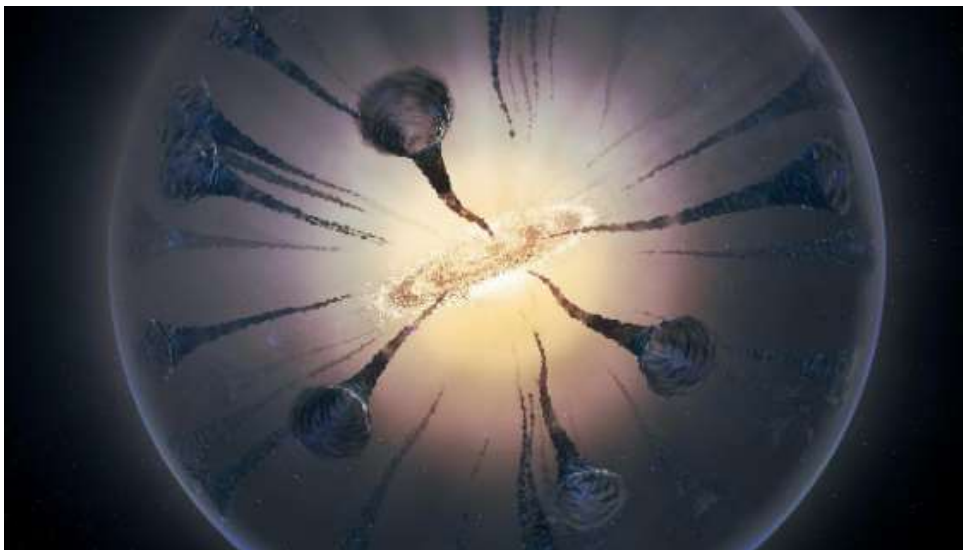
Ushbu tadqiqotlar koinotda antimateriyadan ko'proq narsa borligi haqidagi gipotezani tekshirishga yordam beradi. Neytrinlarni o'rganishdan tashqari, tajriba proton yemirilishini bir necha muhim parchalanish rejimida izlash vazifasini qo'yadi. Tadqiqot ma'lumotlari olimlarning taxminlariga mos kelmasa ham, ular foydali bo'ladi, chunki ular hozirda taklif qilingan ko'plab farazlarni chiqarib tashlashga imkon beradi.

**Daya Bay**



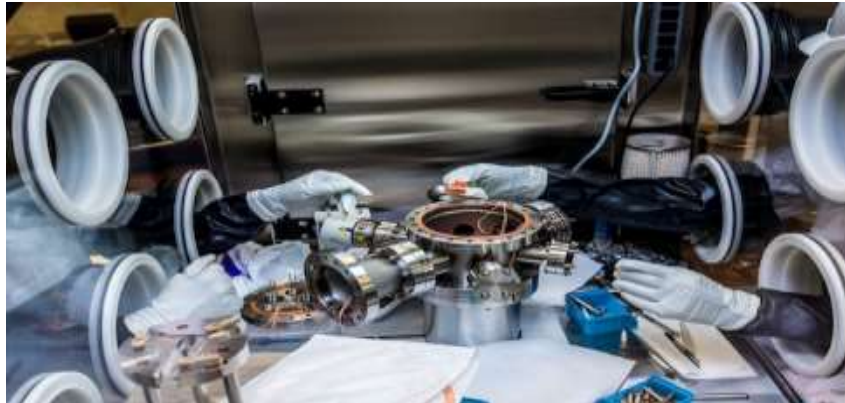
Daya Bay - Xitoyda neytrin tebranishini (neytrinoning turidan (yoki lazzatidan) o'zgarishi natijasida kelib chiqadigan ta'sir) o'rganish bo'yicha eksperiment. Uchta yer osti zalida joylashgan ushbu inshoot sakkizta antineytrino suyuq sintilatsiya detektoridan iborat bo'lib, ularning har birida 20 tonna suyuq sintilator mavjud. Antineytrino manbai detektorlardan  $\sim 500$  dan  $\sim 1800$  metrgacha bo'lgan masofada joylashgan oltita yadro reaktoridir (har birining issiqlik quvvati taxminan 3 GVt). Daya Baydagi olimlar neytrin fizikasining ikkita asosiy parametrini - "neytrinoning aralashish burchagi" va "neytrin massalari kvadratidagi farqni" aniqlashga urinmoqdalar.

### *Qora materiyani aniqlash*



Qora materiya nima? Hech kim hali bilmaydi. Koinotda juda ko'p qorong'u moddalar mavjud - biz to'g'ridan-to'g'ri elektromagnit spektrning har qanday diapazonida ro'yxatdan o'tmaydigan, ammo galaktikalar va ularning klasterlarida "to'planadigan" modda. Ushbu masala yangi turdagi zarralardan iborat bo'lishi kerak, ularga Standart modelda joy yo'q.

Qorong‘u materiya mavjudligining bevosita dalillarini qidiradigan ko‘plab tajribalar mavjud. Qiyinchilik shundaki, ularning barchasi turli xil narsalarga ishora qilmoqda.



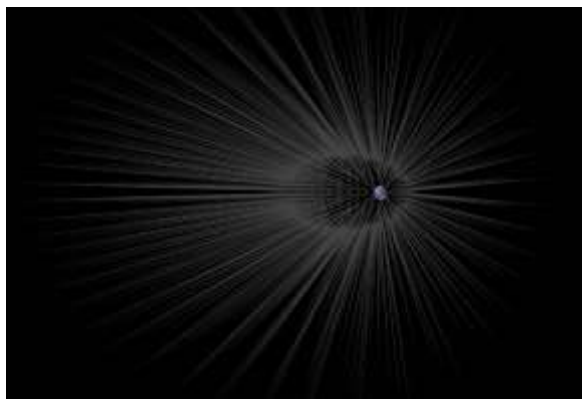
*LUX Detektori*

LUX (Large Underground Xenon) deb nomlangan juda sezgir detektor chalkashliklarni bartaraf etishga yordam berishi kerak edi, ammo natijada yanada sirli bo‘ldi. LUX Janubiy Dakotadagi tashlandiq oltin konida joylashgan. O‘rnatish 2013 yil o‘rtalarida ishga tushirilgan va shu vaqtdan beri qorong‘u modda zarralarini aniqlamagan.

Keyingi o‘ta sezgir LZ detektori LUX o‘rnini bosishga tayyorlanmoqda. Shu bilan birga, DARWIN hamkorligi 25 tonnalik ksenon detektorini tayyorlamoqda - taqqoslash uchun LUX da faqat 370 kg ksenon bor.

Muammo shundaki, olimlar qorong‘u moddani qanday izlash borasida yakdil fikrga ega emaslar. Turli xil loyihalar mavjud va qaysi biri ijobiy ta‘sir ko‘rsatishini hech kim taxmin qila olmaydi. Ammo har bir loyiha ilmiy jamoatchilikning katta hajmdagi resurslarini yutib yuboradi.

### **Qora energiyani kuzatish**



Plank kosmik observatoriyasining kuzatuvlariga ko‘ra, kuzatilgan koinotning umumiy massa energiyasi 68,3% qorong‘u energiyadan iborat (26,8% qorong‘u materiya, qolganlari esa boshqa narsadir). Shu bilan birga, fiziklar hali ham qorong‘u energiya nima ekanligini, uning koinotning kengayishiga qanday sabab bo‘lishini bilishmaydi (va u buni qiladimi). ora energiya katta kosmik sir kabi ko‘rinadigan

ssenariy atama. Ammo olimlar bu sirni "yoritib berish" urinishlaridan voz kechmaydilar.



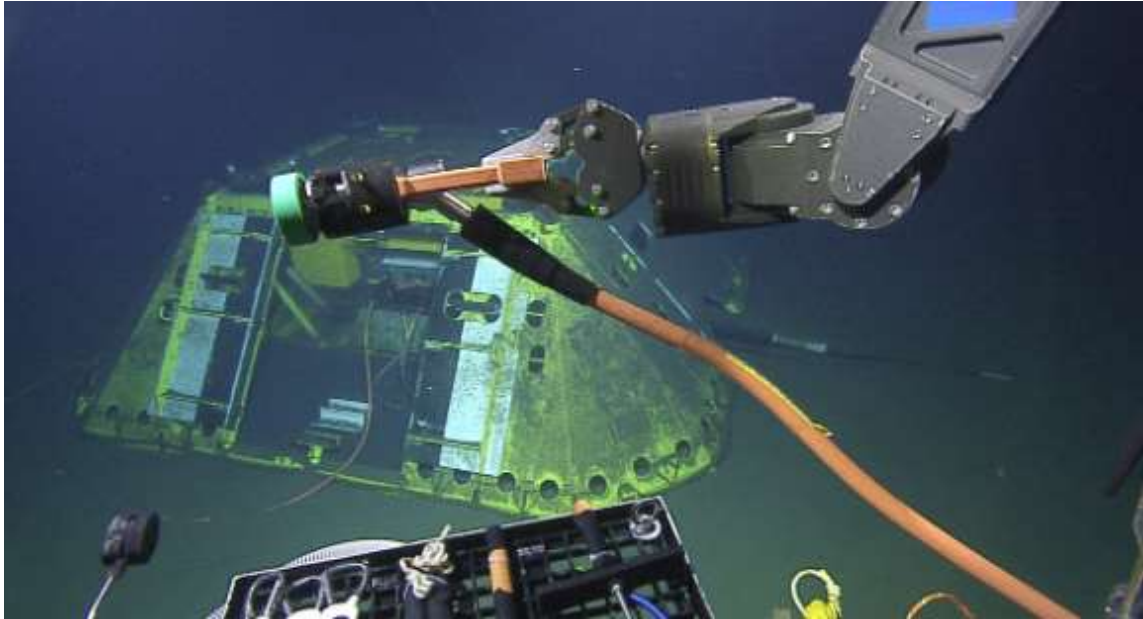
Dark Energy Survey (DES) loyihasi 2019 yilgacha tungi osmonni o'rgandi. DES - ning asosiy vositasi 570 megapikselli kamera (dunyodagi eng qudratli kameralardan biri) Chili And tog'ida joylashgan Victor M. Blanco metrlik teleskop unga birlashtirilgan. Kameraning optik tizimi qat'iy belgilangan shakldagi beshta linzadan iborat. Ularning eng kattasining diametri 90 santimetrga teng.

DES Yerdan 8 milliard yorug'lik yili uzoqlikdagi yuz minglab yulduzlardan chiqadigan nurni olishga qodir. Energiyani o'zi ko'rib bo'lmaydi, ammo agar siz qorong'u materiyani tarqalishining to'liq xaritasini tuzsangiz, olimlar ushbu qorong'u moddaning nisbiy siljishi qanday tezlikda sodir bo'lishini o'lchashga qodir. Ushbu ma'lumotlar olamning kengayishi uchun javobgar bo'lgan energiyani yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

Albatta, qorong'u materiyani o'zi ham ko'rinmas, ammo uning mavjudligini uzoqdagi astronomik ob'ektlardan yorug'likning tortishish buzilishi bilan aniqlash mumkin. Astrofiziklar DES raqamli tasvirlarida - tortishish linzalari deb ataladigan buzilishning o'ziga xos turini izlaydilar.

Olam taraqqiyotining turli bosqichlarida bizga ma'lum bo'lgan qorong'u materiya massalarining yaqinlashuv darajasini bizdan turli masofalarda joylashgan astronomik ob'ektlarning rasmlarini tahlil qilish asosida taqqoslab, kosmologlar kengayish tezligi va dinamikasini taxmin qilishlari mumkin bo'ladi. Va bu, o'z navbatida, qorong'u energiya tabiati to'g'risida javob berishi yoki nazariyaning to'liq nomuvofiqligini isbotlashi mumkin.

### **NEPTUNE observatoriyasi**



Ushbu tajriba bizning oyoqlarimiz ostidagi yana bir bo'shliqqa tegadi. Okeanlar Yer yuzining deyarli to'rt dan uch qismini egallaydi va butun hayotning 90 foizini o'z ichiga oladi, ammo ular juda yaxshi o'rganilmagan. NEPTUNE Okean Observatoriyasi (Shimoliy-Sharqiy Tinch okeanining vaqt oralig'idagi suv osti tarmog'idagi tajribasi) yuzlab kilometr kabellardan va 400 ta sensorga ega 130 ta asbobdan iborat bo'lib, okean tizimining birinchi yirik 24 soatlik monitoringini ta'minlaydi.

Neptun datchiklari okeanografik ma'lumotlarning vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini aniqlash uchun kimyoviy va fizikaviy tahlillarni to'playdi. Dengiz tubida joylashgan gidrofonlar delfinlar va kitlarni ularning sonini va migratsiya yo'llarini kuzatib borish uchun qayd etadi. Seysmik tadqiqotlar uchun sunamini aniqlaydigan tizimlar va okean ekotizimidagi parnik gazlari miqdorini o'lchaydigan sensorlar mavjud. Masofadan boshqariladigan robot suv osti metan qatlamlarini kuzatib borish uchun dengiz tubi bo'ylab harakatlanadi.

## **NIF va ITER**



National Ignition Facility (NIF, Lazer Termoyadro Reaksiyalar uchun Milliy Kompleks) - lazer yordamida inersial termoyadro sintezini (ICF) amalga oshirish uchun ilmiy kompleks. Qurilish 12 yil davom etdi va taxminan 4 mlrd. dollar sarflandi. Kompleks 192 ta kuchli quvvatli lazerdan iborat bo‘lib, ularning pulslari ko‘p bosqichli kuchaytirilgandan so‘ng bir vaqtning o‘zida termoyadroviy yoqilg‘isi bilan millimetr nishonga yo‘naltiriladi. Lazerni o‘rnatish quvvati 500 TVtni tashkil qiladi. Nishonning harorati o‘n millionlab darajaga yetadi, shu bilan birga 1000 marta siqiladi - natijada ichidagi bosim gaz gigantining yadrosidagi kabi bo‘ladi.

192 ta alohida nurlar tarkibida deyteriy (bitta neytronli vodorod) va tritiy (ikki neytronli vodorod) atomlari bo‘lgan nishonga yaqinlashganda, atomlarning yadrolari birlashib, energiya portlashini hosil qiladi. 2013 yilda inshootda termoyadro reaksiyasi yoqildi, uning davomida dunyoda birinchi marta reaksiya paytida chiqarilgan energiya nishonda yutilgan energiyadan oshib ketdi.



*180 maydonga ega ITER kompleksining ulkan qurilish maydonchasi*

National Ignition Facility (NIF ni qamrab oladigan loyiha ICF (Xalqaro termoyadroviy eksperimental reaktor), dunyodagi eng katta 23000 tonna termoyadroviy reaktor, bu termoyadro energiyasidan foydalanishning tijorat foydasini isbotlashi kerak. Darhaqiqat, ICF o'n yil davomida qurilgan va termoyadro reaktorini konseptual o'rganish 1989 yilda tugatilgan.

Butun dunyo reaktor ustida ishlamoqda - Rossiya, Hindiston, Yaponiya, Xitoy, Janubiy Koreya va AQSh, shuningdek butun Yevropa Ittifoqi. Bu byudjetni hisobga olgan holda ajablanarli emas - 19 milliard yevro. Bu insoniyat tarixidagi eng qimmat tajribalardan biri (taqqoslash uchun, KAK narxi "atigi" 4,4 milliard dollarga teng).

Deyteriy-tritiy aralashmasi yuz million Selsiydan yuqori haroratgacha qizdirilishi kerak bo'lgan loyiha 2025 yilgacha ishga tushirilmaydi. Agar hammasi yaxshi bo'lsa, insoniyat neft va gazga eng istiqbolli alternativani oladi.

## **2. Eksperimental fizikaning tadqiqot natijalarini ta'lim jarayonida qo'llash**

Ilm-fan yoki texnika, sanoat yoki qiloq xo'jaligi, kosmonavtika yoki tibbiyot bo'lsin, uning faoliyatining har qanday sohasida inson doimo u yoki bu kattalikni - havo harorati yoki tog' balandligi, jism hajmi yoki arxeologik topilmalarning yoshini o'lchash zarurati bilan duch keladi ... Ba'zan o'lchovlar zarur maxsus ishlab chiqarilgan asboblari yoki asboblari (o'lchagich, termometr, muvozanat ...) bilan bajarilishi mumkin. Biroq, ko'pincha bizni qiziqtiradigan kattalikni to'g'ridan-to'g'ri aniqlash o'rniga, butunlay boshqalarini o'lchash kerak, so'ngra kerakli miqdorni tegishli formulalar yordamida hisoblash kerak.

Darsliklarni o'rganish hali fizikani o'zlashtirish va tegishli masalalarni o'zlashtirishni anglatmaydi. Inson o'zi paydo bo'lgan savollarga o'zi javob topganda haqiqiy ta'lim oladi. Fizikani o'qitishni fizik eksperimentsiz tasavvur qilishning iloji yo'q. Yaxshi tashkil etilgan namoyish eksperimentlari, frontal va laboratoriya ishisiz fizika bo'yicha o'quv materiallarini tushunish va o'zlashtirish, atrofimizdagi olam va hayot ko'nikmalarni egallashni ta'minlash mumkin emas. Fizik eksperiment, atrofda tabiatni o'rganish uchun vosita bo'lib, talaba dunyoning muhimligiga ishonch hosil





qiladi, uning idrok etilishi talabning o'ziga xos mulohazalari mevasiga aylanadi, uning his-tuyg'ulariga ta'sir qiladi va uyg'otadi.

Eksperimentning ahamiyati shundan iboratki, talabalarga hissiyotlar orqali yangi bilimlarni yetkazishda u o'rganilayotgan hodisalar to'g'risida dastlabki g'oyalarni shakllantiradi.

Psixologlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar tasvirlarning tafakkur unumdorligiga ta'sirini turli faoliyatlarda ishonchli tarzda namoyish etadi. Shuning uchun tafakkurning xayoliy tomonini rivojlantirish talaba aql-idrokini rivojlantirishning muhim qismidir. Bunda tajriba muhim rol o'ynaydi.

Amaliy tadqiqotlar jarayonida talabalar quyidagi maxsus ko'nikmalarni egallaydilar:

- moddalar va jismlarning hodisalarini, xususiyatlarini kuzatish va o'rganish;
- fizik kattaliklarni o'lchashni amalga oshirish;
- fizik kattaliklar orasidagi funksional munosabatlarni topish;
- fizik qurilmalarni boshqarish;
- fizik jarayonlarning dinamikasini, o'zaro bog'liqligini aniqlash;
- farazlarni ilgari surish, tajriba natijalarini muhokama qilish,
- munozarada qatnashish;
- xulosa chiqarish.

Eksperimental ko'nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish usullaridan biri bu eksperiment xarakteridagi muammolarni hal qilishdir. Muammolarni yechish har qanday darajadagi mavzuni (xususan, fizikani) to'liq o'rganish uchun ajralmas qismidir. Muammolarni hal qilish jarayonida aqliy faoliyatning asosiy qonuniyatlari namoyon bo'ladi. Yangi tushunchalarni kiritish bilan vazifalarni belgilash bilimga bo'lgan ehtiyojning paydo bo'lishiga va uni olish usullarini o'zlashtirishga yordam beradi.

Fizik tushunchalarni assimilyatsiya qilish darajasi, muammolarni hal qilish jarayonida aniq fizik hodisalarni tahlil qilish uchun ularni ongli ravishda ishlatish qobiliyati bilan baholanishi mumkin. Muammolarni yechish fizikaning asosiy qonunlarini yaxshiroq anglash va esda saqlashga imkon beradi, umumiy nazariy qonunlarni individual konkret holatlarda qo'llash qobiliyatini tarbiyalaydi. Bunday holda, qonunlarni, formulalarni, grafik bog'liqliklarni, hisob-kitoblarni va boshqalarni o'rganish, ularni muayyan fizik holatlarda faol qo'llash, o'lchash, o'qitish tahlili mavjud bo'lganda, muammolarni hal qilish fizikani o'qitish usullaridan biridir.

Vazifalardan tizimli foydalanish talabalarning bilimni mustaqil egallashlari uchun ushbu usuldan foydalanish qobiliyatini rivojlantiradi.

Eksperimental muammo - bu ma'lumotlar to'g'ridan-to'g'ri talabalar oldida, tajriba yordamida olinadi. Yoki eksperimental vazifalar deganda tabiiy yoki virtual fizik eksperimentni jalb qilish zarur bo'lgan vazifalar tushuniladi. Bunday holda,



eksperimentdan foydalanish ham ma'lumotlarni olish, ham qarorni isbotlash uchun, ham natijani tasdiqlash uchun amalga oshiriladi.

Muammoni hal qilish - bu muammoning mazmunida tasvirlangan mavzuni o'zgartirish jarayoni. Ushbu mavzuni o'zgartirish muayyan usullar, uslublar va vositalar bilan amalga oshiriladi. Muammoni hal qilish transformatsiya jarayonining o'zi haqidagi bilimlarni o'z ichiga oladi va evristik va algoritmik retseptlar shaklida taqdim etilishi mumkin bo'lgan ba'zi aqliy harakatlar va operatsiyalar yordamida amalga oshiriladi. Shunday qilib, N.F.Iskander eksperimental muammolarni "ularni hal qilish uchun faol ob'ekt-kognitiv faoliyatni talab qiladigan haqiqiy muammoli vaziyatlarning belgi modellari" deb ataydi.

Eksperimental muammolarning afzalliklari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- tadqiqotchilik qobiliyatlarini egallash;
- tezkor qaror qabul qilish faolligini oshirish;
- mantiqiy fikrlashni rivojlantirish;
- ijodiy qobiliyatlarni rivojlantirish;
- o'z-o'zidan faol bilim olishga intilish, dunyoni faol bilishga intilishni tarbiyalash.

Ko'pincha, umumiy fizika kursidagi amaliy mashg'ulotlarda, o'quv vaqtining kamligi sababli hisoblash muammolari, kamdan-kam hollarda esa eksperimental masalalar ko'rib chiqiladi.

Tayyorlangan eksperimental masalalarning yetarli miqdori ishni individualizatsiya qilishga, kuchli va kuchsiz talabalar uchun muammolarni tanlashga imkon beradi. Bir xil topshiriq, uni qo'llash usulini o'zgartirib, laboratoriya mashg'ulotining turli bosqichlarida ishlatilishi mumkin. Bunday vazifalarni bajarish jarayonida talabalar nafaqat eksperimental qobiliyatlarini rivojlantiradi, shu bilan o'zlarining rivojlanishining eng yuqori darajasiga erishadilar, nazariyani amaliyot bilan bog'laydilar, balki keyingi kasbiy faoliyatga ham tayyorlanadilar.

Eksperimental fizika bo'yicha tadqiqot natijalarini ta'limga tatbiq etishda ushbu fanni o'rganishni tugatgan talabalar:

- haqiqiy fizik ob'ektlarning fizik xususiyatlarini o'rganishning zamonaviy usullari va bu holda ishlatiladigan asboblarning ishlashining asosiy tamoyillari to'g'risida tasavvurga ega bo'lish;

- zamonaviy rivojlanib kelayotgan fizika va nanostrukturali materiallarning fizik xususiyatlarini olish va o'zgartirishning asosiy usullari to'g'risida bilimlarga ega bo'lish;

- har xil usullar yordamida olinadigan ma'lumotlar va ularning qiyosiy xususiyatlari haqida bilimga ega bo'lish, kerakli eksperimental usulni tanlash imkoniyatiga ega bo'lish.



Bunday ko'nikmalarni o'zlashtirish uchun zamonaviy fizikani rivojlantirish va tadqiqot usullari bilan shug'ullanish uchun eksperimental fizikada quyidagi izlanishlar va yo'nalishlar ustida ish olib borish taklif etiladi:

- Fizika rivojlangan sari eksperimentdagi ustuvor yo'nalishlarning o'zgarishi.
- Zamonaviy eksperimentning o'ziga xos xususiyatlari.
- Haqiqiy fizik ob'ektlarning fizik xususiyatlarini o'rganish.
- Elektron mikroskopni uzatish va skanerlash.
- Elektron spektroskopiya.
- Kristal strukturasi sifatini va atomlarining joylashishini ionli kanalizatsiya texnikasi yordamida aniqlash.
- Ikkilamchi ionli mass-spektrometriya.
- Zondlarni mikroskopiya qilish usullari.
- Tunnel, atom kuchi va magnit kuch mikroskopi.
- Nanolitografiya uchun skanerlash tunnel mikroskopidan foydalanish.
- Rezonansli magnitlanish usullari
- Rentgen tadqiqot usullari (rentgen-strukturaviy tahlil, siljigan nurlarda yupqa plyonkalarining tuzilishini o'rganish, rentgen-lyuminessensiya tahlili).
- Optik spektroskopiya.
- Nanostrukturali materiallarni olishning zamonaviy usullari.
- Ion-plazma usullari (ion nurlarini sintez qilish usuli).

### ***Mustahkamlash uchun savollar:***

1. Zamonaviy izlanishlar natijasida olimlar Standart Model doirasida qanday ma'lumotlarni topdilar?
2. Standart modeldan og'ish qanday zarralarni topishga yordam beradi?
3. Neytrinoslar nima?
4. Daya Bay - Xitoyda neytrin tebranishini o'rganish bo'yicha eksperimentlarni tushuntiring.
5. Qora materiya nima?
6. NEPTUNE observatoriyasi qanday vazifalarni amalga oshiradi?
7. National Ignition Facility inersial termoyadro sintezini (ICF) amalga oshirish uchun ilmiy kompleks tomonidan olib borilayotgan ishlarni tushuntiring.
8. Eksperimental ko'nikmalarni shakllantirish va rivojlantirish usullarini ta'riflang.
9. Eksperimental muammolarning afzalliklari nimalarni o'z ichiga oladi?



#### IV. AMALIY MASHG'ULOTLAR

##### 1-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari, yo'nalishlari, tendensiyalari (2 soat)

**Ishdan maqsad:** Mavzuni interfaol usullar, bahs munozaralar orqali har tomonlama mustahkamlash, tinglovchilarning fikr va takliflarini tinglash.

**Masalaning qo'yilishi:** "Tadqiqot infratuzilmasi xizmatlari bo'yicha Yevropa portali" (<http://www.riportal.eu/public/index.cfm?fuseaction=ri.search>) maxsus portalida turli xil ilmiy sohalarga oid Yevropada muhim bo'lgan 625 tadqiqot infratuzilmasi haqida batafsil ma'lumotlar bilan tanishish.

*Mavzu bo'yicha bajariladigan amaliy mashg'ulotda tinglovchilar turli interfaol usullar qo'llagan holda quyidagi vazifalarni bajaradilar:*

1. Zamonaviy tadqiqotlar xususiyatlari bilan tanishib chiqing.
2. "Tadqiqot infratuzilmasi xizmatlari bo'yicha Yevropa portali" (<http://www.riportal.eu/public/index.cfm?fuseaction=ri.search>) maxsus portalidan fizik ilmiy sohalarga oid Yevropada muhim bo'lgan tadqiqot ishlari bilan batafsil tanishish va zamonaviy eksperimenta fizikadagi muammolarni aniqlang.
3. Aniqlangan muammolar bo'yicha 1 ta mavzuda klaster tuzing va uni izohlang.
4. ESFRIning asosiy vazifasi nimalardan iborat ekanligini aniqlang va klaster tuzing, klasterni izohlang

##### Nazorat savollari:

1. Zamonaviy fizikada Olamning qanday strukturaviy darajasini ajratib turadi va ular nimalardan iborat?
2. Elementar zarralar fizikasidagi asosiy muammolarni tushuntiring.
3. Yadro fizikasidagi asosiy muammolarni tushuntiring.
4. Astrofizikada asosiy muammolarni tushuntiring.
5. Optik va kvant elektronikasda asosiy muammolarni tushuntiring.
6. Plazma tadqiqotlarining ahamiyati qanday holatlar bilan bog'liq?
7. Kompyuter texnikasidagi taraqqiyot qanday fizika yutuqlariga asoslanadi?
8. Yangi tadqiqot infratuzilmasini rivojlantirish bo'yicha Yevropa konsepsiyasi bir qanday bosqichlarni o'z ichiga oladi?
9. "Mega-Science" 4 ta yirik infratuzilma loyihalariga kiritilgan ishlarni ta'riflab bering
10. Statistika nazariyalari asosida fizikaning qaysi masalalari tushuntiriladi?

##### Foydalaniladigan adabiyotlar:

1. Telnov V.I. Sovremennaya eksperimentalnaya fizika Novosibirskiy Gosudarstvennyy universitet.



2. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physically self-consistent basis of modern cosmology // Gravitatsiya i kosmologiya. — 2001. — T. 7. — № 3. — s. 183—188.
3. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // Gravitatsiya i kosmologiya. — 1997. — T. 3. — № 1. — s. 43-47.
4. Xlopov M. Yu. Kosmomikrofizika. — M.: Yeditorial URSS, 2003. — 112 s. — ISBN 5-354-00288-5.
5. Zeldovich Ya. B., Novikov I. D. Stroenie i evolyusiya Vselennoy. M., 1975; Zeldovich Ya. B., Xlopov M. Yu. Massa neytrino v fizike elementarnykh chastis i kosmologii ranney Vselennoy // Uspexi fizicheskix nauk. 1981. T. 135. № 9; Saxarov A. D. Kosmomikrofizika – mejdunarodnaya nauka // Vestnik AN 1989. № 4;
6. Xlopov M. Yu. Osnovy kosmomikrofiziki. M., 2004.
7. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M.: 2002. — S. 145—148. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
8. Zasov A. V., Postnov K. A. Obshchaya Astrofizika. — Fryazino: Vek 2, 2006. — S. 421—432. — 496 s. — ISBN 5-85099-169-7.
9. Gorbunov D. S., V. A. Rubakov. Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Teoriya goryachego Bolshogo vzryva. — M.: LKI, 2008. — S. 45—80. — 552 s. — ISBN 978-5-382-00657-4.
10. Jarosik, N., et.al. (WMAP Collaboration). Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results (PDF). nasa.gov. Data obraçeniya 4 dekabrya 2010. Arxivirovano 16 avgusta 2012 goda. (from NASA's WMAP Documents page)

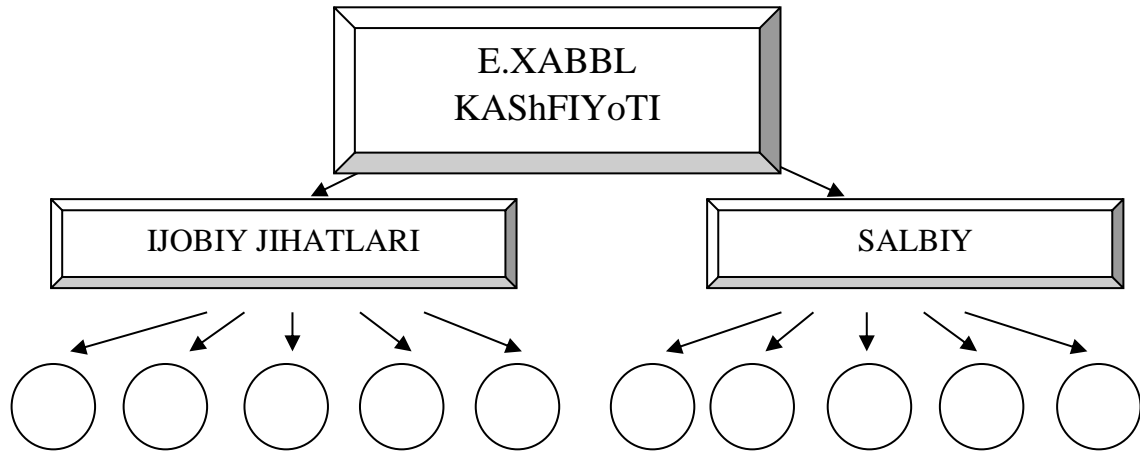
**2-amaliy mashg'ulot: Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishi, olib borilayotgan tadqiqotlar. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari. Zamonaviy kosmologiya - faktlar, g'oyalar. Zamonaviy fizikaning yechilmagan muammolari (2 soat)**

**Ishdan maqsad:** Mavzuni interfaol usullar, bahs munozaralar orqali har tomonlama mustahkamlash, tinglovchilarning fikr va takliflarini tinglash.

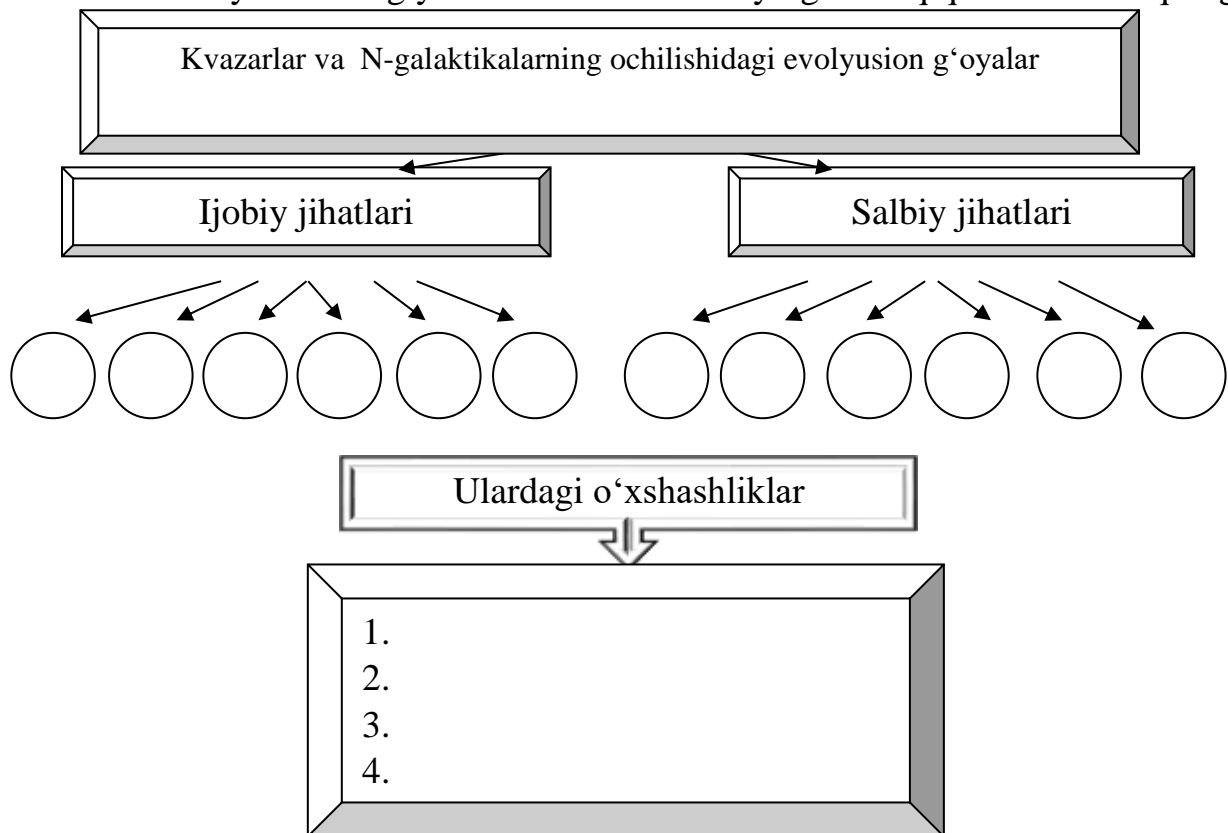
**Masalaning qo'yilishi:** Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishidagi masalalarni tahlil qilish. Kosmologiyaning asosiy konseptual qarashlari, faktlar, g'oyalar va unda olib borilayotgan tadqiqotlar bilan tanishish va tahlil qilish.

*Mavzu bo'yicha bajariladigan amaliy mashg'ulotda tinglovchilar turli interfaol usullar qo'llagan holda quyidagi vazifalarni bajaradilar:*

5. Zamonaviy kosmologiya va uning shakllanishida A.A.Fridman, E.Xabbl, M.Plank, A.Eynshteyn qarashlarini tahlil qiling. Bu fikrlarning o'xshashlik va farqli tomonlarini tahlil qiling.
6. Ushbu nomi keltirilgan olimlarning fikrlarni namunadagidek tahlil qiling



4. Zamonaviy kosmologiya sohasida olib borilayotgan tadqiqotlarni tahlil qiling:



**Nazorat savollari:**

1. Zamonaviy fizikada kvant va relyativistik fizikaning rivojlanishiga xissa qo'shgan olimlarning kashfiyotlarini tushuntiring.
2. "Xabbl doimiysi" atamasini tushuntiring va u bugungi kunda nechaga teng?
3. Kosmologiyada evolyusiya asosiy omil hisoblanadi, buning sababini tushuntiring.
4. ufqning kattaligidan kattaroq masofa bilan ajratilgan ikkita fazoviy nuqta o'tmishda hech qachon o'zaro ta'sir qilmagan, buning sabablarini tushuntiring.
5. Kengayish qonuni eksperimental ravishda E.Xabbl tomonidan nimaga asoslab tushuntiriladi?



6. Koinotning katta o'lchamli tuzilishi taniqli olim, akademik Ya.B.Zel'dovich asarlarida qanday talqin qilinadi?

7. Relikt nurlanish nima?

8. Relikt nurlanish anizotropiyasini tushuntiring.

9. Katta o'lchamli relikt nurlanishning anizotropiyasini o'rganishda amalga oshirilayotgan ishlarni tushuntiring.

10. WMAP ishi natijasida olingan standart kosmologik modelning asosiy parametrlari nimalardan iborat?

#### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Jarosik, N., et.al. (WMAP Collaboration). Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic Results (PDF). nasa.gov. Data obraçeniya 4 dekabr 2010. Arxivirovano 16 avgusta 2012 goda. (from NASA's WMAP Documents page)

2. Planck Collaboration. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters. — arXiv:1303.5076.

3. Maykl Rouen-Robinson. Kosmologiya = Cosmology / Perevod s angliyskogo N. A. Zubchenko. Pod nauchnoy redaksiyey P. K. Silaeva. — M.-Ijevsk: NIS «Regulyarnaya i xaoticheskaya dinamika», 2008. — S. 96—102. — 256 s. — ISBN 976-5-93972-659-7.

4. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology

5. Kapitonov I. M. Vvedenie v fiziku yadra i chastis. — M.: URSS, 2002. — S. 251—259. — 384 s. — 1700 ekz. — ISBN 5-354-00058-0.

6. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M., 2002. — S. 144. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.

7. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M.: 2002. — S. 104—106. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.

8. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.

9. D. S. Gorbunov, V. A. Rubokov. Djinsovskaya neustoychivost v nyutonovoy teorii tyagoteniya // Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Kosmologicheskie vozmущeniya. Inflyatsionnaya teoriya. — M.: Krasnad, 2010. — S. 335—371. — 568 s. — ISBN 978-5-396-00046-9.

10. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. Reheating after inflation. — Phys. Rev. Lett., 1994.

11. Astronomiya XXI vek / Pod red. V. G. Surdina. — 2-ye. — Fryazino: Vek 2, 2008. — S. 414—416. — 608 s. — ISBN 978-5-85099-181-4.

12. Victor J Stenger. Is the Universe fine-tuned for us? (angl.).

Arxivirovano 16 iyulya 2012 goda.



13. Tegmark Max. The Interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words?. — Fortschritte der Physik, 1998.

14. Grin B. Elegantnaya Vselennaya. Superstruny, skrytye razmernosti i poiski okonchatelnoy teorii. — 1999. — 464 s. — ISBN 0-375-70811-1.

15. Baum L. and P.H. Frampton. Turnaround in Cyclic Cosmology. — Physical Review Letters,

### **3-amaliy mashg‘ulot: Eksperimental fizika tadqiqotlari. Kosmomikrofizika. Kosmomikrofizikadagi muammolar (4-soat)**

**Ishdan maqsad:** Mavzuni interfaol usullar, bahs munozaralar orqali har tomonlama mustahkamlash, tinglovchilarning fikr va takliflarini tinglash.

**Masalaning qo‘yilishi:** Zamonaviy tezlatkichlar. Katta adron kollayderi **mavzusidagi bilim va tasavvurlarini rivojlantirish.**

Mavzu bo‘yicha bajariladigan amaliy mashg‘ulotda tinglovchilar turli interfaol usullar qo‘llagan holda quyidagi vazifalarni bajaradilar:

1. Tezlatgichlar maqsad-vazifalari, turlari, ishlash prinsiplari muhokama va tahlil qilinadi.

2. Tezlatgichlarning fan-texnika taraqqiyotidagi o‘rni tahlil qilinadi.

3. Katta adron kollayderi maqsad-vazifalari chuqur tahlil qilinadi.

4. Katta adron kollayderining tuzulishi, qismlari, ishlash prinsipi tahlil qilinadi.

5. Katta adron kollayderida olingan natijalar, ularning ahamiyati tahlil qilinadi.

6. Katta adron kollayderi faoliyatining (sarflangan mablag‘, elektr ta‘minoti,...kabi) ijtimoiy tomonlari tahlil qilinadi.

7. Kollayder faoliyatiga jamoatchilik munosabati to‘laroq o‘rganiladi.

8. Katta adron kollayderi istiqbol rejalari batafsil o‘rganiladi.

Ushbu vazifalarni interfaol usullar yordamida hal qilish orqali tinglovchilar

- tezlatkichlar, ularning vazifalari, turlarini tahlil qilishadi;

- Katta adron kollayderi tuzilishi va ishlash prinsipini tahlil qilishadi;

- maqsad va vazifalari hamda o‘ziga xoslik tomonlari chuqur o‘rganiladi;

- olingan natijalar va ularning muhimligi tahlil qilinadi;

- unda bajarilishi rejalashtirilayotgan istiqbol eksperimentlarni izohlashadi;

-chuqur tahlillar asosida mavzuni mustahkamlashadi va xulosalar chiqarishadi.

#### **Nazorat savollari:**

1. Tezlatkichlar va ularning vazifasini tushuntiring?

2. Katta adron kollayderi maqsad-vazifalarini tushuntiring?

3. Katta adron kollayderi tuzulishi va ishlash prinsipini tushuntiring?

4. Katta adron kollayderi loyihasi va qurilish tarixini izohlang?

5. Katta adron kollayderi faoliyatiga jamoatchilikning munosabati qanday?

6. Katta adron kollayderida erishilgan natijalarni tushuntiring?





7. Istiqboldagi tadqiqot ishlarini tushuntiring?
8. Katta adron kollayderi istiqbolini tushuntiring?

#### Foydalangan adabiyotlar:

1. A luminous future for the LHC, CERN Courier, Feb 23, 2015.
2. The Future Circular Collider study, CERN Courier, Mar 28, 2014.
3. *LHCb Collaboration*. First observation of  $B_s^0 \rightarrow J/\psi f_0(980)$  decays // Physics Letters B. — 2011. — T. 698, № 2. — S. 115—122. — DOI:10.1016/j.physletb.2011.03.006. — arXiv:1102.0206.
4. *LHCb Collaboration*. First observation of  $B_s \rightarrow D_{s2}^{*+} X \mu \nu$  decays // Physics Letters B. — 2011. — T. 698, № 1. — S. 14-20. —

#### 4-amaliy mashg‘ulot: Nanofizika va nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar. Zamonaviy kosmologiya va eksperimental fizika tadqiqotlari natijalarini ta’limda qo‘llash

**Ishdan maqsad:** Mavzuni interfaol usullar, bahs munozaralar orqali har tomonlama mustahkamlash, tinglovchilarning fikr va takliflarini tinglash.

**Masalaning qo‘yilishi:** Nanofizika va nanotexnologiyalar mavzusidagi bilim va tasavvurlarini rivojlantirish

Ushbu mavzu bo‘yicha bajariladigan amaliy mashg‘ulotda tinglovchilar turli interfaol usullar qo‘llagan holda quyidagi vazifalarni bajaradilar:

1. Nanofizika fani shakllanishi tarixi, maqsad-vazifalarini muhokama va tahlil qilinadi.
2. Nanofizika tadqiqot usullari, olingan natijalar muhokama va tahlil qilinadi.
3. Nanotexnologiyalarning shakllanish tarixi, maqsad-vazifalari tahlil qilinadi.
4. Nanotexnologiyalar sohasida erishilgan yutuqlar, ularning fan-texnika rivojidadagi o‘rni muhokama va tahlil qilinadi.
5. Nanotexnologiyalarni nazorat qilish organlari, ularning maqsad-vazifalari o‘rganiladi.
6. Nanotexnologiyalarga jamiyat munosabati tahlil qilinadi.

Ushbu vazifalarni interfaol usullar yordamida hal qilish orqali tinglovchilar nanofizika va nanotexnologiyalarning

- shakllanish tarixi;
- ularning yuzaga kelishiga olib kelgan asoslar;
- maqsad-vazifalari;
- bu sohalardagi erishilgan yutuqlar;
- bu sohalar faoliyatiga jamiyatning munosabati;
- istiqboldagi rejalar kabi masalalarni chuqur tahlil qilish asosida mavzuni mustahkamlashadi va xulosalar chiqarishadi.



### Nazorat savollari:

1. Fan taraqqiyoining o'ziga xos xususiyatlarini tushuntiring.
2. Yangi fanlarning shakllanishi va ularning yuzaga kelishidagi asoslarni tushuntiring.
3. Nanofizikaning shakllanishi, maqsad va vazifalarini tushuntiring.
4. Nanotexnologiyalarning paydo bo'lishi, maqsad va vazifalarini tushuntiring.
5. Nanofizika va nanotexnologiyalar erishgan yutuqlarini tushuntiring.
6. Bu fanlarning rivojlanishiga jamiyatning munosabati qanday?

### Foydalangan adabiyotlar:

1. James E. McClellan III, Harold Dorn. Science and Technology in World History. Second Edition. Johns Hopkins university press, 2006. p.263
2. R. V. Lapshin (2004). «Feature-oriented scanning methodology for probe microscopy and nanotechnology» (PDF). *Nanotechnology (IOP)* **15** (9): 1135-1151. DOI:[10.1088/0957-4484/15/9/006](https://doi.org/10.1088/0957-4484/15/9/006). ISSN [0957-4484](https://doi.org/10.1088/0957-4484).
3. R. V. Lapshin. Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology / H. S. Nalwa. -USA: American Scientific Publishers, 2011. -Vol. 14. -P. 105-115.- ISBN [1-58883-163-9](https://doi.org/10.1088/0957-4484)

## V. GLOSSARIY

1.	<p><b>Kosmologiya – cosmology.</b></p> <p>Cosmology (from the Greek κόσμος, <i>kosmos</i> "world" and -λογία, <i>-logia</i> "study of") is a branch of astronomy concerned with the studies of the origin and evolution of the universe, from the Big Bang to today and on into the future. It is the scientific study of the origin, evolution, and eventual fate of the universe. Physical cosmology is the scientific study of the universe's origin, its large-scale structures and dynamics, and its ultimate fate, as well as the laws of science that govern these areas.<sup>[2]</sup></p> <p>The term <i>cosmology</i> was first used in English in 1656 in Thomas Blount's <i>Glossographia</i>, and in 1731 taken up in Latin by German philosopher Christian Wolff, in <i>Cosmologia Generalis</i>.</p> <p>Religious or mythological cosm</p>
2.	<p><b>Astrofizika- Astrophysics</b> is a science that employs the methods and principles of physics in the study of astronomical objects and phenomena.<sup>[1][2]</sup> Among the subjects studied are the Sun, other stars, galaxies, extrasolar planets, the interstellar medium and the cosmic microwave background.<sup>[3][4]</sup> Emissions from these objects are examined across all parts of the electromagnetic spectrum, and the properties examined include luminosity, density, temperature, and chemical composition. Because astrophysics is a very broad subject, <i>astrophysicists</i> apply concepts and methods from many disciplines of physics, including classical mechanics, electromagnetism, statistical mechanics, thermodynamics, quantum mechanics, relativity, nuclear and particle physics, and atomic and molecular physics.</p> <p>In practice, modern astronomical research often involves a substantial amount of work in the realms of theoretical and observational physics. Some areas of study for astrophysicists include their attempts to determine the properties of dark matter, dark energy, black holes, and other celestial bodies; and the origin and ultimate fate of the universe. Topics also studied by theoretical astrophysicists include Solar System formation and evolution; stellar dynamics and evolution; galaxy formation and evolution; magnetohydrodynamics; large-scale structure of matter in the universe; origin of cosmic rays; general relativity, special relativity, quantum and physical cosmology, including string cosmology and astroparticle physics.</p>
3.	<p><b>Kuzatuv astronomiyasi- Observational astronomy is a division</b> of astronomy that is concerned with recording data about the observable universe, in contrast with theoretical astronomy, which is mainly concerned with calculating the measurable implications of physical models. It is the practice and</p>



	<p>study of observing celestial objects with the use of telescopes and other astronomical instruments.</p> <p>As a science, the study of astronomy is somewhat hindered in that direct experiments with the properties of the distant universe are not possible. However, this is partly compensated by the fact that astronomers have a vast number of visible examples of stellar phenomena that can be examined. This allows for observational data to be plotted on graphs, and general trends recorded. Nearby examples of specific phenomena, such as variable stars, can then be used to infer the behavior of more distant representatives. Those distant yardsticks can then be employed to measure other phenomena in that neighborhood, including the distance to a galaxy.</p>
<p>4.</p>	<p><b>Nanotexnologiya – nanotechnology</b></p> <p>Nanotechnology (or "nanotech") is the use of matter on an atomic, molecular, and supramolecular scale for industrial purposes. The earliest, widespread description of nanotechnology referred to the particular technological goal of precisely manipulating atoms and molecules for fabrication of macroscale products, also now referred to as molecular nanotechnology.<sup>[1][2]</sup> A more generalized description of nanotechnology was subsequently established by the National Nanotechnology Initiative, which defined nanotechnology as the manipulation of matter with at least one dimension sized from 1 to 100 nanometers. This definition reflects the fact that quantum mechanical effects are important at this quantum-realm scale, and so the definition shifted from a particular technological goal to a research category inclusive of all types of research and technologies that deal with the special properties of matter which occur below the given size threshold. It is therefore common to see the plural form "nanotechnologies" as well as "nanoscale technologies" to refer to the broad range of research and applications whose common trait is size.</p>
<p>5.</p>	<p><b>Nanotexnologiyadagi asosiy tushunchalar -</b></p> <p><b>Nanotechnology is the engineering of functional systems</b> at the molecular scale. This covers both current work and concepts that are more advanced. In its original sense, nanotechnology refers to the projected ability to construct items from the bottom up, using techniques and tools being developed today to make complete, high performance products.</p> <p>One nanometer (nm) is one billionth, or <math>10^{-9}</math>, of a meter. By comparison, typical carbon-carbon bond lengths, or the spacing between these atoms in a molecule, are in the range 0.12–0.15 nm, and a DNA double-helix has a diameter around 2 nm. On the other hand, the smallest cellular life-forms, the bacteria of the genus <i>Mycoplasma</i>, are around 200 nm in length. By convention, nanotechnology is taken as the scale range 1 to 100 nm following the definition</p>



	<p>used by the National Nanotechnology Initiative in the US. The lower limit is set by the size of atoms (hydrogen has the smallest atoms, which are approximately a quarter of a nm kinetic diameter) since nanotechnology must build its devices from atoms and molecules. The upper limit is more or less arbitrary but is around the size below which phenomena not observed in larger structures start to become apparent and can be made use of in the nano device. These new phenomena make nanotechnology distinct from devices which are merely miniaturised versions of an equivalent macroscopic device; such devices are on a larger scale and come under the description of microtechnology.<sup>[34]</sup></p> <p>To put that scale in another context, the comparative size of a nanometer to a meter is the same as that of a marble to the size of the earth.<sup>[35]</sup> Or another way of putting it: a nanometer is the amount an average man's beard grows in the time it takes him to raise the razor to his face.</p>
	<p><b>Nanomateriallar- Nanomaterials</b></p> <p>The nanomaterials field includes subfields which develop or study materials having unique properties arising from their nanoscale dimensions.<sup>[47]</sup></p> <p>Interface and colloid science has given rise to many materials which may be useful in nanotechnology, such as carbon nanotubes and other fullerenes, and various nanoparticles and nanorods. Nanomaterials with fast ion transport are related also to nanoionics and nanoelectronics.</p> <p>Nanoscale materials can also be used for bulk applications; most present commercial applications of nanotechnology are of this flavor.</p> <p>Progress has been made in using these materials for medical applications; see Nanomedicine.</p> <p>Nanoscale materials such as nanopillars are sometimes used in solar cells which combats the cost of traditional silicon solar cells.</p> <p>Development of applications incorporating semiconductor nanoparticles to be used in the next generation of products, such as display technology, lighting, solar cells and biological imaging; see quantum dots.</p> <p>Recent application of nanomaterials include a range of biomedical applications, such as tissue engineering, drug delivery, and biosensors.</p>
	<p><b>Elementar zarrcha - Elementary particle</b></p> <p>In particle physics, an elementary particle or fundamental particle is a subatomic particle with no substructure, i.e. it is not composed of other particles. Particles currently thought to be elementary include the fundamental fermions (quarks, leptons, antiquarks, and antileptons), which generally are "matter particles" and "antimatter particles", as well as the fundamental bosons (gauge bosons and the Higgs boson), which generally are</p>



	<p>"force particles" that mediate interactions among fermions. A particle containing two or more elementary particles is called a <i>composite particle</i>.</p> <p>Ordinary matter is composed of atoms, once presumed to be elementary particles—<i>atom</i> meaning "unable to cut" in Greek—although the atom's existence remained controversial until about 1905, as some leading physicists regarded molecules as mathematical illusions, and matter as ultimately composed of energy.<sup>[1](pp1–3)[2]</sup> Subatomic constituents of the atom were first identified in the early 1930s; the electron and the proton, along with the photon, the particle of electromagnetic radiation.<sup>[1](pp1–3)</sup> At that time, the recent advent of quantum mechanics was radically altering the conception of particles, as a single particle could seemingly span a field as would a wave, a paradox still eluding satisfactory explanation.</p>
	<p><b>Yadro fizikasi- Nuclear physics</b></p> <p>Nuclear physics is the field of physics that studies atomic nuclei and their constituents and interactions. Other forms of nuclear matter are also studied.<sup>[1]</sup> Nuclear physics should not be confused with atomic physics, which studies the atom as a whole, including its electrons.</p> <p>Discoveries in nuclear physics have led to applications in many fields. This includes nuclear power, nuclear weapons, nuclear medicine and magnetic resonance imaging, industrial and agricultural isotopes, ion implantation in materials engineering, and radiocarbon dating in geology and archaeology. Such applications are studied in the field of nuclear engineering.</p> <p>Particle physics evolved out of nuclear physics and the two fields are typically taught in close association. Nuclear astrophysics, the application of nuclear physics to astrophysics, is crucial in explaining the inner workings of stars and the origin of the chemical elements.</p>
	<p><b>Qora o‘ra - Black hole</b></p> <p>A black hole is a region of spacetime where gravity is so strong that nothing—no particles or even electromagnetic radiation such as light—can escape from it.<sup>[1]</sup> The theory of general relativity predicts that a sufficiently compact mass can deform spacetime to form a black hole.<sup>[2][3]</sup></p> <p>The boundary of the region from which no escape is possible is called the event horizon. Although the event horizon has an enormous effect on the fate and circumstances of an object crossing it, according to general relativity it has no locally detectable features.<sup>[4]</sup> In many ways, a black hole acts like an ideal black body, as it reflects no light.<sup>[5][6]</sup> Moreover, quantum field theory in curved spacetime predicts that event horizons emit Hawking radiation, with the same spectrum as a black body of a temperature inversely proportional to its mass. This</p>



temperature is on the order of billionths of a kelvin for black holes of stellar mass, making it essentially impossible to observe.

Objects whose gravitational fields are too strong for light to escape were first considered in the 18th century by John Michell and Pierre-Simon Laplace.<sup>[7]</sup> The first modern solution of general relativity that would characterize a black hole was found by Karl Schwarzschild in 1916, although its interpretation as a region of space from which nothing can escape was first published by David Finkelstein in 1958. Black holes were long considered a mathematical curiosity; it was not until the 1960s that theoretical work showed they were a generic prediction of general relativity. The discovery of neutron stars by Jocelyn Bell Burnell in 1967 sparked interest in gravitationally collapsed compact objects as a possible astrophysical reality.

**Qora o‘ralarning fizik xususiyatlari- Physical properties**

The simplest static black holes have mass but neither electric charge nor angular momentum. These black holes are often referred to as Schwarzschild black holes after Karl Schwarzschild who discovered this solution in 1916. According to Birkhoff's theorem, it is the only vacuum solution that is spherically symmetric.<sup>[69]</sup> This means there is no observable difference at a distance between the gravitational field of such a black hole and that of any other spherical object of the same mass. The popular notion of a black hole "sucking in everything" in its surroundings is therefore correct only near a black hole's horizon; far away, the external gravitational field is identical to that of any other body of the same mass.

Solutions describing more general black holes also exist. Non-rotating charged black holes are described by the Reissner–Nordström metric, while the Kerr metric describes a non-charged rotating black hole. The most general stationary black hole solution known is the Kerr–Newman metric, which describes a black hole with both charge and angular momentum.

While the mass of a black hole can take any positive value, the charge and angular momentum are constrained by the mass. In Planck units, the total electric charge  $Q$  and the total angular momentum  $J$  are expected to satisfy

$$Q^2 + \left(\frac{J}{M}\right)^2 \leq M^2$$

for a black hole of mass  $M$ . Black holes with the minimum possible mass satisfying this inequality are called extremal. Solutions of Einstein's equations that violate this inequality exist, but they do not possess an event horizon. These solutions have so-called naked singularities that can be observed from the outside, and hence are deemed *unphysical*. The cosmic censorship hypothesis rules out the formation of such singularities, when they are created



	<p>through the gravitational collapse of realistic matter. This is supported by numerical simulations.<sup>[72]</sup></p>
	<p><b>Singulyarlik- Singularity</b>          At the center of a black hole, as described by general relativity, may lie a gravitational singularity, a region where the spacetime curvature becomes infinite. For a non-rotating black hole, this region takes the shape of a single point and for a rotating black hole, it is smeared out to form a ring singularity that lies in the plane of rotation. In both cases, the singular region has zero volume. It can also be shown that the singular region contains all the mass of the black hole solution. The singular region can thus be thought of as having infinite density. Observers falling into a Schwarzschild black hole (i.e., non-rotating and not charged) cannot avoid being carried into the singularity once they cross the event horizon. They can prolong the experience by accelerating away to slow their descent, but only up to a limit. When they reach the singularity, they are crushed to infinite density and their mass is added to the total of the black hole. Before that happens, they will have been torn apart by the growing tidal forces in a process sometimes referred to as spaghettification or the "noodle effect". In the case of a charged (Reissner–Nordström) or rotating (Kerr) black hole, it is possible to avoid the singularity. Extending these solutions as far as possible reveals the hypothetical possibility of exiting the black hole into a different spacetime with the black hole acting as a wormhole.<sup>[102]</sup> The possibility of traveling to another universe is, however, only theoretical since any perturbation would destroy this possibility.<sup>[103]</sup> It also appears to be possible to follow closed timelike curves (returning to one's own past) around the Kerr singularity, which leads to problems with causality like the grandfather paradox. It is expected that none of these peculiar effects would survive in a proper quantum treatment of rotating and charged black holes.</p>
	<p><b>Gravitatsion kollaps- Gravitational collapse</b>          Gravitational collapse occurs when an object's internal pressure is insufficient to resist the object's own gravity. For stars this usually occurs either because a star has too little "fuel" left to maintain its temperature through stellar nucleosynthesis, or because a star that would have been stable receives extra matter in a way that does not raise its core temperature. In either case the star's temperature is no longer high enough to prevent it from collapsing under its own weight. The collapse may be stopped by the degeneracy pressure of the star's constituents, allowing the condensation of matter into an exotic denser state. The result is one of the various types of compact star. Which type forms depends on the mass of the remnant of the original star left if the outer layers have been blown away (for example, in a Type II supernova). The mass of the remnant, the</p>





	<p>collapsed object that survives the explosion, can be substantially less than that of the original star. Remnants exceeding <math>5 M_{\odot}</math> are produced by stars that were over <math>20 M_{\odot}</math> before the collapse.</p> <p>If the mass of the remnant exceeds about <math>3\text{--}4 M_{\odot}</math> (the Tolman–Oppenheimer–Volkoff limit), either because the original star was very heavy or because the remnant collected additional mass through accretion of matter, even the degeneracy pressure of neutrons is insufficient to stop the collapse. No known mechanism (except possibly quark degeneracy pressure, see quark star) is powerful enough to stop the implosion and the object will inevitably collapse to form a black hole.</p>
	<p><b>Koinotning katta o‘lchamli tuzilishi - The large-scale structure of the universe.</b></p> <p>The observable universe is a spherical region of the universe comprising all matter that can be observed from Earth or its space-based telescopes and exploratory probes at the present time, because the electromagnetic radiation from these objects has had time to reach the Solar System and Earth since the beginning of the cosmological expansion. There are at least 2 trillion galaxies in the observable universe. Assuming the universe is isotropic, the distance to the edge of the observable universe is roughly the same in every direction. That is, the observable universe has a spherical volume (a ball) centered on the observer. Every location in the universe has its own observable universe, which may or may not overlap with the one centered on Earth.</p> <p>The word <i>observable</i> in this sense does not refer to the capability of modern technology to detect light or other information from an object, or whether there is anything to be detected. It refers to the physical limit created by the speed of light itself. Because no signals can travel faster than light, any object farther away from us than light could travel in the age of the universe (estimated as of 2015 around <math>13.799\pm 0.021</math> billion years<sup>[51]</sup>) simply cannot be detected, as the signals could not have reached us yet. Sometimes astrophysicists distinguish between the <i>visible</i> universe, which includes only signals emitted since recombination (when hydrogen atoms were formed from protons and electrons and photons were emitted)—and the <i>observable</i> universe, which includes signals since the beginning of the cosmological expansion (the Big Bang in traditional physical cosmology, the end of the inflationary epoch in modern cosmology).</p>
6.	<p><b>Xabbl doimiysi - The discovery of the linear relationship between redshift and distance, coupled with a supposed linear relation between recessional</b></p>



velocity and redshift, yields a straightforward mathematical expression for Hubble's law as follows:

where

- $v$  is the recessional velocity, typically expressed in km/s.
- $H_0$  is Hubble's constant and corresponds to the value of  $\dot{D}/D$  (often termed the Hubble parameter which is a value that is time dependent and which can be expressed in terms of the scale factor) in the Friedmann equations taken at the time of observation denoted by the subscript  $0$ . This value is the same throughout the universe for a given comoving time.
- $D$  is the proper distance (which can change over time, unlike the comoving distance, which is constant) from the galaxy to the observer, measured in mega parsecs (Mpc), in the 3-space defined by given cosmological time. (Recession velocity is just  $v = dD/dt$ ).

Hubble's law is considered a fundamental relation between recessional velocity and distance. However, the relation between recessional velocity and redshift depends on the cosmological model adopted and is not established except for small redshifts.

For distances  $D$  larger than the radius of the Hubble sphere  $r_{HS}$ , objects recede at a rate faster than the speed of light (*See Uses of the proper distance for a discussion of the significance of this*):

Since the Hubble "constant" is a constant only in space, not in time, the radius of the Hubble sphere may increase or decrease over various time intervals. The subscript '0' indicates the value of the Hubble constant today. Current evidence suggests that the expansion of the universe is accelerating (*see Accelerating universe*), meaning that for any given galaxy, the recession velocity  $dD/dt$  is increasing over time as the galaxy moves to greater and greater distances; however, the Hubble parameter is actually thought to be decreasing with time, meaning that if we were to look at some *fixed* distance  $D$  and watch a series of different galaxies pass that distance, later galaxies would pass that distance at a smaller velocity than earlier ones.

### **Relikt nurlanish - Cosmic microwave background**

The cosmic microwave background (CMB, CMBR), in Big Bang cosmology, is electromagnetic radiation which is a remnant from an early stage of the universe, also known as "relic radiation". The CMB is faint cosmic background radiation filling all space. It is an important source of data on the early universe because it is the oldest electromagnetic radiation in the universe, dating to the epoch of recombination. With a traditional optical telescope, the space



	<p>between stars and galaxies (the <i>background</i>) is completely dark. However, a sufficiently sensitive radio telescope shows a faint background noise, or glow, almost isotropic, that is not associated with any star, galaxy, or other object. This glow is strongest in the microwave region of the radio spectrum. The accidental discovery of the CMB in 1965 by American radio astronomers Arno Penzias and Robert Wilson was the culmination of work initiated in the 1940s, and earned the discoverers the 1978 Nobel Prize in Physics.</p>
	<p><b>Eksperimental fizika - Experimental physics</b> is the category of disciplines and sub-disciplines in the field of physics that are concerned with the observation of physical phenomena and experiments. Methods vary from discipline to discipline, from simple experiments and observations, such as the Cavendish experiment, to more complicated ones, such as the Large Hadron Collider. Experimental physics regroups all the disciplines of physics that are concerned with data acquisition, data-acquisition methods, and the detailed conceptualization (beyond simple thought experiments) and realization of laboratory experiments. It is often put in contrast with theoretical physics, which is more concerned with predicting and explaining the physical behaviour of nature than the acquisition of knowledge about it. Although experimental and theoretical physics are concerned with different aspects of nature, they both share the same goal of understanding it and have a symbiotic relation. The former provides data about the universe, which can then be analyzed in order to be understood, while the latter provides explanations for the data and thus offers insight on how to better acquire data and on how to set up experiments. Theoretical physics can also offer insight on what data is needed in order to gain a better understanding of the universe, and on what experiments to devise in order to obtain it.</p>
	<p><b>Eksperimental fizikada tadqiqotlar</b>  <b>Experimental physici - Current experiments.</b> Experimental physics is the category of disciplines and sub-disciplines in the field of physics that are concerned with the observation of physical phenomena and experiments. Methods vary from discipline to discipline, from simple experiments and observations, such as the Cavendish experiment, to more complicated ones, such as the Large Hadron Collider. Experimental physics regroups all the disciplines of physics that are concerned with data acquisition, data-acquisition methods, and the detailed conceptualization (beyond simple thought experiments) and realization of laboratory experiments. It is often put in contrast with theoretical physics, which is more concerned with predicting and explaining the physical behaviour of nature than the acquisition of knowledge about it.</p>



	<p>Although experimental and theoretical physics are concerned with different aspects of nature, they both share the same goal of understanding it and have a symbiotic relation. The former provides data about the universe, which can then be analyzed in order to be understood, while the latter provides explanations for the data and thus offers insight on how to better acquire data and on how to set up experiments. Theoretical physics can also offer insight on what data is needed in order to gain a better understanding of the universe, and on what experiments to devise in order to obtain it.</p>
	<p><b>Multikoinot-Multiverse</b></p> <p>The multiverse is a hypothetical group of multiple universes. Together, these universes comprise everything that exists: the entirety of space, time, matter, energy, information, and the physical laws and constants that describe them. The different universes within the multiverse are called "parallel universes", "other universes", "alternate universes", or "many worlds".</p> <p>Multiple universes have been hypothesized in cosmology, physics, astronomy, religion, philosophy, transpersonal psychology, music, and all kinds of literature, particularly in science fiction, comic books and fantasy. In these contexts, parallel universes are also called "alternate universes", "quantum universes", "interpenetrating dimensions", "parallel universes", "parallel dimensions", "parallel worlds", "parallel realities", "quantum realities", "alternate realities", "alternate timelines", "alternate dimensions" and "dimensional planes".</p> <p>The physics community has debated the various multiverse theories over time. Prominent physicists are divided about whether any other universes exist outside of our own.</p>
	<p><b>Astrozarralar fizikasi- Astroparticle physics</b></p> <p>Astroparticle physics, also called particle astrophysics, is a branch of particle physics that studies elementary particles of astronomical origin and their relation to astrophysics and cosmology. It is a relatively new field of research emerging at the intersection of particle physics, astronomy, astrophysics, detector physics, relativity, solid state physics, and cosmology. Partly motivated by the discovery of neutrino oscillation, the field has undergone rapid development, both theoretically and experimentally, since the early 2000s.</p>
	<p><b>Katta adron kollyideri- Large Hadron Collider</b></p> <p>The Large Hadron Collider (LHC) is the world's largest and highest-energy particle collider and the largest machine in the world. It was built by the European Organization for Nuclear Research (CERN) between 1998 and 2008 in collaboration with over 10,000 scientists and hundreds of universities and laboratories, as well as more than 100 countries. It lies in a tunnel 27</p>



kilometres (17 mi) in circumference and as deep as 175 metres (574 ft) beneath the France–Switzerland border near Geneva.

First collisions were achieved in 2010 at an energy of 3.5 teraelectronvolts (TeV) per beam, about four times the previous world record. After upgrades it reached 6.5 TeV per beam (13 TeV total collision energy, the present world record). At the end of 2018, it entered a two-year shutdown period for further upgrades.

The collider has four crossing points, around which are positioned seven detectors, each designed for certain kinds of research. The LHC primarily collides proton beams, but it can also use beams of heavy ions: lead–lead collisions and proton–lead collisions are typically done for one month per year.

The aim of the LHC's detectors is to allow physicists to test the predictions of different theories of particle physics, including measuring the properties of the Higgs boson and searching for the large family of new particles predicted by supersymmetric theories, as well as other unsolved questions of physics.

## VI. FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. James E. McClellan III, Harold Dorn. Science and Technology in World History. Second Edition. Johns Hopkins university press, 2006. p.263
2. Lapshin R.V. (2004). «Feature-oriented scanning methodology for probe microscopy and nanotechnology» (PDF). *Nanotechnology* (IOP) 15 (9): 1135-1151. DOI:10.1088/0957-4484/15/9/006. ISSN 0957-4484.
3. Lapshin R.V. Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology / H. S. Nalwa. -USA: American Scientific Publishers, 2011. -Vol. 14. -P. 105-115.- ISBN 1-58883-163-9
4. A luminous future for the LHC, CERN Courier, Feb 23, 2015. 2. The Future Circular Collider study, CERN Courier, Mar 28, 2014. 3. LHCb Collaboration. First observation of  $B_0 \rightarrow J/\psi f_0(980)$  decays // *Physics Letters B*. - 2011. - T. 698, № 2.- S. 115-122. - DOI:10.1016/j.physletb. 2011.03.006. - arXiv:1102.0206. 4. LHCb Collaboration. First observation of  $B_s \rightarrow D_{s2}^{*+} X \mu \nu$  decays // *Physics Letters B*. — 2011. —T. 698, № 1. — S. 14-20.
5. Telnov V.I. Sovremennaya eksperimentalnaya fizika Novosibirskiy Gosudarstvennyy universitet.
6. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physicallyself-consistent basis of modern cosmology // *Gravitatsiya i kosmologiya*. — 2001. — T. 7. — № 3. — s. 183—188.
7. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // *Gravitatsiya i kosmologiya*. — 1997. — T. 3. — № 1. — s. 43-47.
8. Xlopov M. Yu. Kosmomikrofizika. — M.: Yeditorial URSS, 2003. — 112 s. — ISBN 5-354-00288-5.
9. Zeldovich Ya. B., Novikov I. D. Stroenie i evolyusiya Vselennoy. M., 1975; Zeldovich Ya. B., Xlopov M. Yu. Massa neytrino v fizike elementarnykh chastis i kosmologii ranney Vselennoy // *Uspexi fizicheskix nauk*. 1981. T. 135. № 9; Saxarov A. D. Kosmomikrofizika – mejdunarodnaya nauka // *Vestnik AN* 1989. № 4;
10. Xlopov M. Yu. Osnovy kosmomikrofiziki. M., 2004.
11. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izlojenii. — M.: 2002. — S. 145—148. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.
12. Zasov A. V., Postnov K. A. Obщaya Astrofizika. — Fryazino: Vek 2, 2006. — S. 421—432. — 496 s. — ISBN 5-85099-169-7.
13. Gorbunov D. S., V. A. Rubakov. Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Teoriya goryachego Bolshogo vzryva. — M.: LKI, 2008. — S. 45—80. — 552 s. — ISBN 978-5-382-00657-4.
14. Jarosik, N., et.al. (WMAP Collaboration). Seven-Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Sky Maps, Systematic Errors, and Basic

Results (PDF). nasa.gov. Data obračeniya 4 dekabrta 2010. Arxivirovano 16 avgusta 2012 goda. (from NASA's WMAP Documents page)

15. Planck Collaboration. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters. — arXiv:1303.5076.

16. Maykl Rouen-Robinson. Kosmologiya = Cosmology / Perevod s angliyskogo N. A. Zubchenko. Pod nauchnoy redaksiyey P. K. Silaeva. — M.-Ijevsk: NIS «Regulyarnaya i xaoticheskaya dinamika», 2008. — S. 96—102. — 256 s. — ISBN 976-5-93972-659-7.

17. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology

18. Kapitonov I. M. Vvedenie v fiziku yadra i chastis. — M.: URSS, 2002. — S. 251—259. — 384 s. — 1700 ekz. — ISBN 5-354-00058-0.

19. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izloženii. — M., 2002. — S. 144. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.

20. Sajin M. V. Sovremennaya kosmologiya v populyarnom izloženii. — M.: 2002. — S. 104—106. — 240 s. — 2500 ekz. — ISBN 5-354-00012-2.

21. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.

22. D. S. Gorbunov, V. A. Rubokov. Djinsovskaya neustoychivost v nyutonovoy teorii tyagoteniya // Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Kosmologicheskie vozmušçeniya. Inflyatsionnaya teoriya. — M.: Krasnad, 2010. — S. 335—371. — 568 s. — ISBN 978-5-396-00046-9.

23. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. Reheating after inflation. — Phys. Rev. Lett., 1994.

24. Astronomiya XXI vek / Pod red. V. G. Surdina. — 2-ye. — Fryazino: Vek 2, 2008. — S. 414—416. — 608 s. — ISBN 978-5-85099-181-4.

25. Victor J Stenger. Is the Universe fine-tuned for us? (angl.).

Arxivirovano 16 iyulya 2012 goda.

26. Tegmark Max. The Interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words?. — Fortschritte der Physik, 1998.

27. Grin B. Elegantnaya Vselennaya. Superstruny, skrytye razmernosti i poiski okonchatelnoy teorii. — 1999. — 464 s. — ISBN 0-375-70811-1.

28. Baum L. and P.H. Frampton. Turnaround in Cyclic Cosmology. — Physical Review Letters,

2007. — doi:10.1103/PhysRevLett.98.071301. — Bibcode: 2007PhRvL..98g1301B. — arXiv:hep-th/0610213. — PMID 17359014.

29. Steinhardt P. J., N. Turok. The Cyclic Model Simplified. — New Astron.Rev.,

2004. — doi:10.1016/j.newar.2005.01.003. — Bibcode: 2005NewAR..49...43S. — arXiv:astro-ph/0404480.



30. Gibson C. H., Schild R. E. Evolution Of Proto-Galaxy-Clusters To Their Present Form: Theory And Observation. — Journal of Cosmology, 2010.

31. Gorbunov D. S., Rubokov V. A. Djinsovskaya neustoychivost v nyutonovoy teorii tyagoteniya // Vvedenie v teoriyu ranney Vselennoy: Kosmologicheskie vozmusheniya. Inflyatsionnaya teoriya. — M.: Krasnad, 2010. — 568 s. — ISBN 978-5-396-00046-9.

32. Landau L. D., Lifshis Ye. M. Teoriya polya. — M.: Fizmatlit, 2006. — S. 493—494. — (Teoreticheskaya fizika).