

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА  
ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ  
ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ



# ФИЗИКА ВА АСТРАНОМИЯ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИ

Замонавий космология ва  
экспериментал физика тадқиқотлари

МОДУЛИ БЎЙИЧА  
ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА



ТОШКЕНТ-2021



**Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.**

**Тузувчи:** **Б.Дж.Саттарова** - Низомий номидаги ТДПУ “Физика ва астрономия ўқитиш методикаси кафедраси доценти, п.ф.н.

**Такризчилар:** **Ч.Т.Шердонов** - ЎзРФА Астрономия институти катта илмий ходими ф.-м.ф.н., доцент

**Хорижий эксперт:** **ф.-м.ф.д., профессор В.К.Жаров** - АФХТИ (Россия), Фундаментал ва амалий математика кафедраси мудири.

**Ўқув-услубий мажмуа ТДПУ Кенгашининг 2020 йил 27 августдаги 1/3.6- сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган.**



## МУНДАРИЖА

<b>I. ИШЧИ ДАСТУР .....</b>	<b>4</b>
<b>II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ .....</b>	<b>10</b>
<b>III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....</b>	<b>27</b>
<b>IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР.....</b>	<b>100</b>
<b>V. ГЛОССАРИЙ .....</b>	<b>108</b>
<b>VI. ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ .....</b>	<b>119</b>

## **I. ИШЧИ ДАСТУР**

### **КИРИШ**

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарорида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнларида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, педагогнинг касбий компетентлиги ва креативлиги, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

Дастур доирасида берилаётган мавзулар таълим соҳаси бўйича педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш мазмуни, сифати ва уларнинг тайёргарлигига қўйиладиган умумий малака талаблари ва ўқув режалари асосида шакллантирилган бўлиб, бу орқали олий таълим муассасалари педагог кадрларининг соҳага оид замонавий таълим ва инновация технологиялари, илғор хорижий тажрибалардан самарали фойдаланиш, ахборот-коммуникация технологияларини ўқув жараёнига кенг татбиқ этиш, чет тилларини интенсив ўзлаштириш даражасини ошириш ҳисобига уларнинг касб маҳоратини, илмий фаолиятини мунтазам юксалтириш, олий таълим муассасаларида ўқув-тарбия жараёнларини ташкил этиш ва бошқаришни тизимли таҳлил қилиш, шунингдек, педагогик вазиятларда оптимал қарорлар қабул қилиш билан боғлиқ компетенцияларга эга бўлишлари таъминланади.

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

### **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

“Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари” модулининг **мақсади** педагог кадрларнинг ўқув-тарбиявий жараёнларни юксак илмий даражада таъминлашлари учун зарур бўладиган касбий билим, кўникма ва малакаларини мунтазам янгилаш, малака талаблари, ўқув режа ва дастурлари асосида уларнинг касбий компетентлиги ва педагогик маҳоратининг доимий ривожланишини таъминлашдан иборат.

#### **Мазкур курснинг вазифалари:**

- “Таълим тўғрисида”ги Қонун ва Кадрлар тайёрлаш миллий дастурида акс этган вазифаларни амалга ошириш;
- олий таълим муассасаси профессор-ўқитувчиларининг илмий-назарий, педагогик-психологик, илмий-методик тайёргарлиги даражасини орттириш;
- профессор-ўқитувчиларда физика ва астрономияни ўқитишда замонавий ёндошувларни амалга ошириш учун зарур бўлган илмий-методологик билимларни шакллантириш, кўникмаларни таркиб топтириш;
- таълим-тарбия жараёнида замонавий илмий тадқиқот масалаларини қўллаш учун зарур бўлган билим, кўникма, малака ва компетенция (лаёқат)ни таркиб топтириш;
- ўқитувчиларни ўз педагогик фаолиятини таҳлил қилишга ўргатиш, таҳлилий – танқидий, ижодий ва мустақил фикр юритиш кўникмаларини ривожлантириш;
- Кадрлар тайёрлаш миллий дастури талаблари асосида юксак умумий ва касб-ҳунар маданиятига, ижодий ва ижтимоий фаолликка эга педагогик кадрларнинг янги авлодини шакллантириш;
- физика ва астрономияни ўқитишнинг методологияси ва назарий масалалари билан таништириш;
- физика ва астрономияни ўқитишни такомиллаштириш ва самарадорлигини орттириш йўллари билан таништириш.

### **Тингловчиларнинг методик билими, кўникма, малака ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар:**

“Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:



**Тингловчи:**

- олий таълим тизимида физика ва астрономияни ўқитишда қўлланиладиган ёндошувлар ва тенденцияларни билиши;
- олий таълим тизимида физика ва астрономияни ўқитишда қўйиладиган ҳозирги замон талабларини тасаввур қилиши;
- замонавий физика ва астрономия тараққиёт йўналишлари, энг сўнгги ютуқларини билиши ва ўз фаолиятида улардан фойдалана олиши;
- физика ва астрономия машғулотларига қўйиладиган талаблар, физика ва астрономиядан ташкил этиладиган маърузаларнинг типлари ва турларини билиши;
- физика ва астрономия ўқитувчисининг касбий ва илмий - методик тайёргарлигининг таркибий қисмлари ҳақида **билимларга эга бўлиши**;

**Тингловчи:**

- физика ва астрономия таълим мазмуни, воситалари, методлари ва шакллариининг узвийлиги, таълимнинг узвийлиги ва изчиллигини таъминлаш муаммоларини англаши;
- ўқитиш мазмунига оид ахборотларни қайта ишлаш, умумлаштириш ва талабалар онгига етказиш йўллариини билиши;
- педагогика олий таълим муассасаларида физика ва астрономияни ўқитиш олдидаги долзарб муаммолар ва уларни ҳал этиш йўллари;
- физика ва астрономияни ўқитишга тизимли ёндошув, машғулотлар ва аудиториядан ташқари машғулотларни ташкил этиш ва ўтказиш йўллариини;
- педагогика олий таълим муассасаларида физика ва астрономияни ўқитиш бўйича маъруза, амалий ва семинар машғулотларида талабаларнинг билиш фаолиятини ташкил этиш ва бошқариш **кўникма ва малакаларини эгаллаши**;

**Тингловчи:**

- талабаларнинг мустақил ишлари ва таълимини ташкил этиш, уларни илмий-тадқиқотларга йўналтириш;
- физика ва астрономия фанларни ўқитишда замонавий инновацион технологияларидан уйғунлаштирилган ҳолда фойдаланиш **компетенцияларни эгаллаши лозим**.

**Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

### **Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари” модули мазмуни ўқув режадаги “Физик демонстрацион экспериментлар” ва “Физика фанларини ўқитишнинг инновацион муҳитини лойихалаш” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг машғулотларни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

### **Модулнинг олий таълимдаги ўрни**

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар ўз соҳасидаги жаҳон миқёсидаги янгиликлардан хабардор бўладилар ва бу ҳолат уларнинг касбий компетентлигини оширади.

### **Модул бўйича соатлар тақсимоти**

<b>Т/р</b>	<b>Модул мавзулари</b>	<b>Жами</b>	<b>Назарий</b>	<b>Амалий</b>
1	Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари, йўналишлари, тенденциялари.	4	2	2
2	Замонавий космология ва унинг шаклланиши, олиб борилаётган тадқиқотлар. Космологиянинг асосий концептуал қарашлари. Замонавий космология - фактлар, ғоялар. Замонавий физиканинг ечилмаган муаммолари.	4	2	2

3	Экспериментал физика тадқиқотлари. Космомикрофизика. Космомикрофизикадаги муаммолар.	6	2	4
4	Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар. Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари натижаларини таълимда қўллаш.	6	2	4
<b>Жами</b>		<b>20</b>	<b>8</b>	<b>12</b>

## НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

### 1-мавзу: Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари, йўналишлари, тенденциялари (2 соат).

Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари. Физика ва астрономия соҳасидаги олиб борилаётган тадқиқотлар тенденциялари. Физика ва астрономия соҳасидаги тадқиқот йўналишлари. Замонавий дунёқараш ва унинг шаклланишида физика ва астрономиянинг ўрни.

### 2- мавзу: Замонавий космология ва унинг шаклланиши, олиб борилаётган тадқиқотлар (2 соат).

Космологиянинг асосий концептуал қарашлари. Замонавий космология - фактлар, ғоялар. Замонавий физиканинг ечилмаган муаммолари.

### 3- мавзу: Экспериментал физика тадқиқотлари (2 соат).

Экспериментал физика тадқиқотлари. Космомикрофизика. Космомикрофизикадаги муаммолар..

**4- мавзу: Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар. Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари натижаларини таълимда қўллаш (2 соат).**

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

### 1-амалий машғулот: Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари, йўналишлари, тенденциялари (2 соат).

Жамоаларда тингловчилар гуруҳларда биргаликда замонавий тадқиқотлар хусусиятларини таҳлил қиладилар. Физика ва астрономия соҳасидаги олиб борилаётган тадқиқотлар тенденциялари ўрганилади ва муҳокама қилинади. Физика ва астрономия соҳасидаги тадқиқот йўналишлари. Замонавий дунёқараш



ва унинг шаклланишида физика ва астрономиянинг ўрнига доир маълумотлар тўғрисида мустақил ва умумжамоа таҳлил материалларини тайёрлаш, муҳокама қилиш ва мустаҳкамлаш.

**2-амалий машғулот: Замонавий космология ва унинг шаклланиши, олиб борилаётган тадқиқотлар (2 соат).**

Космологиянинг асосий концептуал қарашлари. Замонавий космология - фактлар, ғоялар. Замонавий физиканинг ечилмаган муаммолари олинган натижалар ва унда бажарилиши режалаштирилаётган истиқбол экспериментларни изоҳлаш.

**3-амалий машғулот: Экспериментал физика тадқиқотлари (4 соат).**

Фан тараққиётининг ўзига хос хусусиятлари. Космомикрофизика. Космомикрофизикадаги муаммолар (интеллект карта, кластер) ёрдамида таҳлил қилиниб мавзу ҳар томонлама мустаҳкамланади.

**4-амалий машғулот: Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар. Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари натижаларини таълимда қўллаш (4 соат).**

### **ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ**

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва физика ва астрономиядаги янги ютуқларни англаб олиш, соҳа бўйича қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);
- давра суҳбатлари (қўрилаётган фан янгиликлари ва муаммоларини мавжуд билим ва муаммолар билан боғлаш, маълум ечимлар бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);
- баҳс ва мунозаралар (муаммолар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

## II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

Ҳозирги вақтда таълим жараёнида ўқитишнинг замонавий методлари кенг қўлланилмоқда. Ўқитишнинг замонавий методларини қўллаш ўқитиш жараёнида юқори самарадорликка эришишга олиб келади. Таълим методларини танлашда ҳар бир дарснинг дидактик вазифасидан келиб чиқиб танлаш мақсадга мувофиқ саналади.

Анъанавий дарс шаклини сақлаб қолган ҳолда, унга турли-туман таълим олувчилар фаолиятини фаоллаштирадиган методлар билан бойитиш таълим олувчиларнинг ўзлаштириш даражасининг кўтарилишига олиб келади. Бунинг учун дарс жараёни оқилона ташкил қилиниши, таълим берувчи томонидан таълим олувчиларнинг қизиқишини орттириб, уларнинг таълим жараёнида фаоллиги муттасил рағбатлантирилиб турилиши, ўқув материални кичик-кичик бўлақларга бўлиб, уларнинг мазмунини очишда ақлий ҳужум, кичик гуруҳларда ишлаш, баҳс-мунозара, муаммоли вазият, йўналтирувчи матн, лойиҳа, ролли ўйинлар каби методларни қўллаш ва таълим олувчиларни амалий машқларни мустақил бажаришга ундаш талаб этилади.

Бу методларни интерфаол ёки интерактив методлар деб ҳам аташади. **Интерфаол методлар** деганда-таълим олувчиларни фаоллаштирувчи ва мустақил фикрлашга ундовчи, таълим жараёнининг марказида таълим олувчи бўлган методлар тушунилади. Бу методлар қўлланилганда таълим берувчи таълим олувчини фаол иштирок этишга чорлайди. Таълим олувчи бутун жараён давомида иштирок этади. Таълим олувчи марказда бўлган ёндошувнинг фойдали жиҳатлари қуйидагиларда намоён бўлади:

- таълим самараси юқорироқ бўлган ўқиш-ўрганиш;
- таълим олувчининг юқори даражада рағбатлантирилиши;
- илгари орттирилган билимнинг ҳам эътиборга олинishi;
- ўқиш шиддатини таълим олувчининг эҳтиёжига мувофиқлаштирилиши;
- таълим олувчининг ташаббускорлиги ва масъулиятининг қўллаб-қувватланиши;
- амалда бажариш орқали ўрганилиши;
- икки тарафлама фикр-мулоҳазаларга шароит яратилиши.



## “АҚЛИЙ ХУЖУМ” методи

“Ақлий ҳужум” методи - бирор муаммо бўйича таълим олувчилар томонидан билдирилган эркин фикр ва мулоҳазаларни тўплаб, улар орқали маълум бир ечимга келинадиган методдир. “Ақлий ҳужум” методининг ёзма ва оғзаки шакллари мавжуд. Оғзаки шаклида таълим берувчи томонидан берилган саволга таълим олувчиларнинг ҳар бири ўз фикрини оғзаки билдиради. Таълим олувчилар ўз жавобларини аниқ ва қисқа тарзда баён этадилар. Ёзма шаклида эса берилган саволга таълим олувчилар ўз жавобларини қоғоз карточкаларга қисқа ва барчага кўринарли тарзда ёзадилар. Жавоблар доскага (магнитлар ёрдамида) ёки «пинборд» доскасига (игналар ёрдамида) маҳкамланади. “Ақлий ҳужум” методининг ёзма шаклида жавобларни маълум белгилар бўйича гуруҳлаб чиқиш имконияти мавжуддир. Ушбу метод тўғри ва ижобий қўлланилганда шахсни эркин, ижодий ва ностандарт фикрлашга ўргатади.

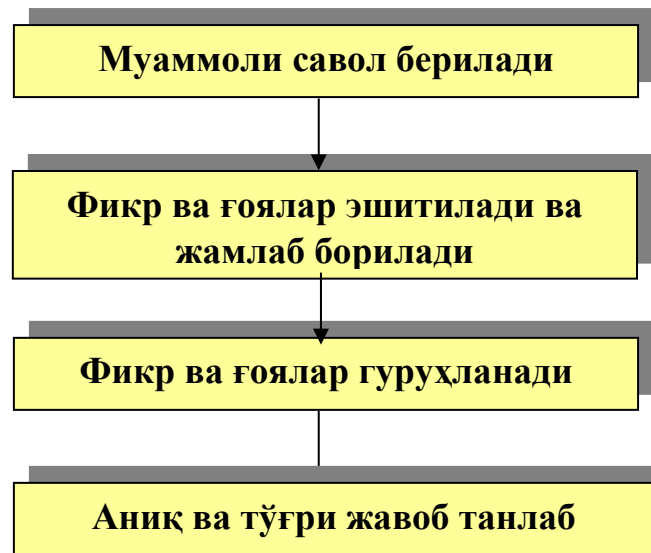
“Ақлий ҳужум” методидан фойдаланилганда таълим олувчиларнинг барчасини жалб этиш имконияти бўлади, шу жумладан таълим олувчиларда мулоқот қилиш ва мунозара олиб бориш маданияти шаклланади. Таълим олувчилар ўз фикрини фақат оғзаки эмас, балки ёзма равишда баён этиш маҳорати, мантикий ва тизимли фикр юритиш кўникмаси ривожланади. Билдирилган фикрлар баҳоланмаслиги таълим олувчиларда турли ғоялар шаклланишига олиб келади. Бу метод таълим олувчиларда ижодий тафаккурни ривожлантириш учун хизмат қилади.

“Ақлий ҳужум” методи таълим берувчи томонидан қўйилган мақсадга қараб амалга оширилади:

1. Таълим олувчиларнинг бошланғич билимларини аниқлаш мақсад қилиб қўйилганда, бу метод дарснинг мавзуга кириш қисмида амалга оширилади.
2. Мавзуни такрорлаш ёки бир мавзуни кейинги мавзу билан боғлаш мақсад қилиб қўйилганда –янги мавзуга ўтиш қисмида амалга оширилади.
3. Ўтилган мавзуни мустаҳкамлаш мақсад қилиб қўйилганда-мавзудан сўнг, дарснинг мустаҳкамлаш қисмида амалга оширилади.

### “Ақлий ҳужум” методини қўллашдаги асосий қоидалар:

1. Билдирилган фикр-ғоялар муҳокама қилинмайди ва баҳоланмайди.
  2. Билдирилган ҳар қандай фикр-ғоялар, улар ҳатто тўғри бўлмаса ҳам инобатга олинади.
  3. Ҳар бир таълим олувчи қатнашиши шарт.
- Қуйида (1-чизма) “Ақлий ҳужум” методининг тузилмаси келтирилган.



1-чизма. “Ақлий ҳужум” методининг тузилмаси

**“Ақлий ҳужум” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:**

1. Таълим олувчиларга савол ташланади ва уларга шу савол бўйича ўз жавобларини (фикр, ғоя ва мулоҳаза) билдиришларини сўралади;
2. Таълим олувчилар савол бўйича ўз фикр-мулоҳазаларини билдиришади;
3. Таълим олувчиларнинг фикр-ғоялари (магнитофонга, видеотасмага, рангли қоғозларга ёки доскага) тўпланади;
4. Фикр-ғоялар маълум белгилар бўйича гуруҳланади;
5. Юқорида қўйилган саволга аниқ ва тўғри жавоб танлаб олинади.

**“Ақлий ҳужум” методининг афзалликлари:**

- натижалар баҳоланмаслиги таълим олувчиларда турли фикр-ғояларнинг шаклланишига олиб келади;
- таълим олувчиларнинг барчаси иштирок этади;
- фикр-ғоялар визуаллаштирилиб борилади;
- таълим олувчиларнинг бошланғич билимларини текшириб кўриш имконияти мавжуд;
- таълим олувчиларда мавзуга қизиқиш уйғотади.

**“Ақлий ҳужум” методининг камчиликлари:**

- таълим берувчи томонидан саволни тўғри қўя олмаслик;
- таълим берувчидан юқори даражада эшитиш қобилиятининг талаб этилиши.

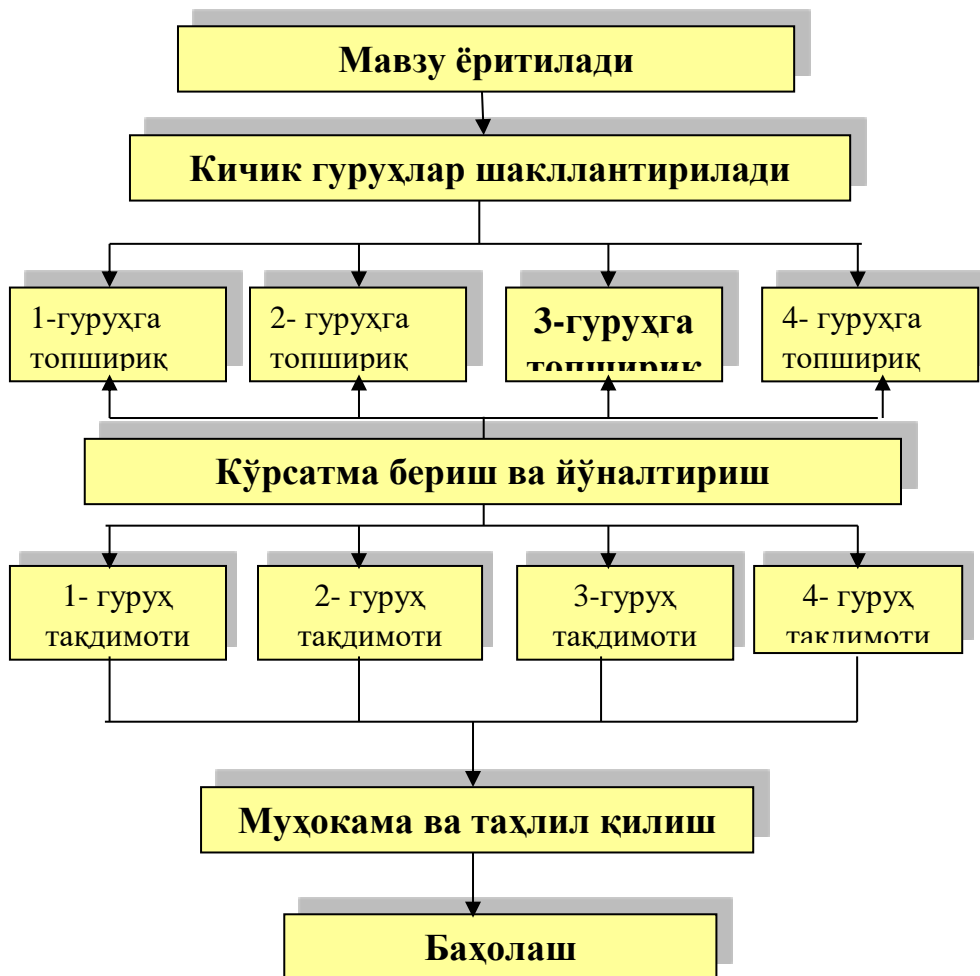
**“КИЧИК ГУРУХЛАРДА ИШЛАШ” методи**



**“Кичик гуруҳларда ишлаш” методи** - таълим олувчиларни фаоллаштириш мақсадида уларни кичик гуруҳларга ажратган ҳолда ўқув материални ўрганиш ёки берилган топшириқни бажаришга қаратилган дарсдаги ижодий иш.

Ушбу метод қўлланилганда таълим олувчи кичик гуруҳларда ишлаб, дарсда фаол иштирок этиш ҳуқуқига, бошловчи ролида бўлишга, бир-биридан ўрганишга ва турли нуқтаи- назарларни қадрлаш имконига эга бўлади.

“Кичик гуруҳларда ишлаш” методи қўлланилганда таълим берувчи бошқа интерфаол методларга қараганда вақтни тежаш имкониятига эга бўлади. Чунки таълим берувчи бир вақтнинг ўзида барча таълим олувчиларни мавзуга жалб эта олади ва баҳолай олади. Қуйида “Кичик гуруҳларда ишлаш” методининг тузилмаси келтирилган (2-чизма).





## 2-чизма. “Кичик гуруҳларда ишлаш” методининг тузилмаси

**“Кичик гуруҳларда ишлаш” методининг босқичлари куйидагилардан иборат:**

1. Фаолият йўналиши аниқланади. Мавзу бўйича бир-бирига боғлиқ бўлган масалалар белгиланади.
2. Кичик гуруҳлар белгиланади. Таълим олувчилар гуруҳларга 3-6 кишидан бўлинишлари мумкин.
3. Кичик гуруҳлар топширикни бажаришга киришадилар.
4. Таълим берувчи томонидан аниқ кўрсатмалар берилади ва йўналтириб турилади.
5. Кичик гуруҳлар тақдимот қиладилар.
6. Бажарилган топшириқлар муҳокама ва таҳлил қилинади.
7. Кичик гуруҳлар баҳоланади.

### **«Кичик гуруҳларда ишлаш» методининг афзаллиги:**

- ўқитиш мазмунини яхши ўзлаштиришга олиб келади;
- мулоқотга киришиш кўникмасининг такомиллашишига олиб келади;
- вақтни тежаш имконияти мавжуд;
- барча таълим олувчилар жалб этилади;
- ўз-ўзини ва гуруҳлараро баҳолаш имконияти мавжуд бўлади.

### **«Кичик гуруҳларда ишлаш» методининг камчиликлари:**

- баъзи кичик гуруҳларда кучсиз таълим олувчилар бўлганлиги сабабли кучли таълим олувчиларнинг ҳам паст баҳо олиш эҳтимоли бор;
- барча таълим олувчиларни назорат қилиш имконияти паст бўлади;
- гуруҳлараро ўзаро салбий рақобатлар пайдо бўлиб қолиши мумкин;
- гуруҳ ичида ўзаро низо пайдо бўлиши мумкин.

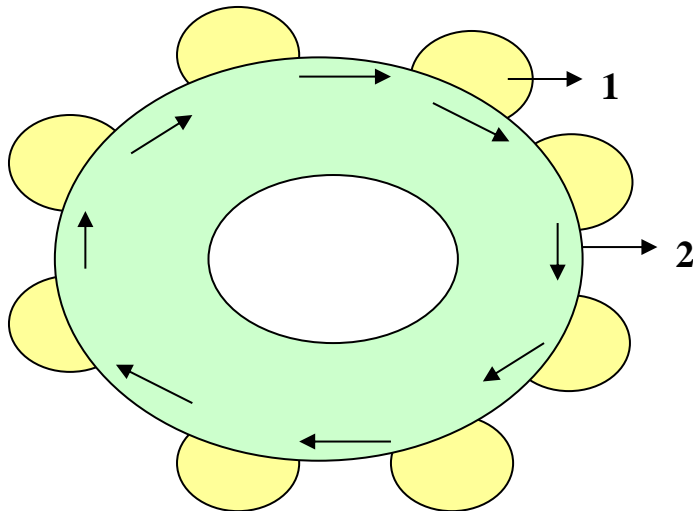
### **“ДАВРА СУХБАТИ” методи**



**“Давра суҳбати” методи** – айлана стол атрофида берилган муаммо ёки саволлар юзасидан таълим олувчилар томонидан ўз фикр-мулоҳазаларини билдириш орқали олиб бориладиган ўқитиш методидир.

“Давра суҳбати” методи қўлланилганда стол-стулларни доира шаклида жойлаштириш керак. Бу ҳар бир таълим олувчининг бир-бири билан “кўз алоқаси” ни ўрнатиб туришига ёрдам беради. Давра суҳбатининг оғзаки ва ёзма

шакллари мавжуддир. Оғзаки давра суҳбатида таълим берувчи мавзунини бошлаб беради ва таълим олувчилардан ушбу савол бўйича ўз фикр-мулоҳазаларини билдиришларини сўрайди ва айлана бўйлаб ҳар бир таълим олувчи ўз фикр-мулоҳазаларини оғзаки баён этадилар. Сўзлаётган таълим олувчини барча диққат билан тинглайди, агар муҳокама қилиш лозим бўлса, барча фикр-мулоҳазалар тингланиб бўлингандан сўнг муҳокама қилинади. Бу эса таълим олувчиларнинг мустақил фикрлашига ва нутқ маданиятининг ривожланишига ёрдам беради.



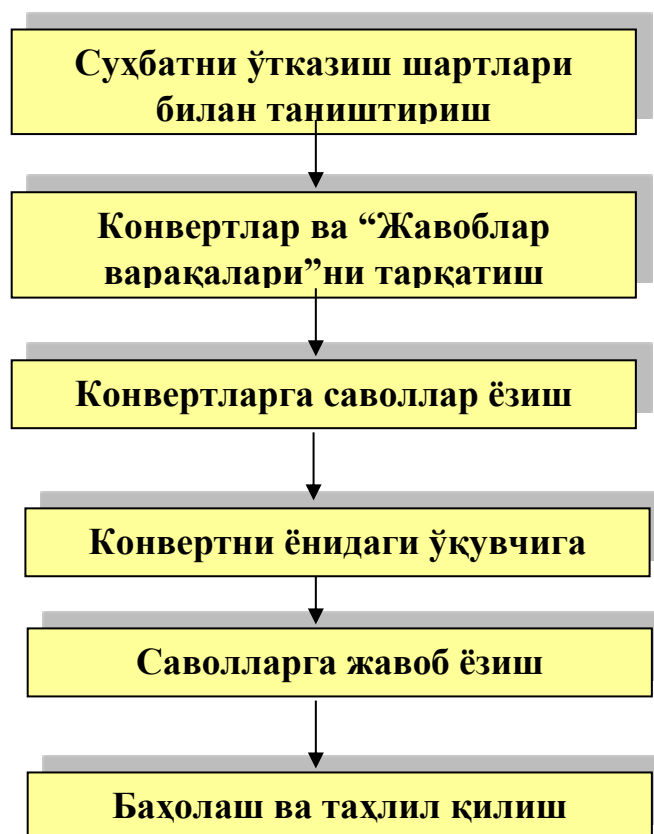
**Белгилар:**

1-таълим  
олувчилар

2-айлана стол

### 3-чизма. Давра столининг тузилмаси

Ёзма давра суҳбатида (3-чизма) ҳам стол-стуллар айлана шаклида жойлаштирилиб, ҳар бир таълим олувчига конверт қоғози берилади. Ҳар бир таълим олувчи конверт устига маълум бир мавзу бўйича ўз саволини беради ва “Жавоб варақаси”нинг бирига ўз жавобини ёзиб, конверт ичига солиб қўяди. Шундан сўнг конвертнинг соат йўналиши бўйича ёнидаги таълим олувчига узатади. Конвертнинг олган таълим олувчи ўз жавобини “Жавоблар варақаси”нинг бирига ёзиб, конверт ичига солиб қўяди ва ёнидаги таълим олувчига узатади. Барча конвертлар айлана бўйлаб ҳаракатланади. Якуний қисмда барча конвертлар йиғиб олиниб, таҳлил қилинади. Қуйида “Давра суҳбати” методининг тузилмаси келтирилган (4-чизма).



**4-чизма. “Давра суҳбати” методининг тузилмаси**

**“Давра суҳбати” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:**

1. Машғулот мавзуси эълон қилинади.
2. Таълим берувчи таълим олувчиларни машғулотни ўтказиш тартиби билан таништиради.
3. Ҳар бир таълим олувчига биттадан конверт ва жавоблар ёзиш учун гуруҳда неча таълим олувчи бўлса, шунчадан “Жавоблар варақалари”ни тарқатилиб, ҳар бир жавобни ёзиш учун ажратилган вақт белгилаб қўйилади. Таълим олувчи конвертга ва “Жавоблар варақалари”га ўз исми-шарифини ёзади.
4. Таълим олувчи конверт устига мавзу бўйича ўз саволини ёзади ва “Жавоблар варақаси”га ўз жавобини ёзиб, конверт ичига солиб қўяди.
5. Конвертга савол ёзган таълим олувчи конвертни соат йўналиши бўйича ёнидаги таълим олувчига узатади.
6. Конвертни олган таълим олувчи конверт устидаги саволга “Жавоблар варақалари”дан бирига жавоб ёзади ва конверт ичига солиб қўяди ҳамда ёнидаги таълим олувчига узатади.
7. Конверт давра столи бўйлаб айланиб, яна савол ёзган таълим олувчининг ўзига қайтиб келади. Савол ёзган таълим олувчи конвертдаги “Жавоблар варақалари”ни баҳолайди.
8. Барча конвертлар йиғиб олинади ва таҳлил қилинади.

Ушбу метод орқали таълим олувчилар берилган мавзу бўйича ўзларининг билимларини қисқа ва аниқ ифода эта оладилар. Бундан ташқари ушбу метод орқали таълим олувчиларни муайян мавзу бўйича баҳолаш имконияти яратилади. Бунда таълим олувчилар ўзлари берган саволларига гуруҳдаги бошқа таълим олувчилар берган жавобларини баҳолашлари ва таълим берувчи ҳам таълим олувчиларни объектив баҳолаши мумкин.

#### **“Давра суҳбати” методининг афзалликлари:**

- ўтилган материалнинг яхши эсда қолишига ёрдам беради;
- барча таълим олувчилар иштирок этадилар;
- ҳар бир таълим олувчи ўзининг баҳоланиши масъулиятини ҳис этади;
- ўз фикрини эркин ифода этиш учун имконият яратилади.

#### **“Давра суҳбати” методининг камчиликлари:**

- кўп вақт талаб этилади;
- таълим берувчининг ўзи ҳам ривожланган фикрлаш қобилиятига эга бўлиши талаб этилади;
- таълим олувчиларнинг билим даражасига мос ва қизиқарли бўлган мавзу танлаш талаб этилади.

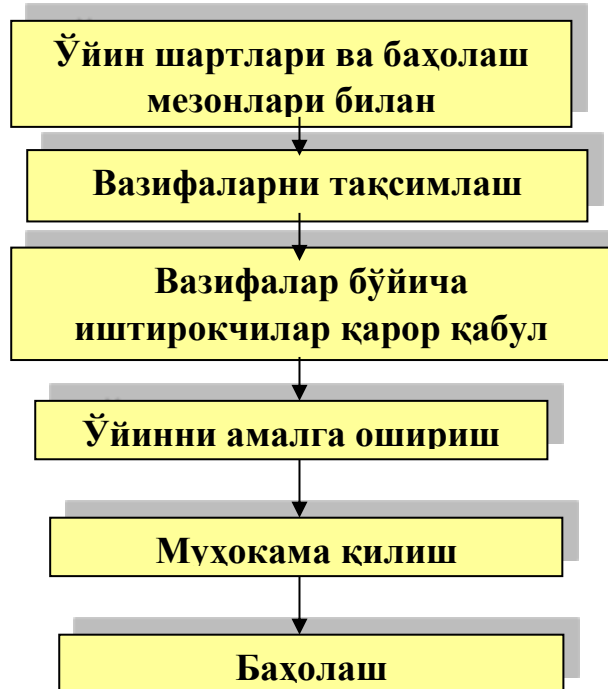
### **“ИШБОП ЎЙИН” методи**



**“Ишбоп ўйин” методи** - берилган топшириқларга кўра ёки ўйин иштирокчилари томонидан тайёрланган ҳар хил вазиятдаги бошқарувчилик қарорларини қабул қилишни имитация қилиш (тақлид, акс эттириш) методи ҳисобланади.

Ўйин фаолияти бирон бир ташкилот вакили сифатида иштирок этаётган иштирокчининг хулқ-атвори ва ижтимоий вазифаларини имитация қилиш орқали берилади. Бир томондан ўйин назорат қилинса, иккинчи томондан оралик натижаларга кўра иштирокчилар ўз фаолиятларини ўзгартириш имкониятига ҳам эга бўлади. Ишбоп ўйинда роллар ва ролларнинг мақсади аралашган ҳолда бўлади. Иштирокчиларнинг бир қисми қатъий белгиланган ва ўйин давомида ўзгармас ролни ижро этишлари лозим. Бир қисм иштирокчилар ролларини шахсий тажрибалари ва билимлари асосида ўз мақсадларини белгилайдилар. Ишбоп ўйинда ҳар бир иштирокчи алоҳида ролли мақсадни бажариши керак. Шунинг учун вазифани бажариш жараёни индивидуал-гуруҳли характерга эга.

Ҳар бир иштирокчи аввал ўзининг вазифаси бўйича қарор қабул қилади, сўнгра гуруҳ билан маслаҳатлашади. Ўйин якунида ҳар бир иштирокчи ва гуруҳ эришган натижаларига қараб баҳоланади. Қуйида “Ишбоп ўйин” методининг тузилмаси келтирилган (5-чизма).



5-чизма. “Ишбоп ўйин” методининг тузилмаси

**“Ишбоп ўйин” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:**

1. Таълим берувчи мавзу танлайди, мақсад ва натижаларни аниқлайди. Қатнашчилар учун йўриқномалар ва баҳолаш мезонларини ишлаб чиқади.
2. Таълим олувчиларни ўйиннинг мақсади, шартлари ва натижаларни баҳолаш мезонлари билан таништиради.
3. Таълим олувчиларга вазифаларни тақсимлайди, маслаҳатлар беради.
4. Таълим олувчилар ўз роллари бўйича тайёргарлик кўрадилар.
5. Таълим олувчилар тасдиқланган шартларга биноан ўйинни амалга оширадилар. Таълим берувчи ўйин жараёнига аралашмасдан кузатади.
6. Ўйин якунида таълим берувчи муҳокамани ташкил этади. Экспертларнинг хулосалари тингланади, фикр-мулоҳазалар айтилади.
7. Ишлаб чиқилган баҳолаш мезонлари асосида натижалар баҳоланади.

Ҳар бир ролни ижро этувчи ўз вазифасини тўғри бажариши, берилган вазиятда ўзини қандай тутиши кераклигини намойиш эта олиши, муаммоли ҳолатлардан чиқиб кетиш қобилиятини кўрсата олиши керак.



**“Ишбоп ўйин” методининг афзалликлари:**

- таълим олувчиларнинг билимларини ва тажрибаларини ўз қарашлари ва ҳулқлари орқали ифода этишга ёрдам беради;
- таълим олувчининг бошланғич билимлари ва тажрибаларини сафарбар этиш учун яхши имконият яратилади;
- таълим олувчилар ўз билимлари доирасидан келиб чиққан ҳолда имкониятларини намойиш этишлари учун шароит яратилади.

**“Ишбоп ўйин” методининг камчиликлари:**

- таълим берувчидан катта тайёргарликни талаб этади;
- вақт кўп сарфланади;
- танланган мавзу таълим олувчининг билим даражасига мос келиши талаб этилади;
- таълим олувчининг ҳис-ҳаяжони тўғри қарор қабул қилишга ҳалақит бериши мумкин.

**“РОЛЛИ ЎЙИН” методи**

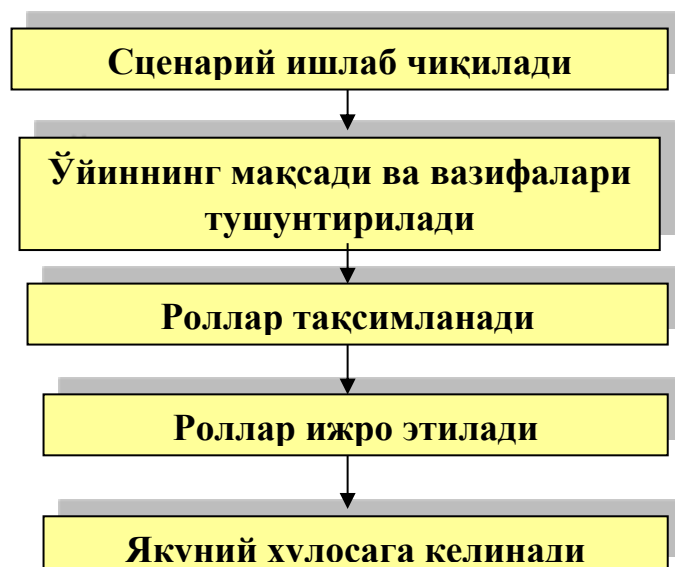
**“Ролли ўйин” методи** - таълим олувчилар томонидан ҳаётининг вазиятнинг ҳар хил шарт-шароитларини сахналаштириш орқали кўрсатиб берувчи методдир.

Ролли ўйинларнинг ишбоп ўйинлардан фарқли томони баҳолашнинг олиб борилмаслигидадир. Шу билан бирга “Ролли ўйин” методида таълим олувчилар таълим берувчи томонидан ишлаб чиқилган сценарийдаги ролларни ижро этиш билан кифояланишса, “Ишбоп ўйин” методида роль ижро этувчилар маълум вазиятда қандай вазифаларни бажариш лозимлигини мустақил равишда ўзлари ҳал этадилар.

Ролли ўйинда ҳам ишбоп ўйин каби муаммони ечиш бўйича иштирокчиларнинг биргаликда фаол иш олиб боришлари йўлга қўйилган. Ролли ўйинлар таълим олувчиларда шахслараро муомала малакасини шакллантиради.

“Ролли ўйин” методида таълим берувчи таълим олувчилар ҳақида олдиндан маълумотга эга бўлиши лозим. Чунки ролларни ўйнашда ҳар бир таълим олувчининг индивидуал характери, ҳулқ-атвори муҳим аҳамият касб этади. Танланган мавзулар таълим олувчиларнинг ўзлаштириш даражасига мос келиши керак. Ролли ўйинлар ўқув жараёнида таълим олувчиларда мотивацияни

шакллантиришга ёрдам беради. Қуйида “Ролли ўйин” методининг тузилмаси келтирилган (6-чизма).



6-чизма. “Ролли ўйин” методининг тузилмаси

**“Ролли ўйин” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:**

1. Таълим берувчи мавзу бўйича ўйиннинг мақсад ва натижаларини белгилайди ҳамда ролли ўйин сценарийсини ишлаб чиқади.

2. Ўйиннинг мақсад ва вазифалари тушунтирилади.

3. Ўйиннинг мақсадидан келиб чиқиб, ролларни тақсимлайди.

4. Таълим олувчилар ўз ролларини ижро этадилар. Бошқа таълим олувчилар уларни кузатиб турадилар.

5. Ўйин якунида таълим олувчилардан улар ижро этган ролни яна қандай ижро этиш мумкинлигини изоҳлашга имконият берилади. Кузатувчи бўлган таълим олувчилар ўз якуний мулоҳазаларини билдирадилар ва ўйинга хулоса қилинади.

Ушбу методни қўллаш учун сценарий таълим берувчи томонидан ишлаб чиқилади. Баъзи ҳолларда таълим олувчиларни ҳам сценарий ишлаб чиқишга жалб этиш мумкин. Бу таълим олувчиларнинг мотивациясини ва ижодий изланувчанлигини оширишга ёрдам беради. Сценарий махсус фан бўйича ўтилаётган мавзуга мос равишда, ҳаётда юз берадиган баъзи бир ҳолатларни ёритиши керак. Таълим олувчилар ушбу ролли ўйин кўринишидан сўнг ўз фикр-мулоҳазаларини билдириб, керакли хулоса чиқаришлари лозим.

**“Ролли ўйин” методининг афзаллик томонлари:**

- ўқув жараёнида таълим олувчиларда мотивация (қизиқиш)ни шакллантиришга ёрдам беради;
- таълим олувчиларда шахслараро муомала малакасини шакллантиради;
- назарий билимларни амалиётда қўллай олишни ўргатади;
- таълим олувчиларда берилган вазиятни таҳлил қилиш малакаси шаклланади.

**“Ролли ўйин” методининг камчилик томонлари:**

- кўп вақт талаб этилади;
- таълим берувчидан катта тайёргарликни талаб этади;
- таълим олувчиларнинг ўйинга тайёргарлиги турлича бўлиши мумкин;
- барча таълим олувчиларга роллар тақсимланмай қолиши мумкин.

**“БАҲС-МУНОЗАРА” методи**

**“Баҳс-мунозара” методи** - бирор мавзу бўйича таълим олувчилар билан ўзаро баҳс, фикр алмашинув тарзида ўтказиладиган ўқитиш методидир.

Ҳар қандай мавзу ва муаммолар мавжуд билимлар ва тажрибалар асосида муҳокама қилиниши назарда тутилган ҳолда ушбу метод қўлланилади. Баҳс-мунозарани бошқариб бориш вазифасини таълим олувчиларнинг бирига топшириши ёки таълим берувчининг ўзи олиб бориши мумкин. Баҳс-мунозарани эркин ҳолатда олиб бориш ва ҳар бир таълим олувчини мунозарага жалб этишга ҳаракат қилиш лозим. Ушбу метод олиб борилаётганда таълим олувчилар орасида пайдо бўладиган низоларни дарҳол бартараф этишга ҳаракат қилиш керак.

“Баҳс-мунозара” методини ўтказишда қуйидаги қоидаларга амал қилиш керак:

- барча таълим олувчилар иштирок этиши учун имконият яратиш;
- “ўнг қўл” қоидаси (қўлини кўтариб, руҳсат олгандан сўнг сўзлаш)га риоя қилиш;
- фикр-ғояларни тинглаш маданияти;
- билдирилган фикр-ғояларнинг такрорланмаслиги;
- бир-бирларига ўзаро ҳурмат.

Қуйида (7-чизма) “Баҳс-мунозара” методини ўтказиш тузилмаси берилган.



### 7-чизма. “Баҳс-мунозара” методининг тузилмаси

#### “Баҳс-мунозара” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:

1. Таълим берувчи мунозара мавзусини танлайди ва шунга доир саволлар ишлаб чиқади.
2. Таълим берувчи таълим олувчиларга муаммо бўйича савол беради ва уларни мунозарага тақлиф этади.
3. Таълим берувчи берилган саволга билдирилган жавобларни, яъни турли ғоя ва фикрларни ёзиб боради ёки бу вазифани бажариш учун таълим олувчилардан бирини котиб этиб тайинлайди. Бу босқичда таълим берувчи таълим олувчиларга ўз фикрларини эркин билдиришларига шароит яратиб беради.
4. Таълим берувчи таълим олувчилар билан биргаликда билдирилган фикр ва ғояларни гуруҳларга ажратади, умумлаштиради ва таҳлил қилади.
5. Таҳлил натижасида қўйилган муаммонинг энг мақбул ечими танланади.

#### “Баҳс-мунозара” методининг афзалликлари:

- таълим олувчиларни мустақил фикрлашга ундайди;
- таълим олувчилар ўз фикрининг тўғрилигини исботлашга ҳаракат қилишига имконият яратилади;
- таълим олувчиларда тинглаш ва таҳлил қилиш қобилиятининг ривожланишига ёрдам беради.

#### “Баҳс-мунозара” методининг камчиликлари:

- таълим берувчидан юксак бошқариш маҳоратини талаб этади;

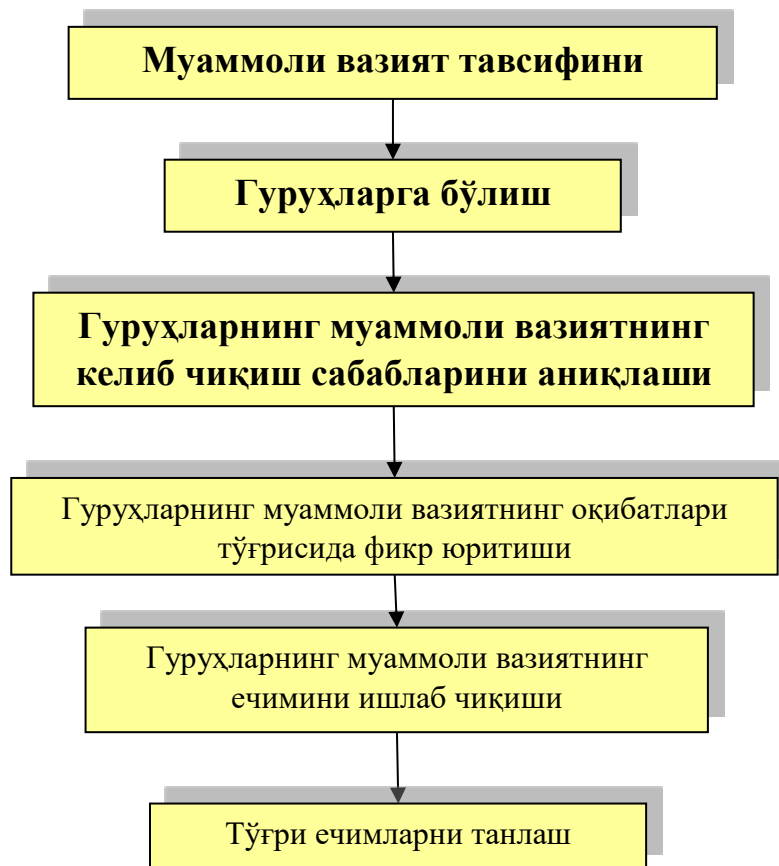
- таълим олувчиларнинг билим даражасига мос ва қизиқарли бўлган мавзу танлаш талаб этилади.

**“МУАММОЛИ ВАЗИЯТ” методи**



**“Муаммоли вазият” методи** - таълим олувчиларда муаммоли вазиятларнинг сабаб ва оқибатларини таҳлил қилиш ҳамда уларнинг ечимини топиш бўйича кўникмаларини шакллантиришга қаратилган методдир.

“Муаммоли вазият” методи учун танланган муаммонинг мураккаблиги таълим олувчиларнинг билим даражаларига мос келиши керак. Улар қўйилган муаммонинг ечимини топишга қодир бўлишлари керак, акс ҳолда ечимни топа олмагач, таълим олувчиларнинг қизиқишлари сўнишига, ўзларига бўлган ишончларининг йўқолишига олиб келади. «Муаммоли вазият» методи қўлланилганда таълим олувчилар мустақил фикр юритишни, муаммонинг сабаб ва оқибатларини таҳлил қилишни, унинг ечимини топишни ўрганадилар. Қуйида “Муаммоли вазият” методининг тузилмаси келтирилган (8-чизма).



**8-чизма. “Муаммоли вазият” методининг тузилмаси**



**“Муаммоли вазият” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:**

1. Таълим берувчи мавзу бўйича муаммоли вазиятни танлайди, мақсад ва вазифаларни аниқлайди. Таълим берувчи таълим олувчиларга муаммони баён қилади.

2. Таълим берувчи таълим олувчиларни топшириқнинг мақсад, вазифалари ва шартлари билан таништиради.

3. Таълим берувчи таълим олувчиларни кичик гуруҳларга ажратади.

4. Кичик гуруҳлар берилган муаммоли вазиятни ўрганадилар. Муаммонинг келиб чиқиш сабабларини аниқлайдилар ва ҳар бир гуруҳ тақдимот қилади. Барча тақдимотдан сўнг бир хил фикрлар жамланади.

5. Бу босқичда берилган вақт мобайнида муаммонинг оқибатлари тўғрисида фикр-мулоҳазаларини тақдимот қиладилар. Тақдимотдан сўнг бир хил фикрлар жамланади.

6. Муаммони ечишнинг турли имкониятларини муҳокама қиладилар, уларни таҳлил қиладилар. Муаммоли вазиятни ечиш йўллариини ишлаб чиқадиладар.

7. Кичик гуруҳлар муаммоли вазиятнинг ечими бўйича тақдимот қиладилар ва ўз вариантларини таклиф этадилар.

8. Барча тақдимотдан сўнг бир хил ечимлар жамланади. Гуруҳ таълим берувчи билан биргаликда муаммоли вазиятни ечиш йўллариининг энг мақбул вариантларини танлаб олади.

**“Муаммоли вазият” методининг афзалликлари:**

- таълим олувчиларда мустақил фикрлаш қобилиятларини шакллантиради;

- таълим олувчилар муаммонинг сабаб, оқибат ва ечимларни топишни ўрганадилар;

- таълим олувчиларнинг билим ва қобилиятларини баҳолаш учун яхши имконият яратилади;

- таълим олувчилар фикр ва натижаларни таҳлил қилишни ўрганадилар.

**“Муаммоли вазият” методининг камчиликлари:**

- таълим олувчиларда юқори мотивация талаб этилади;

- қўйилган муаммо таълим олувчиларнинг билим даражасига мос келиши керак;

- кўп вақт талаб этилади.

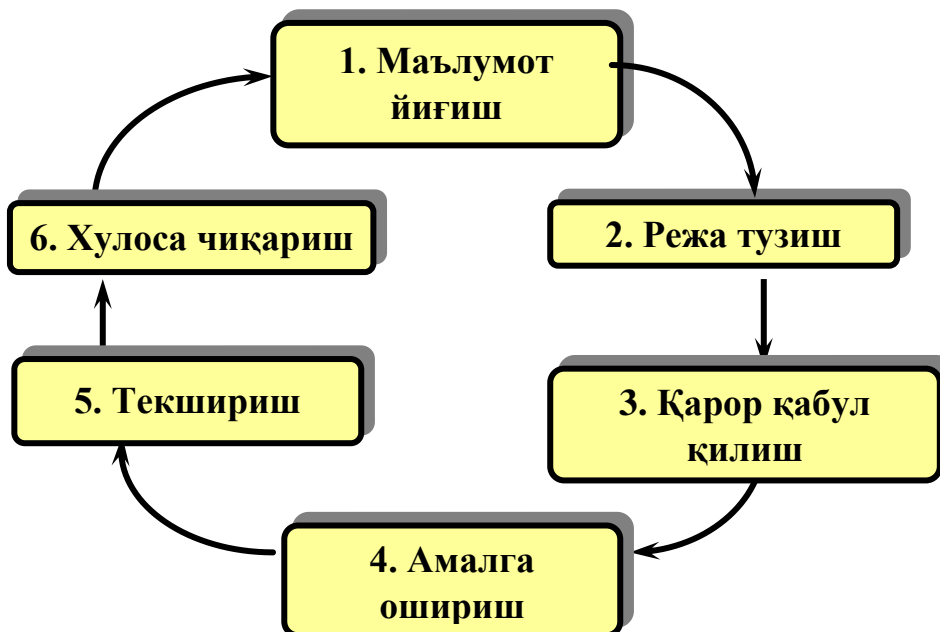
## “ЛОЙИҲА” методи



**“Лойиҳа” методи** - бу таълим олувчиларнинг индивидуал ёки гуруҳларда белгиланган вақт давомида, белгиланган мавзу бўйича ахборот йиғиш, тадқиқот ўтказиш ва амалга ошириш ишларини олиб боришидир. Бу методда таълим олувчилар режалаштириш, қарор қабул қилиш, амалга ошириш, текшириш ва хулоса чиқариш ва натижаларни баҳолаш жараёнларида иштирок этадилар. Лойиҳа ишлаб чиқиш якка тартибда ёки гуруҳий бўлиши мумкин, лекин ҳар бир лойиҳа ўқув гуруҳининг биргаликдаги фаолиятининг мувофиқлаштирилган натижасидир. Бу жараёнда таълим олувчининг вазифаси белгиланган вақт ичида янги маҳсулотни ишлаб чиқиш ёки бошқа бир топшириқнинг ечимини топишдан иборат. Таълим олувчилар нуқтаи-назаридан топшириқ мураккаб бўлиши ва у таълим олувчилардан мавжуд билимларини бошқа вазиятларда қўллаш олишни талаб қиладиган топшириқ бўлиши керак.

Лойиҳа ўрганишга хизмат қилиши, назарий билимларни амалиётга тадбиқ этиши, таълим олувчилар томонидан мустақил режалаштириш, ташкиллаштириш ва амалга ошириш имкониятини ярата оладиган бўлиши керак.

Қуйидаги чизмада “Лойиҳа” методининг босқичлари келтирилган (9-чизма).



9-чизма. “Лойиҳа” методининг босқичлари

**“Лойиха” методининг босқичлари қуйидагилардан иборат:**

1. Муҳандис-педагог лойиха иши бўйича топшириқларни ишлаб чиқади. Таълим олувчилар мустақил равишда дарслик, схемалар, тарқатма материаллар асосида топшириққа оид маълумотлар йиғадилар.

2. Таълим олувчилар мустақил равишда иш режасини ишлаб чиқадилар. Иш режасида таълим олувчилар иш босқичларини, уларга ажратилган вақт ва технологик кетма-кетлигини, материал, асбоб-ускуналарни режалаштиришлари лозим.

3. Кичик гуруҳлар иш режаларини тақдимот қиладилар. Таълим олувчилар иш режасига асосан топшириқни бажариш бўйича қарор қабул қиладилар. Таълим олувчилар муҳандис-педагог билан биргаликда қабул қилинган қарорлар бўйича эришиладиган натижаларни муҳокама қилишади. Бунда ҳар хил қарорлар таққосланиб, энг мақбул вариант танлаб олинади. Муҳандис-педагог таълим олувчилар билан биргаликда “Баҳолаш варақаси”ни ишлаб чиқади.

4. Таълим олувчилар топшириқни иш режаси асосида мустақил равишда амалга оширадилар. Улар индивидуал ёки кичик гуруҳларда ишлашлари мумкин.

5. Таълим олувчилар иш натижаларини ўзларини текширадилар. Бундан ташқари кичик гуруҳлар бир-бирларининг иш натижаларини текширишга ҳам жалб этиладилар. Текширув натижаларини “Баҳолаш варақаси” да қайд этилади. Таълим олувчи ёки кичик гуруҳлар ҳисобот берадилар. Иш якуни қуйидаги шаклларнинг бирида ҳисобот қилинади: оғзаки ҳисобот; материалларни намойиш қилиш орқали ҳисобот; лойиха кўринишидаги ёзма ҳисобот.

6. Муҳандис-педагог ва таълим олувчилар иш жараёнини ва натижаларни биргаликда якуний суҳбат давомида таҳлил қилишади. Ўқув амалиёти машғулотларида эришилган кўрсаткичларни меъёрий кўрсаткичлар билан таққослайди. Агарда меъёрий кўрсаткичларга эриша олинмаган бўлса, унинг сабаблари аниқланади.

Муҳандис-педагог “Лойиха” методини қўллаши учун топшириқларни ишлаб чиқиши, лойиха ишини дарс режасига киритиши, топшириқни таълим олувчиларнинг имкониятларига мослаштириб, уларни лойиха иши билан таништириши, лойихалаш жараёнини кузатиб туриши ва топшириқни мустақил бажара олишларини таъминланиши лозим.

“Лойиха” методини амалга оширишнинг уч хил шакли мавжуд:

- якка тартибдаги иш;
- кичик гуруҳий иш;
- жамоа иши.

### III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

#### 1-мавзу: Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари, йўналишлари, тенденциялари (2 соат).

##### Режа:

1. Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари.
2. Физика ва астрономия соҳасидаги олиб борилаётган тадқиқотлар тенденциялари ва йўналишлари.
3. Замонавий дунёқараш ва унинг шаклланишида физика ва астрономиянинг ўрни.

**Таянч иборалар:** тадқиқотлар, тенденциялар, "Mega-Science", ESFRI, плазма тадқиқотлари.

#### 1. Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари

Юнон тилидан сўзма-сўз таржима қилинган "physic" сўзи "табиат" деган маънони англатади, шунинг учун физика табиат ҳақидаги фан бўлиб, моддий дунёнинг энг оддий ва шу билан бирга энг умумий хусусиятларини ўрганади. Физика асосий табиатни ўрганадиган энг асосий фанлардан биридир, чунки у бутун коинот учун ҳақиқатларни очиб беради. Физика қонунлари Оламнинг тузилиши ва фаолияти тўғрисидаги билимларнинг асосидир, улар ҳақиқатни илмий англаш асосида ётади.

Иккита ҳолат замонавий физикани тушунишга халақит беради: энг мураккаб математик аппаратдан фойдаланиш ва замонавий физик тушунчаларнинг визуал моделини яратишга қодир эмаслиги (егри бўшлиқ; бир вақтнинг ўзида тўлқин бўлган заррача ва бошқалар). Физиканинг тараққиёти (ва умуман фан) тўғридан-тўғри визуализацияни босқичма-босқич рад этиш билан боғлиқ. Бунинг сабаби шундаки, воқеликнинг баъзи жиҳатлари юзаки кузатишда кўринмайди ва равшанлик чалғитиши мумкин. Аристотель механикаси: "Ҳаракатланувчи жисмни итарувчи куч ўз ҳаракатини тўхтатса тўхтайдди" деган принципга асосланиб. Жисмни тўхташнинг сабаби ишқаланиш эканлиги сезилмагани учун бу ҳақиқатга мос келди.

Тўғри хулоса чиқариш учун бу ҳолда амалга ошириб бўлмайдиган ҳақиқий тажриба эмас, балки идеал тажриба бўлган тажриба талаб қилинди. Бундай тажрибани буюк италиялик олим Галилео Галилей амалга оширди. Ушбу фикр тажрибаси мумкин бўлиши учун ишқаланишни истисно қиладиган мукамал силлиқ жисм ва мукамал силлиқ сирт ғояси зарур эди. Галилей тажрибаси

хулоса қилишга имкон берди, агар бирор нарса жисмнинг ҳаракатига таъсир қилмаса, у ҳолда у абадий давом этиши мумкин.

Замонавий физика Оламнинг учта структуравий даражасини ажратиб туради:

микро олам, макро олам ва мега олам.

Микро оламни ўрганиш микрофизика, макро олам - макрофизика ва мега дунё - астрофизика томонидан амалга оширилади.

Микро олам - фазовий ўлчамлари  $10^{-10}$  дан  $10^{-18}$  м гача бўлган тўғридан-тўғри кузатиб бўлмайдиган нарсалар олами, бу объектларнинг ишлаш муддати атиги  $10^{-24}$  с бўлиши мумкин. Микро олам объектларининг ҳаракати квант механикаси ва электродинамика қонунларига бўйсунди.

Макро олам - бу объектлар дунёси, унинг ўлчамлари инсон тажрибаси кўлами билан таққосланади, ундаги жисмларнинг ҳаракат қонунлари классик механика ва электродинамика томонидан шакллантирилади.

Мега олам - бу космик масофалар ва тезлик дунёси, бу масофа ёруғлик йилларида ўлчанади. Ушбу объектлар мавжуд бўлган вақт миллионлаб ва миллиардлаб ёруғлик йилларига етади. Мега дунё дунёсининг ҳаракати махсус ва умумий нисбийлик назарияси қонунлари билан тавсифланади.

Замонавий физикада классик йўналишларга номаълум бўлган бир қатор янги йўналишлар пайдо бўлди. Биз фақат бир нечтасини санаб ўтиш билан чекланиб қоламиз ва улар олдида турган вазифалар доирасини баён қиламиз.

*Элементар зарралар физикаси.* Унинг асосий муаммоси материяни элементар зарралар даражасида ўрганиш эди ва қолмоқда. Ушбу физиканинг барча назарий қоидалари тўғридан-тўғри тажрибалар билан тасдиқланмаган. Фақатгина барча турдаги ўзаро таъсирларни бирлаштирадиган назарияни қуришга уринишлар мавжуд: тортишиш, электромагнит, заиф ва кучли.

*Ядро физикаси.* 30-йилларда. XX аср. ядронинг протон-нейтрон модели яратилди, ядроларнинг тузилишини тушунишда катта ютуқларга эришилди ва ядро реакцияларини амалда қўллашда катта ютуқларга эришилди. Бу соҳадаги энг муҳим вазифалардан бири бу бошқариладиган термоядро синтези муаммосини ҳал қилишдир. Ушбу йўналишдаги ишлар бир қатор мамлакатлар тадқиқотчиларининг биргаликдаги саъй-ҳаракатлари билан амалга оширилади. Нисбатан яқинда, структуравий нейтрон дифракцияси ихтироси билан, кристаллнинг атом панжараси шаклини "кўриш" ва ҳаттоки ҳар бир атомнинг хатти-ҳаракатларини кузатиш мумкин эди.

*Астрофизика.* Элементар зарралар физикаси ва атом ядроси ривожланиши Оламнинг ривожланишининг дастлабки босқичларида, юлдузлар эволюцияси ва кимёвий элементларнинг пайдо бўлиши каби мураккаб муаммоларни тушунишга яқинлашишга имкон берди. Аммо, замонавий астрофизиканинг



таъсирчан ютуқларига қарамай, нейтрон юлдузлари ва "қора ўралар" ичида жуда катта зичликда материянинг тузилиши қандай эканлиги номаълум бўлиб қолмоқда. Квazarларнинг табиати ва ўта янги юлдузлар портлашларининг сабаби аниқ эмас. Умуман олганда, коинот эволюцияси муаммосини ҳал қилиш учун фақат бошланган деб ҳисоблаш мумкин.

*Оптик ва квант электроникаси.* А.Эйнштейн томонидан қўйилган нурланишнинг квант назарияси асосида янги фан - квант электроникаси пайдо бўлди. Ушбу соҳадаги ютуқлар, биринчи навбатда, ўта сезгир қабул қилувчи тизимлар ва принципиал равишда янги ёруғлик манбалари - лазер ёки оптик квант генераторларини яратиш билан боғлиқ. Лазер нурланишининг амалда қатъий монохроматиклиги объектнинг ҳажмли тасвирини - голограммани олишга имкон беради. Назорат қилинадиган термоядро реакцияларида лазерлардан фойдаланиш бўйича ишлар олиб борилмоқда. Ушбу ҳудуднинг ривожланиши лазер қувватининг янада ошиши ва иш частотаси диапазонининг кенгайиши билан боғлиқ.

*Плазма физикаси.* Плазма тадқиқотларининг аҳамияти икки ҳолат билан боғлиқ. Биринчидан, коинотнинг аксарият қисми плазма ҳолатида. Иккинчидан, юқори ҳароратли плазмада бошқариладиган термоядро реакциясини амалга ошириш мумкин. Бундай реакцияларни олиш инсониятга деярли абадий экологик тоза энергия манбаи беради. Бу муаммо жуда долзарбдир, чунки яқин келажакда инсоният энергия танқислиги муаммосига дуч келади.

*Қаттиқ жисмлар физикаси.* Компютер техникасидаги тараққиёт бутунлай қаттиқ жисмлар физикаси ютуқларига асосланади. Тадқиқотнинг муҳим йўналиши туннел эффекти ва суперўтказувчанлик ҳодисаларини ўрганишдир. Туннел эффекти квант физикаси соҳасидаги ҳодисадир, бу элементар заррачаларнинг классик заррача принципиал равишда ўтиб бўлмайдиган тўсиқдан ўтиш қобилиятидан иборат. Туннел эффекти асосида алоҳида қурилмалар - алоҳида атомларни кузатиш имконини берадиган туннел микроскоплари яратилди. Суперўтказувчилар - бу узоқ вақт давомида топилган баъзи моддаларнинг махсус ҳолати. Бу 5 ~ 200 К даражадаги ҳароратларда электр қаршилиги бутунлай йўқолишига боғлиқ. Оқим бундай ўтказгичда йиллар давомида айланиши мумкин. Ҳозирги вақтда суперўтказувчанлик 100 ~ 1500 К ҳароратда содир бўлган материаллар синтез қилинган, бундай материаллардан фан ва техникада кенг фойдаланиш мумкин.

## 2. Физика ва астрономия соҳасидаги олиб борилаётган тадқиқотлар тенденциялари ва йўналишлари

"Тадқиқот инфратузилмалари" атамаси илмий жамоатчилик томонидан билимларнинг турли соҳаларида тадқиқотлар ўтказиш учун фойдаланадиган объектлар, манбалар ва тегишли хизматларни англатади.

Тадқиқот инфратузилмалари уч хил: тарқатилган, маҳаллийлаштирилган ва виртуал. Европада 132 та тарқатилган, 343 та мустақил ва 59 та виртуал инфратузилма мавжуд. Халқаро аҳамиятга эга бўлган маҳаллий инфратузилманинг ёрқин намунаси - ядро физикаси бўйича энг йирик лаборатория - CERN. GÉANT тармоғи электрон (виртуал) инфратузилманинг намунаси бўлиб, у масофадан туриб билим, ғоя ва манбалар алмашинуви орқали олимлар ўртасидаги ҳамкорликни осонлаштиради. Европа молекуляр биология лабораторияси тақсимланган инфратузилмани намойиш этади (Франция, Германия, Италия ва Буюк Британия).

"Тадқиқот инфратузилмаси хизматлари бўйича Европа портали" махсус порталида турли хил илмий соҳаларга оид Европада муҳим бўлган 625 тадқиқот инфратузилмаси (ПИ) ҳақида батафсил маълумотлар мавжуд.

"MERIL- Европа тадқиқот инфратузилмаси ландшафтини хариталаш" еттинчи рамка дастурининг лойиҳаси 2014 йилда Европада 537 тадқиқот инфратузилмасини индексация қилди – 65 та халқаро ва 472 та миллий, 70 та тармоққа бирлаштирилган ([https://portal.meril.eu/converis-esf/publicweb/startpage?lang =](https://portal.meril.eu/converis-esf/publicweb/startpage?lang=)

*Европа тадқиқот инфратузилмалари тематик соҳаларга бўлинади:*

1. Биологик ва тиббиёт фанлари (197)
2. Кимё ва материалшунослик (161)
3. Геология ва атроф-муҳит фанлари (189)
4. Муҳандислик ва энергетика (120)
5. Гуманитар санъат (70)
6. Ахборот-коммуникация технологиялари (111)
7. Физика, астрономия, астрофизика ва математика (189)
8. Ижтимоий фанлар (73)

*Инфратузилмаларнинг мамлакатлар бўйича тақсимланиши қуйидаги манзарани беради:*

- Германия (96),
- Испания (69),
- Франция (50),
- Италия (29),
- Буюк Британия (28),

Голландия (26),

Венгрия (25),

Португалия (24),

Австрия (21).

*Категориялар қуйидагича:*

Ўрнатиш (175)

Маълумотлар базалари, маълумотлар архивлари, омборлар ва коллекциялар (72)

Аналитик асбоблар (58)

Маълумотлар базалари (57)

Ер, океан, денгиз, чучук сув ва атмосферани кузатиш маълумотлари марказлари (50).

Ушбу устувор йўналишдаги Европа стратегияси тадқиқот инфратузилмалари бўйича Европа стратегик форуми (ESFRI) томонидан белгиланади. Тадқиқот инфратузилмалари бўйича Европа стратегик форуми тадқиқотларда Европани бирлаштириш ва унинг халқаро обрўсини мустаҳкамлашнинг стратегик воситасидир. Сифатли тадқиқот инфратузилмаларига рақобатдош кириш Европа фанининг сифатини яхшилайти ва бутун дунёдаги энг яхши олимларни Европага жалб қилади.

ESFRIнинг асосий вазифаси тадқиқот инфратузилмаси соҳасида Европа сиёсатини шакллантиришга изчил (мувофиқлаштирилган) ва стратегик ёндашувни қўллаб-қувватлаш ва Европа ва халқаро миқёсда тадқиқот инфратузилмасини ривожлантиришдан самарали фойдаланишга олиб келадиган кўп босқичли ташаббусларни илгари суришдан иборат.

ESFRI делегатлари Европа Иттифоқига аъзо давлатлар ва унга алоқадор мамлакатларнинг фан вазирликлари томонидан тайинланади. Тематик қўмиталарга одатда Европа Комиссиясининг вакиллари киради. Дастур қўмиталари турли масалалар бўйича умумий тушунчани ва умумий стратегияни ишлаб чиқиш билан шуғулланадилар. Ушбу стратегия ушбу соҳадаги миллий сиёсатнинг парчаланишини енгишга ва Европани илмий чегараларнинг жадал кенгайтишига, технологияларни ривожлантиришга ва улардан фойдаланишга муносиб жавоб берадиган энг замонавий тадқиқот инфратузилмаларини тақдим этишга қаратилган.

2002 йилда ташкил этилганидан бери ESFRI тадқиқот инфратузилмаларини бирлаштириш ва уларнинг глобал аҳамиятини мустаҳкамлаш борасида ноёб ютуқларга эришди.

Умум Европа инфратузилмаларини ривожлантириш бўйича биринчи йўл харитаси 2006 йилда нашр этилган. 2008 йилда энергия харидорлари, озиқ-овқат

ва биологияга бағишланган 2010 йил охирида йўл харитасининг биринчи янгилини бўлган.

ESFRI ваколоти 2012 йил декабрида Европа Кенгаши томонидан давом эттирилди. Европа Кенгаши мавжуд муаммоларга жавоб бериш ва ESFRI лойиҳаларининг амалга оширилишини таъминлаш ҳамда йўл харитасига киритилган инфратузилма лойиҳаларига устувор аҳамият бериш учун тадқиқот инфратузилмаларида ҳамкорликни кучайтириш зарурлигини яна бир бор тасдиқлади.

Сўнгги ўн йил ичида Европа Комиссияси мутахассислари вақти-вақти билан йўл харитаси бажарилишини баҳолаб боришди.

Йўл харитасини амалга ошириш бўйича биринчи ҳисобот 2010 йилда эълон қилинган.

Ушбу устувор йўналишдаги Европа стратегиясининг асосий элементлари:

1. Европа Парламенти ва Европа Кенгаши томонидан ушбу рўйхатни кейинчалик тасдиқлаш билан янги инфратузилмалар учун устувор лойиҳалар рўйхатини шакллантириш;

2. Мавжуд инфратузилмаларни ривожлантириш, шунингдек, Европа аҳамиятига эга янги инфратузилмаларни лойиҳалаштириш ва шакллантириш;

3. Парчаланишни бартараф этиш, турли тематик соҳаларда Европа / миллий / минтақавий инфратузилмаларни изчил ривожлантириш;

4. Европалик тадқиқотчилар учун ҳам, учинчи мамлакатлар олимлари учун ҳам Европада мавжуд бўлган инфратузилмалардан энг кенг фойдаланишни таъминлаш;

5. Европа инфратузилмаларининг инновацион салоҳиятидан фойдаланишга кўмаклашиш;

Саноатга йўналтирилган инфратузилмаларни шакллантириш ва уларни инновацион жараёнга фаол жалб қилиш;

6. Глобал тадқиқот инфратузилмасини шакллантиришда фаол иштирок этиш.

Европа тадқиқот инфратузилмаси стратегияси Европа дастурлари лойиҳалари орқали амалга оширилмоқда. Еттинчи рамка дастури Тадқиқот инфратузилмаси устувор йўналиши бўйича 345 та лойиҳани молиялаштирди. Европа инвестиция банки ва таркибий фондлар ҳам фаол ҳомийлардир.

Янги тадқиқот инфратузилмасини ривожлантириш бўйича Европа концепцияси бир неча босқичларни ўз ичига олади:

*1-босқич:* инфратузилма концепциясини шакллантириш, унинг зарурлигини асослаш ва тадқиқот инфратузилмалари бўйича Европа стратегик форумининг йўл харитасига киритиш;

*2-босқич:* Тайёргарлик босқичи (инфратузилмани яратиш, бошқариш, кўп йиллик режалаштириш билан боғлиқ ҳуқуқий масалаларни ҳал қилиш). 2-босқични молиялаштириш, қоида тариқасида, "Тадқиқот инфратузилмалари" йўналиши бўйича Европа Иттифоқининг еттинчи рамка дастурининг лойиҳалари шаклида амалга оширилади;

*3-босқич:* инфратузилмани шакллантириш - инфратузилмани қуриш ва жойлаштириш босқичи (техник, ҳуқуқий, маъмурий ва молиявий масалаларни мувофиқлаштириш, барча манфаатдор томонлар ўртасида шартномалар имзолаш);

*4-босқич:* Синов ва ишлаш.

Концепцияни шакллантиришдан унинг ишлашигача янги инфратузилмани яратиш учун 20-40 йил керак бўлади.

Европанинг "Уфқ 2020" дастурида 1000 та тадқиқот инфратузилмасини қўллаб-қувватлаш ва ривожлантириш бўйича 2,478 миллиард евро режалаштирилган ва қуйидаги устувор вазифалар белгиланган:

- фундаментал ва амалий тадқиқотларни фаол қўллаб-қувватлаш. Европалик олимларнинг Европадаги мавжуд тадқиқот инфратузилмаларига киришини янада кенгайтириш (Трансмиллий кириш);

- Европа аҳамиятига эга бўлган тадқиқот инфратузилмаларини ривожлантириш, маълум билим соҳаларида инфратузилма тармоқларини шакллантириш;

- сифат жиҳатидан янги тадқиқот муҳитини яратиш, электрон инфратузилмаларни қўллаб-қувватлаш;

- Европа тадқиқот зонаси ва халқаро ҳамкорлик шароитида сиёсатни ишлаб чиқиш, минтақавий ва миллий сиёсат ва дастурларни мувофиқлаштириш;

- янги инфратузилмаларни яратиш. Йўл харитасини саноат йўналтирилган тадқиқот инфратузилмалари билан кенгайтириш.

Европада тадқиқот инфратузилмаси учун янги йўл хариталарини ишлаб чиқишда соҳа мутахассисларининг иштироки (ESFRI доирасида);

- инновацион ишланмаларга ҳисса қўшиш, саноат сектори, кичик ва ўрта корхоналар билан фаол алоқалар;

- илмий асбобсозлик жараёнига ҳисса қўшиш, стандартларни ишлаб чиқишда қатнашиш ва сертификатлаш, саноат фойдаланувчилари учун инфратузилмаларнинг кенг имкониятлари.

Европанинг тадқиқот инфратузилмаси учун йўл харитасини янгилаш жараёни 2014 йил 24-25 сентябр кунлари Триестда (Италия) бўлиб ўтган конференцияда бошланди. Италиянинг Европа Иттифоқига раислиги остида бўлиб ўтган тадбир миллий ва Европа даражасида Европанинг яхлит тизимида эҳтиёж борлиги тўғрисида қўллаб-қувватлаш мунозараларни яқунлади, шу жумладан, энг



яхши ва энг талаб қилинадиган тадқиқот инфратузилмалари ҳамда уларнинг самарали ва узоқ муддатли барқарор ишлашини таъминлаш. 2016 йилда янгиланган йўл харитаси кутилмоқда. Бу Европанинг барча илмий соҳалардаги тадқиқот ландшафтини чуқур таҳлил қилади, Европа аҳамиятига эга бўлган мавжуд инфратузилмалар, шу жумладан барча тадқиқотчиларга очиқ кириш имкониятини берадиган миллий / минтақавий инфратузилмалар ва 25 та муваффақиятли лойиҳалар рўйхати билан асосланади. уларнинг танлови. Тадқиқот инфратузилмалари бўйича Европа стратегик форуми Триестда бўлиб ўтган конференция давомида 2016 йилги йўл харитаси бўйича таклифлар чақирилишини эълон қилди. Аризалар таклиф этилаётган инфратузилманинг илмий асосланганлиги асосида баҳоланади. Инфраструктуранинг этуклиги йўл харитасига қўшилишининг яна бир муҳим мезонидир.

Веб-сайтга йўл харитасини янгилаш жараёни ва лойиҳа аризаларини юбориш қоидалари тўғрисида батафсил маълумот:

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

Европа тадқиқот инфратузилмасини ривожлантириш стратегиясида глобал инфратузилмалар алоҳида ўрин тутлади. Фаол ҳамкорликнинг асосий асослари - бу фақатгина глобал миқёсда ишлаб чиқилиши мумкин бўлган ўрнатишларнинг қиймати ва / ёки мураккаблиги; глобал миқёсда нашрлар ва маълумотлар базаларига очиқ киришни таъминлаш.

Европа Иттифоқининг инновациялар ва тадқиқотларнинг янги халқаро стратегиясига мувофиқ, Европа Иттифоқи ўртасидаги келажакдаги ҳамкорлик учта ўзаро келишилган асосий устувор йўналишларга йўналтирилган бўлади: аэронавтика, ахборот-коммуникация технологиялари ва тадқиқот инфратузилмаси. Европа Иттифоқи G8 мамлакатлари таълим ва фан вазирларининг ишчи гуруҳи доирасида глобал тадқиқот инфратузилмаси объектларини ривожлантириш бўйича ўзаро алоқада. Бир қатор мамлакатлар Европадаги "Mega-Science" 4 та йирик инфратузилма лойиҳаларига улкан молиявий, илмий ва инсоний ҳисса қўшмоқда:

- Халқаро термоядровий экспериментал реактор - ITER, <http://www.iter.org>),
- Европанинг рентгенсиз электрон лазери (Европа XFEL, <http://www.xfel.eu/en>),
- Европанинг ядро тадқиқотлари маркази, катта кадрон коллайдери (LHC, <http://home.web.cern.ch>),
- Ионлар ва антипротонларни ўрганиш бўйича Европа маркази (Антипротон ва ионларни тадқиқ қилиш учун қулайлик - FAIR, <http://www.fair-center.de>).

Россияда халқаро илмий тадқиқотлар иштирокида мега-фан синфининг олти илмий лойиҳасини амалга ошириш бошланди:



- Бирлашган ядро тадқиқотлари институти (JINR, Дубна) да оғир ион коллайдери NICA (NICA),
- тўртинчи авлод ISSI-4 синхротрон нурланиш манбаи (MARS, RRC Курчатов институти),
- "Игнитор" термоядровий реактори (FSUE SSC RF TRINITY, Троицк),
- ПИК нейтрон тадқиқот реактори (Б.П. Константинов номидаги ПНПИ, Гатчина),
- "Экстремал ёруғлик майдонларини тадқиқ қилиш халқаро маркази" XCELS) (PEARL, Амалий физика институти, Нижний Новгород).
- Электрон-позитрон коллайдери ва "чарм-тау заводи" (Budker INP SB RAS).

Россия ва Европа Иттифоқи ўртасида INFRASUPP-6-2014 илмий тадқиқот инфратузилмаси соҳасида янада фаол ҳамкорликни ривожлантиришга қаратилган Горизонт-2020 дастурида танлов эълон қилинди (Мувофиқлаштириш ва қўллаб-қувватлаш). Ушбу танлов Россия билан тадқиқот инфратузилмаси бўйича икки томонлама ҳамкорликни қўллаб-қувватлашга қаратилган. Таклифлар мегапроектлар ва электрон инфратузилма бўйича Россия-Европа Иттифоқи ҳамкорлигини ривожлантиришга ёрдам бериши кутилмоқда.

Жорий йилнинг июн ойида бўлиб ўтган "Россия-Европа Иттифоқи" илмий-техникавий ҳамкорлик бўйича қўшма қўмита йиғилишида Россия ва Европа Иттифоқининг халқаро шерикларни лойиҳалаштирилган мегаистика объектларининг тадқиқот инфратузилмасини шакллантиришга қизиқиши тасдиқланди: Гатчинадаги Пик ядро нейтронли реактори ва оғир ион коллайдери Ника» Дубнада. Шунингдек, рус олимларининг Европанинг йирик лойиҳаларида иштирок этиши - CERN ва ITER, бепул электрон лазер DESY қурилиши ўз кучида қолмоқда. 2014 йил 23 июн куни Курчатов институти вакили бўлган Россия томонининг Франциянинг Гренобл шаҳрида жойлашган Европанинг Синхротрон Радиация Институти (ESRF) ишига қўшилиши тўғрисида битим имзоланди.

### **3. Замонавий дунёқараш ва унинг шаклланишида физика ва астрономиянинг ўрни**

Талабалар ўртасида илмий дунёқарашни шакллантириш энг муҳим таълим вазифаларидан биридир. Илм-фаннинг асосий мақсади мавжуд қонуниятларни аниқлаш учун коинотни ўрганишдир. Дунёқараш - бу дунё ва ундаги инсон, жамият ва инсониятнинг ўрни, инсоннинг дунёга ва ўзига бўлган муносабати, шунингдек одамларнинг асосий ҳаётий позициялари, уларнинг идеаллари, фаолият тамойиллари, ушбу қарашларга мос қиймат йўналишлари ҳақидаги қарашлар тизими.

Физика фан сифатида дунёқарашнинг шаклланишига фаол таъсир қилади, чунки у:

- атрофдаги олам ҳақидаги билимларнинг энг муҳим манбаи ҳисобланади;
- жамиятнинг техник тараққиёт йўли билан ривожланишини таъминлайди;
- инсоннинг маънавий қиёфасини ривожлантиришга катта ҳисса қўшади, унинг дунёқарашини шакллантиради, маданий қадриятлар миқёсида йўналишни ўргатади.

Физика ижтимоий ҳаётнинг барча жабҳаларига, шу жумладан инсоният маданиятига сезиларли таъсир кўрсатади. Физиканинг инсонпарварлик мазмуни тафаккурни ривожлантириш, дунёқарашни шакллантириш, ҳиссиётларни тарбиялаш билан боғлиқ.

Физика бир қатор ўта муҳим ҳақиқатларни кашф этди, уларнинг аҳамияти физиканинг ўзи доирасидан ташқарида, инсоният учун одатий бўлиб қолган ҳақиқатлар. Физика статистик қонунларнинг туб моҳиятини исботлади. Статистик назариялар асосида у зарурий ва тасодифийларнинг диалектикасини миқдорий жиҳатдан ўрганиб чиқади ва эҳтимоллик шакли асосий, қатъий, аниқ, ноаниқ алоҳида ҳодиса эканлигини белгилайди. Имконият нафақат режаларимизни чалғитади ва бузади, балки бизни бойитиши, янги имкониятлар яратиши мумкин.

Физика симметрия принципининг универсаллигини намойиш этди, бизни симметрия ва ассиметрия тушунчаларига анча чуқурроқ қарашга мажбур қилди, уларнинг геометрик тасвирлар доирасини кенгайтди ва энг муҳими, симметрия ва ассиметрия диалектикасини кўриб чиқди, уни умумий ва хусусий диалектикаси билан боғлаб, сақлаш ва ўзгартиришга ўргатди. Симметрия ва ассиметрия тушунчалари барқарорлик ва ўзгарувчанлик, тартиб ва тартибсизлик, уюшиш ва тартибсизлик тушунчалари билан чамбарчас боғлиқдир.

Илгари симметрияга етакчи ўрин берилган, ассиметрия эса бўйсунувчи, иккинчи даражали бўлган. Энди ассиметрия ҳодисаларига қизиқиш сезиларли даражада ошди, мувозанациз жараёнлар улар билан чамбарчас боғлиқ эди. Табиатдаги ўз-ўзини ташкил этиш жараёнлари ҳар хил симметрия турлари бузилганда юз беради. Экспериментал фактлар шуни кўрсатадики, табиатнинг асосий қонунлари - сақланиш қонунлари макон ва вақтнинг симметриясига боғлиқ. Квант механикасининг бошланғич нуқтаси бу фундаментал симметриянинг ҳар қандай ўзгариши маълум физик катталиқнинг сақланиш қонунига тўғри келади деган хулосадир. Физика шуни кўрсатдики, симметрия тизимларнинг мумкин бўлган тузилмалари ёки хатти-ҳаракатлари сонини чеклайди. Ушбу ҳолат кўп ҳолларда тафсилотларга аниқлик киритмасдан

(симметрия мулоҳазаларига асосланган ечим) мумкин бўлган ягона вариантни аниқлаш натижасида эчим топишга имкон беради.

Классик тушунчаларга кўра, табиатнинг асосий қонунлари рухсат бериш қонунлари бўлиб, улар табиатда нима бўлиши мумкинлигини ва нима бўлиши кераклигини аниқладилар. Замонавий нуқтаи назардан, асосий қонунлар тақиқлар характериға эға: улар табиатда нима бўлиши мумкин эмаслигини белгилайди. 1927 йилда Н.Бор томонидан тузилган комплементарлик принципи замонавий табиатқуносликнинг энг чуқур ғояларидан биридир. Бу илмий билимларнинг умумий тамойилидир. Баркамолликнинг умумий принципи сифатида бир-бирини тўлдирувчи принципнинг моҳияти қуйидагича: табиатнинг ҳар қандай ҳодисасини табиий тил сўзлари ёрдамида аниқ белгилаш мумкин эмас ва уни аниқлаш учун камида иккита ўзаро қарама-қарши, қўшимча тушунчалар талаб қилинади. Физика шуни кўрсатдики, бизнинг билимларимиз чуқурлашганда кирралар аста-секин ўчирилади, бўлинмалар йўқ қилинади. Шундай қилиб, корпускуляр ва тўлқинли ҳаракатлар, материя ва майдон ўртасидаги чизик ўчирилади. Маълум бўлишича, материя ҳам, майдон ҳам элементар зарралардан иборат ва бундан ташқари, физик вакуум одатдаги маънода бўшлиқ эмас, балки материянинг махсус шакли, "нол" энергияға эға, виртуал зарралар билан "тўлдирилган" майдондир.

Замонавий физикада кўриб чиқилган зарралар учун хатти-ҳаракатлар нормаси ўзаро конверсиядир, шунинг учун дунё бизнинг олдимизда ягона бутун бўлиб кўринади. Бу дунёда бутунлай изоляция қилинган объект тушунчаси йўқ: "табиатдаги барча жабҳалар шартли, нисбий, ҳаракатланувчи, онгимизнинг материяни билишға ёндашувини ифодалайди".

Физикада мослик принципи шаклланган бўлиб, у дунёни билиш жараёни диалектикасини акс эттирувчи методологик принципға айланди. Идрок жараёни бу нисбий ҳақиқатлар кетма-кетлиги орқали мутлақ ҳақиқатға босқичма-босқич ва чексиз ёндошиш жараёнидир. Принцип ҳақиқатға яқинлашиш жараёни қандай амалға оширилишини кўрсатади. Бу илгари маълум бўлганларға янги фактларнинг механик қўшилиши эмас, балки янги эскини инкор этганда, аммо шунчаки инкор қилмасдан, балки эскисида тўпланган барча ижобий нарсаларни сақлаб қолиш билан изчил умумлаштириш жараёни. "Физикани ўрганиш барча физик тушунчалар ва назариялар объектив ҳақиқатни акс эттиришини, дунё ҳақидаги ғояларимиз доимий равишда чуқурлашиб ва кенгайиб боришини, моддий дунёни билиш жараёни чексизлигини кўрсатишға имкон беради".

Мослик принципида таъкидланади: ҳар қандай янги ва умумий назария аввалги классик назарияларнинг ривожланиши бўлиб, унинг асослилиги экспериментал тарзда ўрнатилади, бу назарияларни рад этмайди, балки уларни ўз ичига олади. Олдинги назариялар баъзи бир ҳодисалар гуруҳлари учун ўз

аҳамиятини чекловчи шакл ва янги назариянинг алоҳида ҳодисаси сифатида сақлаб қолади. Янги назария аввалги назарияларни қўллаш чегараларини белгилайди ва баъзи ҳолларда янги назарияни эскисига ўтиш имконияти мавжуд. Мослик принципи ҳар қандай янги назариянинг ажралмас қисмидир. Мослик принципнинг умумий формуласи қуйидагича: маълум бир ҳодисалар гуруҳи учун асослилиги экспериментал тарзда аниқланган назариялар янги назариянинг пайдо бўлиши билан бекор қилинмайди, балки ҳодисаларнинг олдинги соҳаси учун ўзларининг аҳамиятини чекловчи шакл ва янги назарияларнинг алоҳида ҳолати сифатида сақлаб қолади.

Замонавий дунёқараш маданиятнинг муҳим таркибий қисмидир. Ҳар бир маданиятли инсон ўзи яшаётган дунё қандай ишлашини тасаввур қилиши керак. Табиатга бўлган муҳаббат унда содир бўлаётган жараёнларга ҳурматни назарда тутди ва бунинг учун улар қандай қонунлар асосида пайдо бўлишини тушуниш керак. Табиат бизни жаҳолатимиз учун жазолаганида бизда жуда кўп ибратли мисоллар мавжуд; бундан сабоқ олишни ўрганиш вақти келди.

Физика сайёра тафаккурининг ривожланишига ҳисса қўшади. Унда барча мамлакатлар ва халқлар учун катта аҳамиятга эга бўлган масалалар кўриб чиқилади. Масалан, Қуёш радиациясининг Ернинг магнитосфераси, атмосфераси ва биосферасига таъсири билан боғлиқ бўлган қуёш-қуруқлик муносабатлари муаммолари; иссиқхона эффекти, озон қатлами, океанлар ва Ер атмосферасининг ифлосланиши каби глобал экологик муаммолар.

Бу табиат қонунларини билиш, мистик ғоялар, хурофот ва хурофотларга қарши курашда самарали қуролдир. Физика нафақат ишлаб чиқарувчи куч, балки инсонга атрофдаги оламда, маданий қадриятлар тизимида ҳаракат қилиш имконини берадиган энг муҳим маълумот манбаи ҳисобланади. Физиканинг бу функцияси унинг одамлар ҳаётига қўшган моддий ҳиссасидан кам эмас. Замонавий дунёда маънавий қадриятларни шакллантириш жараёни жуда қийин, шунинг учун умуман фаннинг ва хусусан физиканинг дунёқарашдаги ўрни тобора ортиб бормоқда.

Ўз ўрнида астрономиянинг ҳозирги ҳолати йигирманчи асрда юз берган кескин илмий-техник тараққиёт билан боғлиқ. Ракета технологиясининг ривожланиши космик саёҳатларни амалга оширишга имкон берди. Ҳозирги вақтда астрономия инсониятга ўз дунёвий бешиги чегараларидан ташқарида янги билим ва имкониятларни олиш имкониятини беради. Астрономия сайёрамиз учун хавфли бўлиши мумкин бўлган астероидлар ва метеоритларнинг траекториясини аниқлашга имкон беради. Бизнинг давримиздаги астрономия астронавтика ва ракета фанининг ривожланиши, Қуёш тизимидаги ва бошқа Ерга ўхшаш экзопланеталарни кашф этган сайёраларни ўрганиш билан чамбарчас

боғлиқ. Шунингдек Коинот моделларини тушуниш ва космологиянинг замонавий кашфитотларини тушуниш ва таҳлил қилишда ўта муҳимдир.

### **Мустаҳкамлаш учун саволлар:**

1. Замонавий физикани тушунишга қандай ҳолатлар халақит беради?
2. Замонавий физикада Оламнинг қандай структуравий даражасини ажратиб туради ва улар нималардан иборат?
3. Элементар зарралар физикасидаги асосий муаммоларни тушунтиринг.
4. Ядро физикасидаги асосий муаммоларни тушунтиринг.
5. Астрофизикада асосий муаммоларни тушунтиринг.
6. Оптик ва квант электроникада асосий муаммоларни тушунтиринг.
7. Плазма тадқиқотларининг аҳамияти қандай ҳолатлар билан боғлиқ?
8. Компютер техникасидаги тараққиёт қандай физика ютуқларига асосланади?
9. "Тадқиқот инфратузилмалари" атамаси илмий жамоатчиликда нимани англатади ва унинг махсус порталида нималар жойлаштирилган?
10. ESRFнинг асосий вазифаси нималардан иборат?
11. Устувор йўналишдаги Европа стратегиясининг асосий элементлари нималардан иборат?
12. Янги тадқиқот инфратузилмасини ривожлантириш бўйича Европа концепцияси бир қандай босқичларни ўз ичига олади?
13. "Mega-Science" 4 та йирик инфратузилма лойиҳаларига киритилган ишларни таърифлаб беринг
14. Статистик назариялар асосида физиканинг қайси масалалари тушунтирилади?
15. Замонавий физикада кўриб чиқилган зарралар учун хатти-ҳаракатлар нормасини тушунтиринг.
16. Физикада мослик принципи нимани тушунтиради?

### **Фойдаланган адабиётлар рўйхати**

1. Тельнов В.И. Современная экспериментальная физика Новосибирский Государственный университет.
2. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physically self-consistent basis of modern cosmology // Гравитация и космология. — 2001. — Т. 7. — № 3. — с. 183—188.
3. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // Гравитация и космология. — 1997. — Т. 3. — № 1. — с. 43-47.



4. Хлопов М. Ю. Космомикрофизика. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 112 с. — ISBN 5-354-00288-5.
5. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М., 1975; Зельдович Я. Б., Хлопов М. Ю. Масса нейтрино в физике элементарных частиц и космологии ранней Вселенной // Успехи физических наук. 1981. Т. 135. № 9; Сахаров А. Д. Космомикрофизика – международная наука // Вестник АН 1989. № 4;
6. Хлопов М. Ю. Основы космомикрофизики. М., 2004.
7. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 145—148. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
8. Засов А. В., Постнов К. А. Общая Астрофизика. — Фрязино: Век 2, 2006. — С. 421—432. — 496 с. — ISBN 5-85099-169-7.
9. Горбунов Д. С., В. А. Рубаков. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. — М.: ЛКИ, 2008. — С. 45—80. — 552 с. — 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](http://nasa.gov). Дата обращения 4 декабря 2010. Архивировано 16 августа 2012 года. (from NASA's WMAP Documents page)
11. Planck Collaboration. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters. — arXiv:1303.5076.
12. Майкл Роуэн-Робинсон. Космология = Cosmology / Перевод с английского Н. А. Зубченко. Под научной редакцией П. К. Силаева. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — С. 96—102. — 256 с. — ISBN 976-5-93972-659-7.
13. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology
14. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. — М.: УРСС, 2002. — С. 251—259. — 384 с. — 1700 экз. — ISBN 5-354-00058-0.
15. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 144. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
16. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 104—106. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
17. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.
18. Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Джинсовская неустойчивость в ньютоновой теории тяготения // Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. — М.: Краснад, 2010. — С. 335—371. — 568 с. — ISBN 978-5-396-00046-9.



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

20. Астрономия XXI век / Под ред. В. Г. Сурдина. — 2-е. — Фрязино: Век 2, 2008. — С. 414—416. — 608 с. — ISBN 978-5-85099-181-4.

## 2- мавзу: Замонавий космология ва унинг шаклланиши, олиб борилаётган тадқиқотлар (2 соат).

### Режа:

1. Замонавий космология ва унинг шаклланиши.
2. Космологиянинг асосий концептуал қарашлари.
3. Замонавий космология - фактлар, ғоялар.
4. Олиб борилаётган тадқиқотлар

**Таянч иборалар:** космология, космологик модел, реликт нурланиш, Хаббл қонуни, изотропия.

### 1. Замонавий космология ва унинг шаклланиши

Бир томондан, физика ва астрономия ўртасидаги бундай яқин ҳамкорлик қобилятли ва фаол ёшларни космологияга жалб қилади. Аммо, бошқа томондан, билим ва далилларни хурофот ва замонавий афсоналар билан алмаштириш хавфи мавжуд. Гап шундаки, космология ўрганган жараёнлар ва у тегадиган муаммолар кўпинча физик экспериментлар ва астрономик кузатувлар имкониятларидан ташқарида.

20-аср физикаси "эксперимент - кашфиёт - назария - янги эксперимент - тасдиқлаш" услубий схемаси бўйича ишлаб чиқилган. Энди унинг ўрнини "назарий моделлар - уларни космологияда ҳаётийлигини синаб кўриш" схемаси эгаллайди. Замонавий физик назарияларнинг аксарияти Ер усти лабораторияларида ва тезлатгичларда ҳали эришиб бўлмайдиган ўта юқори энергия билан ишлайди. Биринчи коинотда содир бўлган замонавий жараёнлар ва ҳодисаларни кузатиш ва таҳлил қилиш орқали космология мавҳум математик конструкциялар орасида юқори аҳамиятга эга моделлар синфларини аниқлашга имкон беради. Албатта, ҳаётийлик учун назарияларни синаш ҳақиқат учун тўлиқ синов эмаслигини унутмаслигимиз керак. Аммо замонавий физикавий моделларнинг гўзаллиги, уларнинг математик асосланишининг нафислиги баъзида шу қадар жозибали бўладики, космологлар танланган йўлнинг тўғрилигини тасдиқловчи бирон бир экспериментал ёки кузатув фактлари бўлмаган тақдирда ҳам, бундай моделлар устида ишлашади.

Ҳозирги кунда космология ҳурматга сазовор фаннинг мустаҳкам мақомига эга бўлди. Аммо атиги эллик йил олдин у билан фақат алоҳида олимлар шуғулланган ва бу мустақил илмий интизом эмас эди. Замонавий тараққиёт, авваламбор, астрономик кузатувларнинг яхшиланиши, айниқса, сунъий йўлдошлардан кузатувлар олиб борилиши, шунингдек, сўнгги ўн йилликларда физик назариянинг ажойиб ривожланиши билан боғлиқ. Бундан ташқари, ёш Коинотда мавжуд бўлган турли хил шароитлар космологияни ўта жисмоний ҳолатларнинг "лабораториясига" айлантиради.

Ўтмишдаги кўплаб мутафаккирлар Коинотнинг энг умумий қонуниятлари тўғрисида фикр юритган бўлсалар-да, уларни ўрганиш учун назарий ва кузатув асослари А.А.Фридман кенгайиб бораётган олам назариясини яратгандан кейингина ва Э.Хаббл ушбу кенгайишни топгандан кейингина яратилди.

Йигирманчи асрнинг бошларида замонавий физика - квант (М. Планк, А. Эйнштейн) ва релятивистик (А. Эйнштейн) туғилди, бу бизнинг макон-замон тузилиши ва жисмоний ўзаро таъсирларнинг табиати ҳақидаги қарашларимизни ўзгартирди. Ушбу кашфиётларнинг натижаси микро ва макро оламнинг тузилишини тушунтиришда катта муваффақият бўлди: материянинг тузилиши ва умуман оламнинг тузилиши. Йигирманчи асрнинг бошларида замонавий космология пайдо бўлди, унинг туғилган санаси жуда аниқ маълум. Одатда бу олим Александр Александрович Фридманнинг мақолаларини нашр этиш билан боғлиқ. 1922 йилда унинг "Фазонинг эгрилиги тўғрисида" мақоласи Германиянинг *Zeitschrift für Physik* журналида нашр этилган. Муаллифнинг асосий хулосаси шундаки, бизнинг Коинотимиз ривожланиб бормоқда: у кенгаймоқда, ҳажми ошиб бормоқда. Бу ғоя шунчалик янги эдики, ҳатто Эйнштейн ҳам дастлаб унга шубҳа билан қаради.

Бир қарашда табиатдаги эволюция ғояси унчалик ғайриоддий эмас. Биз ҳамма жойда доимий ўзгаришларни кузатамиз: кундузи кечага, ёзга қишга йўл беради ... Аммо бу жараёнлар даврий бўлиб, ўзгармас юлдузлар фонида содир бўлади. Шундай қилиб, интуитив нуқтаи назардан, стационар коинот ғояси одамлар учун янада жозибали. Ҳатто тортишиш кучи ва релятивистик механиканинг янги назариясини яратган Эйнштейн ҳам уларнинг асосида 1917 йилда ўтмишда ҳам, келажакда ҳам чексиз вақт билан ривожланмайдиган Оламнинг моделини ишлаб чиқди. Стационарлик шартини релятивистик тортишиш тенгламалари билан мажбурий равишда келиштириш учун Эйнштейн ҳатто янги фундаментал константани - ламбда атамаси ( $\Lambda$ ) ни киритди. Кейинчалик, у ўзининг "ихтиросини" "хаётдаги энг катта хато" деб атади. Охир оқибат, Эйнштейн А.А.Фридман ғояларининг тўғрилигини тан олди.

Шундай қилиб, А.А.Фридманнинг дастлаб душманлик билан қабул қилинган космологик модели, унда бошланғич ғояси ёки бугунги кунда

айтилганидек, туғилиш momenti мавжуд бўлган, кузатишлар билан тасдиқланган ва энди бутунлай қабул қилинган. Ушбу модел космосдаги изотроп ва бир ҳил тақсимот ҳолати учун умумий нисбийлик назариясининг тенгламаларини ечишга асосланган эди. "Изотропия" атамаси Коинот моддасининг бир нуқтадан турли йўналишларда кузатилган хоссалари бир хил эканлигини англатади. "Бир ҳиллик" атамаси космоснинг бир нуқтасидан иккинчисига ўтиш пайтида модданинг хусусиятлари ўзгармаслигини англатади.

Модданинг асосий характеристикалари зичлик, босим ва ҳароратдир. Улар бир хил ва изотроп тарзда тақсимланади.

Албатта, қуруқлик шароитида материя бир ҳил ва изотропикдан узоқдир. Кўриниб турибдики, Ер юзаси ва унинг устидаги ҳаво ҳар хил зичликка эга. Аммо, агар биз 1 та парсек кубни ҳажм бирлиги сифатида олсак ва ундаги ўртача зичликни ҳисоблаб чиқсак, сўнгра бу кубни силжитсак, зичлик контрасти (одатдаги зичлик тушишининг ўртача қийматига нисбати) қуруқлик шароитига қараганда анча кам ... Биз кўриб чиқадиган куб қанчалик катта бўлса, модданинг тарқалиши шунчалик бир хил бўлади. Космологияда коинот тахминан бир ҳил ва изотропик бўладиган масштаб 200 000 000 дона ёки 200 Мпс ни ташкил қилади.

Назарий жиҳатдан А.А.Фридман томонидан башорат қилинган Оламнинг кенгайиши, фақат бир неча йил ўтиб Э.Хаббл томонидан кашф этилган:

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

бу ерда  $\vartheta$  - узоқ объектнинг тезлиги (масалан, галактика),  $H$  - Хаббл доимийси,  $r$  - объектгача бўлган масофа. Замонавий ўлчовларга кўра, Хаббл доимийси 72 км / (с • Мпс) га тенг.

Хаббл қонуни материянинг бир ҳил ва изотроп кенгайишини тавсифловчи эканлиги исботланган. Шунинг таъкидлаш керакки, ушбу қонун шакли Олам эволюциясининг прогрессив хусусиятини кўрсатади. Хаббл ҳаракати фақат галактикадан ташқи миқёсда бошланади ва бу қонун осмон жисмларининг даврий ҳаракатини тавсифловчи Кеплер қонунларидан тубдан фарқ қилади.

Хаббл доимийси Оламнинг кенгайиш қонунини ва натижада унинг ҳажмининг ўсишини аниқлаганлиги сабабли, Хаббл доимийсининг тескари қиймати  $H^{-1} \approx 14 \cdot 10^9$  йил коинотнинг ёшига тенг келади. Дарҳақиқат, кенгайиш қонунини (1) га кўра коинотнинг нолга тенглашиши учун зарур бўлган вақтни расмий равишда ҳисоблаймиз - бу вақт  $H^{-1}$  га тенг.

Бу ерда "Хаббл доимийси" атамаси муҳим тарихий маънога эга эканлигини айтиш керак. Бу қиймат ҳақиқатан ҳам ўрганилаётган галактикага йўналишга ёки галактиканинг ҳолатига боғлиқ эмас, лекин вақтга боғлиқ. Дастлабки коинотда  $H$  ҳозирги кундан каттароқ эди.  $H$  ни асосий доимийлардан фарқлаш учун биз баъзида уни "Хаббл параметри" деб атаймиз. Бунга қўшимча равишда, (1)

ифодаси Хаббл қонунининг тахминий шакли эканлигини таъкидлаш муҳимдир. Ушбу формула фақат галактикадан ташқи объект тезлигининг кичик қийматлари учун амал қилади. Хаббл қонунининг аниқ шакли анча мураккаб ва уни космология бўйича монографияларда топиш мумкин.

Коинотнинг кенгайиши ҳақиқати 20-асрнинг ўрталарида аллақачон аниқланган деб ҳисобланган, аммо асрнинг охиригача бундай эволюция қонунига олиб келган сабаблар сирли бўлиб туюлган. Фридманнинг стандарт космологик модели галактикаларнинг тарқалишининг физик сабаблари ҳақидаги саволга жавоб бера олмади. Ахир, тортишиш кучлари фақат кенгайишга қарши туриши мумкин, аммо уни келтириб чиқара олмайди. Бу саволга жавоб фақат 1980-йилларда мумкин бўлган зарралар физикасида олинган натижаларни дастлабки коинотга татбиқ этиш туфайли. Янги ёндашувнинг асосини инфляция назарияси дейилади.

## 2. Космологиянинг асосий концептуал қарашлари

Аниқ фанларда эволюция мавжуд эмас. Демак, математика қонунлари ўзгармаган. Албатта, биз уларнинг барчасини ҳали билмаймиз, аммо вақт ўтиши билан ўзгармаётганлигини биламиз. Физика қонунлари ҳам статик ва вақт ўтиши билан ўзгармасдир. Вақтдаги ўзгаришлар астрономияда мавжуд эди, аммо улар коинотнинг эволюциясидан кўра стационар расмининг акси эди. Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, Ернинг ўз ўқи атрофида айланиши туфайли фақат Ернинг орбитасининг асосий параметрлари билан боғлиқ бўлмаган циклик ўзгаришлар юз беради.

Космологияда эволюция асосий омил ҳисобланади: Коинотнинг бошқа соҳаларини кузатиш, биз уларни турли даврларда кўраемиз. Шу муносабат билан, Коинот фанида физикада бўлмаган баъзи кинематик катталиклар ва тушунчалар пайдо бўлади. Улардан биринчиси "зарралар уфқи". Коинот 14 миллиард йил давомида мавжуд бўлган. Вақтнинг уч ўлчовли текис маконида биз воқеаларни фақат шар ичида кўрардик, унинг радиуси  $R$  коинот туғилгандан бери ўтган вақт давомида ёруғлик тезлигининг ҳосиласига тенг, яъни тахминан 14 миллиард ёруғлик йилида. Космосдаги узоқроқ нуқталардан ёруғлик сигнали ҳали бизга етиб бормаган бўлар эди. Ёруғлик тезлиги ахборот тарқалишининг чекловчи тезлиги бўлгани учун,  $R$  радиусидан ташқарида содир бўлаётган воқеалар тўғрисида ҳеч қандай маълумот йўқ. Ушбу радиус Оламдаги зарралар уфқи радиуси деб аталади. Коинотнинг ўзи кенгайиб бораётгани ва уни ташкил этувчи зарралар орасидаги масофа вақт ўтган сайин ортиб бораётганлиги сабабли, зарралар уфқини аниқ белгилаш 14 миллиард ёруғлик йилидан биров каттароқ қийматни беради. Шунга қарамай, тубдан кузатиб бўлмайдиган соҳалар мавжудлиги ҳақидаги асосий хулоса кенгайиб бораётган оламда қолмоқда.

Шуни эътиборга олиш керакки, кузатувчининг фазовий ҳолатидан қатъи назар, зарралар ундан ўзини ўзи заррачалар тарқалишининг марказида бўлганидек узоқлаштиради. Коинот кенгайишининг ўзига хос хусусияти шундаки, биз одатланиб қолган марказий носимметрик портлаш суратидан фарқли ўлароқ, космоснинг ўзи кенгайиб бормоқда.

Шунинг учун оддий онг учун ғайриоддий хулоса келиб чиқади: Катта портлаш содир бўлган осмондаги нуқтани кўрсатиш мумкин эмас.

Кенгаймаган Оламнинг уч ўлчовли текис майдонида зарралар уфқининг катталиги ёшга қараб ўсиб боради ва эртами-кечми Коинотнинг барча қатламларини ўрганиш учун қулай бўлади. Аммо кенгайиб бораётган коинотда бу шундай эмас. Бундан ташқари, кенгайиш тезлигига қараб, зарралар уфқининг катталиги кенгайиш бошланганидан бери ўтган вақтга боғлиқ бўлиши мумкин, бу оддий пропорционалликка қараганда анча мураккаб қонун. Хусусан, тобора кенгайиб бораётган коинотда зарралар уфқининг катталиги доимий қийматга мойил бўлиши мумкин. Демак, тубдан кузатиб бўлмайдиган соҳалар, тубдан билиб бўлмайдиган жараёнлар мавжуд.

Бундан ташқари, зарралар горизонтининг катталиги сабабчи майдонларнинг ҳажмини чеклайди. Дарҳақиқат, уфқнинг катталигидан каттароқ масофа билан ажратилган иккита фазовий нуқта ўтмишда ҳеч қачон ўзаро таъсир қилмаган. Энг тезкор ўзаро таъсир (ёруғлик нурлари алмашинуви) ҳали содир бўлмагани учун, бошқа ҳар қандай шовқин чиқариб ташланади. Шунинг учун бирон бир ҳодисанинг сабаби бошқа нуқтада содир бўладиган ҳодиса бўлиши мумкин эмас. Агар зарралар уфқининг катталиги доимий қийматга интилса, Олам эволюцияси мустақил равишда давом этадиган сабабли боғлиқ бўлмаган минтақаларга бўлинади.

Сўнги беш ўн йиллик, космологиянинг узлуксиз ютуқлари билан ажралиб туради. Келинг, асосийларини санаб ўтамыз:

- реликт нурланишини топиш;
- коинотнинг кенг кўламли тузилишини аниқлаш;
- реликт нурланиш анизотропиясини кузатиш;
- бизнинг коинотимизнинг тезлаштирилган кенгайишини кашф этиш.

Кенгайиш қонуни экспериментал равишда Э.Хаббл галактикадан ташқи объект тезлигининг унга масофага боғлиқлиги диаграммасини тузганда ўрнатилди. Хаббл аниқ боғлиқликни аниқлади: биздан галактика қанча узоқ бўлса, у шунчалик тезроқ узоқлашади.

Масофани ўлчаш анча қийин. Астрономик объектларнинг аксарият қисмигача бўлган масофалар (нафақат галактикадан ташқи, балки галактик) шунчалик катта бўладики, уларни ўлчашнинг анъанавий усуллари, масалан,



тригонометрик параллакс усули бу ерда мос эмас. Астрономияда масофаларни ўлчаш учун фотометрик параллакс усули кенг қўлланилади.

Йигирманчи асрнинг охирида, узоқ масофаларнинг ажойиб кўрсаткичи топилди - Ia ўтаянги юлдузлар тури (белгиланиши - SN Ia). Ушбу объектлар нафақат коинотнинг кенгайиш тезлигини, балки унинг ҳосиласи - кенгайиш тезланишини ҳам ўлчашга имкон берди. SN Ia ўтаянги юлдузлар моментидан унинг максимал ёрқинлиги баъзан бутун галактиканинг ёрқинлиги билан таққосланади. Бундай ёрқин нарсалар галактикалараро масофада ҳам аниқ кўринади. Уларнинг ёрқинлиги максимал даражада жуда яқин бўлиши муҳим: уларнинг тарқалиши (дисперсияси) атиги  $\delta^m - 0,15$  катталиқ. Олдинги масофа кўрсаткичлари учун ёрқинликнинг тарқалиши бир неча барабар кўп эди.

### 3. Замонавий космология - фактлар, ғоялар

*Коинотнинг катта ўлчамли тузилиши.* 1980-йилларнинг бошларига қадар, коинотдаги энг катта объектлар галактикалар ва уларнинг тўдалари ҳисобланган. Аммо маълум бўлишича, космик тизимлар иерархияси шу билан тугамайди. Галактикалар ўта тўдалари кашф этилиши - кенг қўламли иншоот деб аталадиган асос - бу стандарт космологик моделни яратиш йўлидаги биринчи қадам эди.

Коинотнинг катта ўлчамли тузилиши таниқли олим, академик Я.Б.Зельдович, шунингдек унинг шогирдлари - А.Г.Дорошкевич ва С.Ф.Шандарин асарларида башорат қилинган эди. Кенгайиб бораётган коинотдаги кичик зичликдаги бузилишлар эволюцияси қонунларини таҳлил қилиб, Я.Б. Зельдович қизиқарли башорат қилди: агар ёш ва деярли бир ҳил оламда зичлик ва тезликнинг кичик бузилишлари сферик симметрияга эга бўлмаган бўлса (ва табиатда идеал симметрия йўқ!). Шаклнинг тортишиш кучи таъсирида сферик ўсишдан оғиши ошди Охир-оқибат, объектлар учта тенг бўлмаган кўндаланг ўлчамларга эга бўлган уч ўлчовли тузилмалар шаклида шаклланди, улардан бири иккинчисидан сезиларли даражада кичикроқ. Бундай тузилмалар қуймоққа ўхшайди деган эди. Зельдович ўз назариясини "қуймоқлар назарияси" деб атади. Унинг башоратлари кузатувлар билан ажойиб тарзда тасдиқланди.

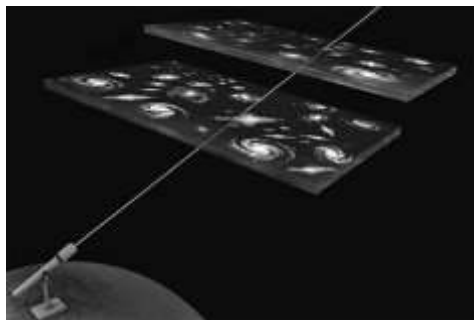
Юқорида айтиб ўтилганидек, бизнинг коинотимиз жуда катта миқёсда бир ҳил ва изотропдир. Модданинг нотекис тақсимланишидан бир хилликка, тахминан айтганда, зичлик контрасти аллақачон бирликдан анча паст бўлган қисмга ўтиш тахминан 200 Мпс ҳажмда бошланади. Агар биз коинотнинг зичлигини ўртача 200 Мпс бўлган куб ичида ҳисоблаб чиқсак ва бу кубни маълум масофага силжитсак (албатта, 200 Мпс дан ошса), унда биринчи навбатда ўртача зичлик иккинчи даражадаги ўртача зичликка деярли тенг бўлади. Кичик миқёсда олам жуда хилма-хилдир. Шундай қилиб, бизнинг Галактикамиз ичидаги зичлик



хилма - хиллиги, масалан, Галактиканинг турли жойларида "қисман олинган" 1 кпс ўлчамдаги "кублар" да, бирликдан анча юқори.

Астрономлар олиннинг катта ўлчамли тузилишини узоқ галактикалар фазосидаги тарқалишини ўрганиш орқали кашф этдилар. Улар осмонда галактикаларнинг учта майдонини танладилар, улар бир-биридан тахминан  $5^\circ$  бурчак масофасида жойлашган. Майдоннинг ҳар бирида галактикалар ҳисобланиб, уларнинг қизилга силжишлари ўлчанди. Қизилга силжиш галактикагача бўлган масофага тенг бўлганлиги сабабли, тадқиқотчилар "галактикалар сони ( $N$ ) - қизил силжиш ( $z$ )" гистограммасини туздилар.

Ҳозир катта ўлчамли тузилиш назарияси пухта ва яхши ишлаб чиқилган, кузатишлар аллақачон ўн минглаб галактикаларни қамраб олган, юз минглаб галактикаларни кузатиш дастурлари тайёрланмоқда. Тадқиқотчилар коинотдаги галактикаларнинг тўлиқ уч ўлчовли тарқалишини юз мегапарсекдан кўпроқ чуқурликда кузатишни режалаштирмоқдалар.



*Реликт нурланиши.* 1965 йилда реликт нурланишининг кашф этилиши ҳақли равишда замонавий космология учун мустақкам пойдевор яратган асосий синовларнинг иккинчиси деб қаралиши мумкин. Бу ерда шуни эслатиб ўтиш жоизки, ушбу радиация фақат рус тилидаги адабиётларда "реликт" деб номланади. Ушбу оқланган атама ажойиб астрофизик И.С.Шкловский томонидан ихтиро қилинган, чунки бу нурланиш бизнинг коинотимиз ривожланишининг узоқ даврларига гувоҳдир. Инглиз тилидаги адабиётда *the CMBR* атамаси қанчалик аниқ бўлса-да, кенг тарқалган - "космик микротўлқинли фон нурланиши" иборасининг қисқартмаси.

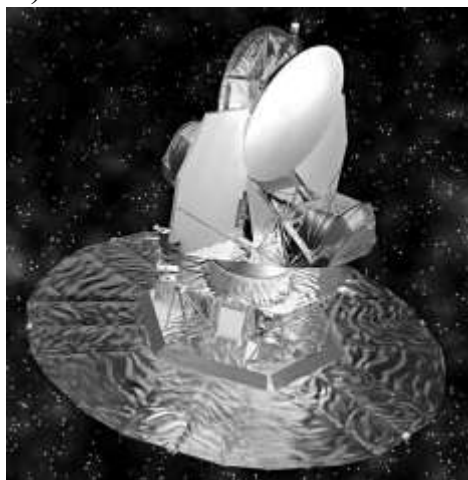
Реликт нурланишини Г.Гамов башорат қилган. Унинг назарияси кўпинча Катта портлаш назарияси деб номланади, гарчи Гамовнинг ўзи "Илем" атамасини ишлатган. 1950-йилларда у космологияда ядро физикаси ва термодинамика усулларини қўллаган ҳолда, қайноқ коинот ғоясини илгари сурган. Дастлабки коинотнинг қайноқ ва зич моддасида термойдро реакциялари содир бўлиши керак эди, бу ҳозирги кимёвий элементларнинг кўплигини келтириб чиқарди. Ушбу назариянинг натижаларидан бири реликт нурланишнинг башорати эди. Гамовнинг ўзи унинг хусусиятларини ҳисоблаб чиқди, хусусан, ҳароратни аниқлади. Иш ёзилган пайтгача, термойдро

реакцияларининг тезлиги тўғрисидаги маълумотлар ҳали ҳам махфий кадрятлар эди (бу ядро қуролини яратиш даври эди), Гамов ўлчовдан тахминан икки баравар фарқ қиладиган натижага эришди: унинг ҳисоб-китоблари тахминан 6 К радиация ҳароратини тахмин қилди.

Реликт нурланиш - бу энг қадимги фотонлар бўлиб, у кенгайиб бораётган коинотнинг ҳарорати шунчалик пасайганда пайдо бўлганки, у материя ва нурланишнинг ажралиб чиқишига имкон берган. Вақтнинг бу моменти охири тарқалиш юзасига тўғри келади.

Пензиас ва Уилсон журналга янги радиация кашф этилганлиги тўғрисида мақола топширдилар. Ўша пайтга қадар Принстон университетидан профессор Р. Дике назария томонидан башорат қилинган реликт нурланишни қидириш учун аллақачон махсус жиҳозлар тайёрламоқда эди. Мақола унга келди, у мақолага ижобий баҳо берди ва натижаларнинг шарҳини ўз ичига олган қисқа эслатма ёзди. Ушбу иш учун А. Пензиас ва Р.Уилсон 1978 йилда Нобел мукофотиغا сазовор бўлишди.

*Реликт нурланиш анизотропияси.* Реликт нурланиш анизотропияси - бу осмондаги ҳар хил йўналишдаги ҳароратнинг фарқидир. Реликт фотонлар бизга самовий соҳанинг барча йўналишларидан келади, шунинг учун реликт нурланишининг бурчак тақсимланишини таҳлил қилиш учун етарли математик аппарат шарсимон функцияларда ёки мультимайдон гармоникаларда кенгайишдир (космологлар бу гармоникаларнинг ҳар бирининг қийматини  $Cl$  деб белгилайдилар, бу эрда  $l$  - гармоник сон). Тадқиқот натижалари реликт нурланиш анизотропиясининг бурчак спектрида ўлчанган гармоникаларнинг амплитудалари гармоник сонига қараб чизилган графикалар кўринишида келтирилган. Бундай соҳалар реликт нурланиш анизотропиясининг бурчак спектри деб аталади - улар дунё адабиётида одатда реликт нурланиш тўғрисидаги маълумотларни тақдим этиш учун қабул қилинади.  $l$  нинг кичик қийматларида спектр Гаррисон - Зелдович платоси деб аталади. Бундан ташқари, гармоник сонни кўпайтириш йўналиши бўйича (бу осмон сферасида бурчак ўлчамининг пасайишига тенг).



Реликт нурланишининг спектрини таҳлил қилишда энг паст гармоник - дипол алоҳида ажралиб туради. Кузатувчининг реликт нурланиш орқали ҳаракатланиши натижасида юзага келган реликт нурланиш дипол анизотропияси 1972 йилда аниқланган. Дипол гармоникасининг амплитудасининг ҳозирги қиймати тахминан 3 милликелвин (мК) ни ташкил қилади. Реликт нурланишининг анизотропиясини янада ўрганиш учун радио-астрономлар 20 йил давомида радиометрларни такомиллаштирдилар, шундан сўнг назария томонидан башорат қилинган юқори гармоникалар топилди ва башорат қилинди. Улар дастлабки коинот ҳақидаги маълумотларни ўз ичига олган тортишиш майдонларининг бирламчи тебранишлари билан боғлиқ.

#### 4. Олиб борилаётган тадқиқотлар

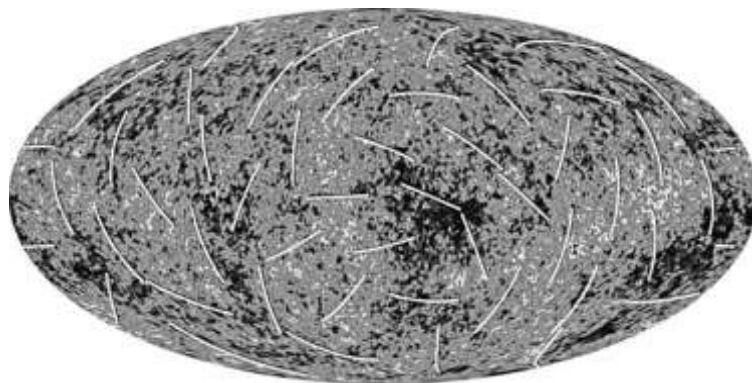
Катта ўлчамли реликт нурланишнинг анизотропияси 1992 йилда Реликт - сунъий йўлдошидан олиб борилган кузатишлар натижалари асосида топилган. 1992 йил январь ойида бир гуруҳ рус тадқиқотчилари Реликт - сунъий йўлдошида ўтказилган семинарда реликт нурланишининг анизотропияси қайд этилганлигини эълон қилишди, гарчи бизнинг тажрибамиздаги сигнал-шовқин нисбати оз бўлса-да - 3. Бу вақтга келиб у орбитада ишлаган. Америка йўлдоши COBE (*Cosmic Background Explorer*). У Реликт сунъий йўлдошига ўхшаш, аммо ундан мукамалроқ эди: учта частотали канал бор эди, ҳар бир каналда иккита радиометр бор эди. COBE гуруҳи томонидан сунъий йўлдошнинг ишлаши натижалари ва реликт нурланиш анизотропияси аниқланганлиги тўғрисида мақола эълон қилинди. Кўп частотали COBE гуруҳи галактика ва галактикадан ташқи радио-эмиссия тузилмасидан сўнгги тарқалиш юзидаги тасвирни ишончли тарзда ажратишга имкон берди. Бу ҳақиқат, шунингдек сигнал-шовқин нисбати (тажриба тугагандан сўнг, COBE сунъий йўлдоши орбитада 4 йилдан ортиқ ишлаган) америкалик тадқиқотчиларга реликт нурланиш анизотропиясининг кашфиётини ўз аппаратлари натижалари билан боғлашга имкон беради.

1992 йилдан 1998 йилгача Анизотропияни ўрганиш учун кўплаб тупроқ ва балон тажрибалари ўтказилган, аммо улар жуда сезгир бўлмаган. Янги авлод радиометрлари биринчи марта 1998 йилда *BOOMERang* балон тажрибасида ишлатилган. Антарктида устида учувчисиз ҳаво шари учиб ўтган ва ундаги асбоблар осмон қисмининг радио ёрқинлигини ўлчаган. Бу майдон кичик эди - осмон майдонининг атиги 5%, лекин у яхши танланган: унда радиоактив эмиссиянинг ёрқин галактикадан ташқи манбалари йўқ эди ва бу ерда синхротрон галактик нурланиш интенсивлиги ҳам минимал эди. Кўп ўтмай, яна бир балон эксперименти ўтказилди - *Archeops*, кўплаб Европалик тадқиқотчилар

иштирокида Францияда ишлаб чиқилган. Унда етакчи рус космологлари А.А.Старобинский ва И.А.Струковлар ҳам қатнашдилар.

*Archeops* асосан яқинлашиб келаётган Планк тажрибасининг юқори частотали қисмининг сафдошидир.

Ушбу тажрибалар натижасида биринчи, иккинчи ва учинчи Доплер чўққилари ишончли тарзда аниқланди. С1 спектри коинотдаги тебранишлар спектрини, шунингдек, олам ва унинг таркибий қисмларининг умумий зичлиги (барион зичлиги, қуюқ материя зичлиги, ламбда терминиға мос келадиган зичлик ва бошқалар) каби глобал космологик параметрларни аниқлаш учун ишлатилади. Шундай қилиб, биринчи Доплер чўққиси позициясига кўра, коинотнинг умумий зичлиги жуда аниқ аниқланади ва унинг амплитудаси билан барион таркиби аниқланади.



Реликт нурланиш анизотропиясини кузатиш бўйича энг аниқ натижалар WMAP (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe*) сунъий йўлдошида олинган. Дастлаб, ушбу сунъий йўлдош оддийгина MAP деб номланган, ammo ишга туширилгандан кўп ўтмай унинг номи ўзгартирилган. MAP лойиҳаси муаллифларидан бири бўлган таниқли америкалик олим Девид Уилкинсон тажриба натижаларини кутмасдан вафот этди. Ҳамкасблар сунъий йўлдошни унинг шарафига номлашга қарор қилишди. Массаси 830 кг бўлган сунъий йўлдош 2001 йилда учирилган ва Қуёшга қарама-қарши томонда Ердан 1,5 миллион км масофада жойлашган энергетик жиҳатдан қулай Лагранж нуқтасига L2 олиб келинган. Сунъий йўлдош реликт нурланиш анизотропиясини ва унинг кутбланишини ўлчаш учун мўлжалланган. Ушбу тажрибанинг асосий мақсади - бутун осмонни камида 20 микрокелвин (мК) сезгирлиги ва ҳар бир пикселда 5 микрондан ошмайдиган хатолик билан харитада тасвирлаш. Бурчак пиксел ўлчамлари бир частота каналидан бошқасига фарқ қилади ва тахминан 10' ни ташкил қилади. Сунъий йўлдошни қабул қилиш тизими ойнанинг катталиги 1,4 × 1,6 м бўлган эгиз Грегори телескопидан иборат; телескопнинг марказида 5 частотада бир нечта радиометрлар мавжуд. 2006 йил март ойида сунъий йўлдошнинг уч йиллик фаолияти натижалари эълон қилинди. Қисқача айтганда, улар қуйидагилар:

1) стандарт космологик модел тасдиқланди;

2) модданинг иккиламчи ионлаш даври (биринчи юлдузлар, квазарлар ва галактикаларнинг пайдо бўлиши билан боғлиқ) тахминан  $z = 10$  қизилга силжишга мос келишини кўрсатади.

*WMAP* иши натижасида олинган стандарт космологик моделнинг асосий параметрлари. Реликт нурланиш анизотропиясини ўрганиш бўйича навбатдаги тажриба - 2009-2013 йилларда "Планк" сунъий йўлдоши ёрдамида амалга оширилган. Европа космик агентлиги. Ушбу курилма *WMAP* -га қараганда анча мукамал эди, хусусан, частота каналларининг ҳар бирининг сезгирлиги бир неча баравар юқори ва пиксел ҳажми *WMAP* -га қараганда бир неча баравар кичик. Аммо у олган натижалар олдинги натижалардан унчалик фарқ қилмайди. Планк маълумотларига кўра, Хаббл доимийси 68 км / с га яқин, коинотнинг ёши эса 13,8 миллиард йилни ташкил этади.

### **Мустаҳкамлаш учун саволлар:**

1. Замонавий физикада квант ва релятивистик физиканинг ривожланишига хисса қўшган олимларнинг кашфиётларини тушунтиринг.

2. "Хаббл доимийси" атамасини тушунтиринг ва у бугунги кунда нечага тенг?

3. Космологияда эволюция асосий омил ҳисобланади, бунинг сабабини тушунтиринг.

4. уфқнинг катталигидан каттароқ масофа билан ажратилган иккита фазовий нуқта ўтмишда ҳеч қачон ўзаро таъсир қилмаган, бунинг сабабларини тушунтиринг.

5. Кенгайиш қонуни экспериментал равишда Э.Хаббл томонидан нимага асослаб тушунтирилади?

6. Коинотнинг катта ўлчамли тузилиши таниқли олим, академик Я.Б.Зельдович асарларида қандай талқин қилинади?

7. Реликт нурланиш нима?

8. Реликт нурланиш анизотропиясини тушунтиринг.

9. Катта ўлчамли реликт нурланишнинг анизотропиясини ўрганишда амалга оширилаётган ишларни тушунтиринг.

10. *WMAP* иши натижасида олинган стандарт космологик моделнинг асосий параметрлари нималардан иборат?



### 3-мавзу: Экспериментал физика тадқиқотлари (2 соат).

#### Режа:

1. Замонавий физиканинг ечилмаган муаммолари.
2. Космомикрофизика.
3. Космомикрофизикадаги муаммолар.

**Таянч иборалар:** космомикрофизика, экспериментал физика,

#### 1. Замонавий физиканинг ечилмаган муаммолари

*Экспериментал физика* - бу табиат ҳодисаларини махсус тайёрланган шароитларда ўрганишдан иборат бўлган табиатни билиш усули. Табиатнинг математик моделларини ўрганадиган назарий физикадан фарқли ўлароқ, экспериментал физика табиатни ўзи ўрганишга мўлжалланган.

Айнан эксперимент натижаси билан келишмовчилик физик назариянинг хатолиги, аниқроғи, назариянинг бизнинг дунёмизга татбиқ этилмаслиги мезонидир. Бунинг акси тўғри эмас: эксперимент билан келишилганлик назариянинг тўғрилиги (қўлланилиши) исботи бўлиши мумкин эмас. Яъни, физик назариянинг ҳаётийлигининг асосий мезони эксперимент орқали текширишдир.

Ҳозирги экспериментнинг бу аниқ ролини фақатгина Галилей ва кейинчалик тадқиқотчилар амалга оширдилар, улар дунёнинг хусусиятлари тўғрисида хулосалар чиқаришди, бу махсус шароитларда объектларнинг хатти-ҳаракатларини кузатиш асосида, яъни улар тажрибалар ўрнатдилар.

Идеал ҳолда, экспериментал физика экспериментал натижаларга ҳеч қандай изоҳ бермасдан фақат тавсиф бериши керак. Бироқ, амалда бунга эришиш мумкин эмас. Кўпроқ ёки озгина мураккаб эксперимент натижаларининг талқини муқаррар равишда биз экспериментал ўрнатишнинг барча элементлари қандай ҳаракат қилишини тушунишга эга эканлигимизга асосланади. Ушбу тушунча, ўз навбатида, ҳеч қандай назарияга таянолмайди. Шундай қилиб, элементар заррачаларнинг тезлаштирувчи физикасида ўтказилган тажрибалар - барча экспериментал физикадаги энг мураккаблари - фақат детекторнинг барча элементларининг механик ва эластик хусусиятларидан сўнг, уларнинг таъсирига элементар заррачаларнинг хусусиятларини ҳақиқий ўрганиш деб талқин қилиш мумкин. электр ва магнит майдонлари, вакуум камерасидаги қолдиқ газларнинг хоссалари, пропорционал камераларда электр майдонларининг тарқалиши ва ионларнинг силжиши, моддалар ионланиш жараёнлари ва бошқалар.

**Замонавий тажрибалар.** Таниқли экспериментал физика лойиҳаларининг айрим мисоллари куйидагилардан иборат:



Олтин ионлари (биринчи оғир ион коллайдери) ва протонлар каби оғир ионларни тўқнашадиган Релятивистик оғир ион коллайдери АҚШнинг Лонг-Айленддаги Брукхавен миллий лабораториясида жойлашган.

Электронлар ёки позитронлар ва протонлар билан тўқнашган HERA Германиянинг Гамбург шаҳрида жойлашган HERA таркибига киради.

2008 йилда қуриб битказилган LHC ёки Катта Адрон коллайдери бир қатор муваффақиятсизликларга дуч келди. LHC 2008 йилда иш бошлаган, аммо 2009 йил ёзгача техник хизмат кўрсатиш учун ёпилган. Тугаллангандан сўнг, у дунёдаги энг кучли коллайдер бўлиб, Женева яқинидаги Франция-Швейцария чегарасида жойлашган ЦЕРНда жойлашган. Коллайдер 2010 йил 29 мартда тўлиқ қувватда ишлай бошлади, режалаштирилганидан бир ярим йил кейин.

LIGO, лазер интерферометрининг тортишиш тўлқинлари обсерваторияси - бу космик тортишиш тўлқинларини аниқлаш ва астрономик асбоб сифатида тортишиш тўлқинларининг кузатувларини ривожлантириш учун кенг қўламли физика тажрибаси ва расадхонаси. Ҳозирда иккита LIGO расадхонаси мавжуд: Луизиана штатининг Ливингстон шаҳридаги LIGO Livingston Обсерваторияси ва Ричланд (Вашингтон) яқинидаги LIGO Hanford Обсерваторияси.

JWST ёки Жеймс Уеббнинг космик телескопи 2021 йилда ишга туширилиши режалаштирилган. У Ҳаббл космик телескопининг вориси бўлади. У инфрақизил оралиғида осмонни сканер қилади. JWSTнинг асосий мақсадлари коинотнинг дастлабки босқичларини, галактикаларнинг пайдо бўлишини, шунингдек, юлдузлар ва сайёраларнинг шаклланишини ва ҳаётнинг келиб чиқишини тушунишдан иборат бўлади.

**Метод.** Экспериментал физика экспериментал тадқиқотнинг иккита асосий усулидан фойдаланади:

- бошқариладиган тажрибалар
- дала тажрибалари.

Бошқариладиган тажрибалар кўпинча лабораторияларда қўлланилади, чунки лабораториялар бошқариладиган муҳитни тақлиф қилиши мумкин.

Табиий тажрибалар, масалан, астрофизикада осмон жисмларини кузатишда қўлланилади, бу ерда ўзгарувчиларни бошқариш деярли мумкин эмас.

*Таниқли тажрибалар қуйидагиларни ўз ичига олади:*

Майдони 2 градус бўлган қизилга силжиш галактикаларига умумий кўриниш

Бутун осмонни 2 Микронли кузатуви (2 MASS)

Белл тест синовлари

BOOMERanG эксперимент

Камера-обскура тажрибалари

Кавендиш тажрибаси

Космик фон тадқиқотлари  
Коуэна – Райнс нейтрин тажрибаси  
Девиссон-Гермер тажрибаси  
Икки тирқишли кузатувлар  
Фуко маятниги  
Франк – Герц тажрибаси  
Гейгер – Марсден тажрибаси  
Гравитацион зонд А  
Гравитацион зонд В  
Хафеле – Китинг тажрибаси  
***Уй тажрибаси***  
LIGO  
Ёғ томчиси тажрибаси  
Майкельсон-Морли тажрибаси  
Sloan Digital Sky Survey  
Штерн-Герлах тажрибаси  
СВЧ-датчик анизотропияси Wilkinson

*Баъзи маълум экспериментал методлар ўз ичига қуйидагиларни олади:*

Кристаллография  
Эллипсометрия  
Фарадея катакчалари  
Интерферометрия  
Лазерли совитиш  
Лазер спектроскопия  
Рамановский спектроскопияси  
Сигналларни қайта ишлаш  
Спектроскопия  
Вакуумли техника  
Рентген спектроскопия

*Таниқли физик-экспериментаторлардан:*

Альхазен (965–1039)  
Аль-Бируни (973–1043)  
Аль-Хазини (эт. 1115–1130)  
Галилео Галилей (1564–1642)  
Исаак Ньютон (1643–1727)  
Лаура Басси (1711–1778)  
Майкл Фарадей (1791–1867)

Эрнст Мах (1838–1916)  
Джон Уильям Струтт (третий барон Рэлей) (1842–1919)  
Вильгельм Рентген (1845–1923)  
Карл Фердинанд Браун (1850–1918)  
Анри Беккерель (1852–1908)  
Альберт Абрахам Михельсон (1852–1931)  
Хайке Камерлинг-Оннес (1853–1926)  
Дж. Дж. Томсон (1856–1940)  
Никола Тесла (1856–1943)  
Джагадиш Чандра Бос (1858–1937)  
Уильям Генри Брэгг (1862–1942)  
Мария Кюри (1867–1934)  
Роберт Эндрюс Милликен (1868–1953)  
Эрнест Резерфорд (1871–1937)  
Лиз Мейтнер (1878–1968)  
Макс фон Лауэ (1879–1960)  
Клинтон Дэвиссон (1881–1958)  
СВ Раман (1888–1970)  
Уильям Лоуренс Брэгг (1890–1971)  
Джеймс Чедвик (1891–1974)  
Петр Капица (1894–1984)  
Чарльз Драммонд Эллис (1895–1980)  
Джон Кокрофт (1897–1967)  
Патрик Блэкетт (барон Блэкетт) (1897–1974)  
Укичиро Накая (1900–1962)  
Энрико Ферми (1901–1954)  
Эрнест Лоуренс (1901–1958)  
Уолтер Хаузер Браттейн (1902–1987)  
Павел Черенков (1904–1990)  
Карл Дэвид Андерсон (1905–1991)  
Эрнст Руска (1906–1988)  
Джон Бардин (1908–1991)  
Уильям Шокли (1910–1989)  
Цзянь-Шиунг У (1912–1997)  
Чарльз Хард Таунс (1915–2015)  
Розалинда Франклин (1920–1958)  
Оуэн Чемберлен (1920–2006)  
Николаас Блумберген (1920–2017)  
Вера Рубин (1928–2016)

Милдред Дрессельхаус (1930–2017)

Самар Мубаракманд (1942–)

Герд Бинниг (1947–)

Стивен Чу (1948–)

Вольфганг Кеттерле (1957–)

Андре Гейм (1958–)

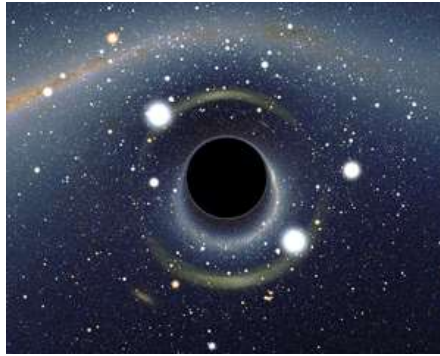
Лене Хау (1959–)

Қуйидаги муаммолар экспериментал маълумотлар етишмайдиган фундаментал назарий муаммолар ёки назарий ғоялардир. Ушбу масалаларнинг баъзилари бир-бири билан чамбарчас боғлиқ. Масалан, қўшимча ўлчовлар ёки ўта симметрия иерархия муаммосини ҳал қилиши мумкин. Квант тортишиш кучининг тўлиқ назарияси ушбу саволларнинг аксариятига жавоб беришга қодир деб ишонилади (барқарорлик оролининг муаммоси бундан мустасно).

**Квант тортишиш кучи.** Квант механикаси ва умумий нисбийликни яқка ўзи изчил назарияга бирлаштириш мумкинми (эҳтимол бу квант майдон назарияси)? Бўш вақт узлуксизми ёки дискретми? Ўз-ўзига мос келадиган назария гипотетик гравитондан фойдаланадими ёки у бутунлай бўшлиқнинг дискрет тузилишининг маҳсули бўладими (сиртмоқсимон квант тортишишида бўлгани каби)? Квант тортишиш назариясидан келиб чиқадиган жуда кичик ёки жуда катта миқёсдаги ёки бошқа фавқулудда вазиятларда умумий нисбийлик прогнозларидан оғишлар борми?

**Қора ўралар, қора ўрадаги маълумотларнинг йўқолиши,** Хокинг нурланиши. Қора ўралар назария томонидан башорат қилинганидек иссиқликдан нурланиш ҳосил қиладими? Ушбу радиация уларнинг ички тузилиши ҳақида маълумотни ўз ичига оладими, бу тортишиш ўлчови ўзгармаслиги қўшалокликдан келиб чиқадими ёки Хокингнинг дастлабки ҳисоб-китобидан келиб чиқадими? Агар йўқ бўлса ва қора ўралар доимий равишда буғланиб кетиши мумкин бўлса, унда уларда сақланадиган маълумот нима бўлади (квант механикаси маълумотни йўқ қилишни назарда тутмайди)? Ёки қора ўрадан озгина нарса қолганда, радиация қачондир тўхтаб қоладими? Уларнинг ички тузилишини текширишнинг бошқа бирон бир усули борми, агар бундай тузилма умуман мавжуд бўлса? Қора ўра ичидаги барион зарядининг сақланиш қонуни амал қиладими? Космик цензура принципининг исботи, шунингдек, унинг бажарилиши шартларини аниқ шакллантириш номаълум. Қора ўралар магнетосферасининг тўлиқ назарияси мавжуд эмас. Тизимнинг турли ҳолатлари сонини ҳисоблашнинг аниқ формуласи мавжуд эмас, унинг берилган массаси, бурчак импульси ва заряди қора ўра пайдо бўлишига олиб келади. Қора ўра учун

"толалар мавжудлиги теоремаси йўқ"нинг умумий ҳолатида маълум бир далил йўқ.



Қора ўра модели (ўртада) Катта Магеллан Булутини тасвири билан қопланган. Булутнинг иккита катталашган ва жуда бузилган қисмлари томонидан ишлаб чиқарилган тортишиш объектив таъсирига эътибор беринг. Шаклнинг юқори қисмида Сомон Йўли дискида ҳам ёй бузилиши мавжуд.

**Фазовий вақт ўлчови.** Табиатда бизга маълум тўрттадан ташқари космик вақтнинг қўшимча ўлчамлари борми? Агар шундай бўлса, уларнинг сони қанча? " $3 + 1$ " (ёки ундан юқори) ўлчов коинотнинг априор хусусияти бўладими ёки бошқа физик жараёнларнинг натижасими, масалан, динамик учбурчак назарияси таклиф қилганидек? Юқори фазовий ўлчамларни экспериментал равишда "кузатиш" мумкинми? Бизнинг " $3 + 1$ " ўлчовли фазо вақтимиз физикаси " $2 + 1$ " ўлчовли юқори сиртдаги физикага тенг келадиган голограмма принципи тўғрими?

**Коинотнинг инфляция модели.** Космик инфляция назарияси тўғрими ва агар шундай бўлса, ушбу босқичнинг тафсилотлари қандай? Инфляциянинг кўтарилиши учун фаразий инфлатон соҳаси нима? Агар инфляция бир нуқтада рўй берган бўлса, бу квант-механик тебранишлар инфляцияси туфайли ўзини ўзи таъминлаш жараёнининг бошланиши бўлиб, у бу нуқтадан анча узоқроқ жойда, умуман бошқа жойда давом этадими?

**Мультикоинот.** Аслида кузатиб бўлмайдиган бошқа коинотларнинг мавжуд бўлишининг жисмоний сабаблари борми? Масалан: квант механик "муқобил тарихлар" ёки "кўп оламлар" мавжудми? Жисмоний кучларнинг кўринадиган симметриясини юқори энергияларда, эҳтимол космик инфляция туфайли ниҳоятда узоқ масофада синдиришнинг муқобил усулларининг натижаси бўлган "бошқа" коинотлар борми? Бошқа коинотлар бизникига таъсир қилиши мумкинми, масалан, қолдиқ нурланишининг ҳарорат тарқалишидаги аномалияларни келтириб чиқарадими? Антропик принципдан фойдаланиш глобал космологик муаммоларни ҳал қилиш учун асосли бўладими?

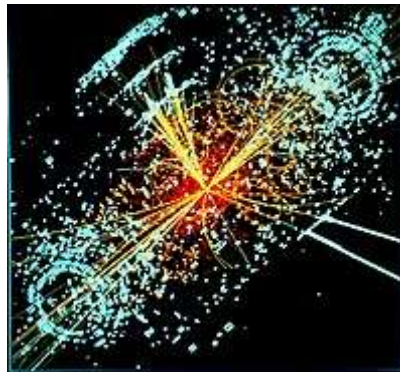
**Жойлашув (локализация).** Квант физикасида локал бўлмаган ҳодисалар мавжудми? Агар улар мавжуд бўлса, улар маълумот узатишда чекловларга эга



эмасми ёки: энергия ва материя ҳам маҳаллий бўлмаган йўл бўйлаб ҳаракатлана оладими? Локал бўлмаган ҳодисалар қандай шароитларда кузатилади? Маҳаллий бўлмаган ҳодисаларнинг мавжудлиги ёки йўқлиги макон-вақтнинг асосий тузилиши учун нимани аниқлатади? Бу квант чалкашлиги билан қандай боғлиқ? Буни квант физикасининг туб моҳиятини тўғри талқин қилиш нуқтаи назаридан қандай изоҳлаш мумкин?

**Коинотнинг келажаги.** Коинот Катта Музлаш, Катта парчаланиш, Катта Сиқилиш ёки Катта Қайтиш томон борми? Бизнинг коинотимиз чексиз такрорланадиган циклик моделнинг бир қисмими?

Юқори энергия физикаси, зарралар физикаси



CERN-даги КМС детекторида Хиггс бозонини аниқлаш жараёнини моделлаштириш.

Зарралар физикасидаги ҳал қилинмаган масалалар икки синфга бўлинади. Биринчиси, ҳамма нарса нимадан ясалганлиги ва нима учун қандай қилиб курилганлиги, шунингдек, мумкин бўлган янги зарралар ва ўзаро таъсирларни излашдир. Иккинчиси - аллақачон маълум бўлган ҳодисалар аллақачон маълум бўлган зарралардан қандай ҳосил бўлишидир.

**Хиггс механизми.** Қанча Хиггс бозони бор? Улар стандарт моделда тасвирланганми?

**Иерархия муаммоси.** Нима учун тортишиш кучи бу қадар кучсиз? У фақат Планк шкаласида катта бўлади, чунки энергияси  $10^{19}$  ГеВ бўлган зарралар учун жуда заиф, бу электро заиф масштабдан анча паст (кам энергия физикасида доминант энергия 100 ГеВ). Нима учун бу масштаблар бир-биридан жуда фарқ қилади? Хиггс бозон массаси сингари электрқучсиз миқёсдаги миқдорларни Планк тартибининг миқёсида квант тузатишларини олишига нима халақит беради? Ушбу муаммонинг ечимини супер симметрия, кўшимча ўлчамлар ёки шунчаки антропик усул билан аниқлайдиларми?

**Магнит монополи.** "Магнит заряд" нинг зарралари - ташувчилари ҳар қандай ўтган даврларда юқори энергияга эга бўлганми? Агар шундай бўлса,



бугун борми? (Пол Дирак баъзи турдаги магнит монополларнинг мавжудлиги заряднинг квантланишини тушунтириши мумкинлигини кўрсатди.

Протоннинг парчаланиши ва Буюк бирлашиш. Квант майдони назариясининг уч хил квант механик фундаментал ўзаро таъсирини қандай бирлаштириш мумкин?

Протон бўлган энг энгил барион нима учун мутлақо барқарор? Агар протон беқарор бўлса, унинг ярим емирилиш даври қанча?

**Суперсимметрия.** Космоснинг супер симметрияси табиатда амалга ошириладими? Агар шундай бўлса, супер симметрияни бузиш механизми қандай? Супер-симметрия юқори квантли тузатишларнинг олдини олиш билан электро заифлик шкаласини барқарорлаштирадими? Қоронғу материя энгил супер симметрик зарралардан иборатми?

**Модданинг авлодлари.** Кварклар ва лептонларнинг учдан ортиқ авлодлари борми? Наслларнинг сони космик ўлчов билан боғлиқми? Нега авлодлар умуман мавжуд? Биринчи принципларга асосланиб баъзи бир кваркларда ва лептонларда баъзи авлодларда масса мавжудлигини тушунтира оладиган назария борми (ўзаро таъсирнинг Юкава назарияси)?

**Фундаментал симметрия ва нейтринолар.** Нейтриноларнинг табиати қандай, уларнинг массаси қандай ва улар олам эволюциясини қандай шакллантирган? Нега энди Коинотда материя антимоддадан кўпроқ? Коинот пайдо бўлишида қандай кўринмас кучлар мавжуд бўлган, аммо коинотнинг ривожланиши давомида ғойиб бўлган?

**Квант майдони назарияси.** Релятивистик маҳаллий квант майдон назарияси принциплари ноанъанавий тарқалиш матрицаси мавжудлигига мос келадими?

**Массасиз зарралар.** Спинсиз массасиз зарралар нега табиатда мавжуд эмас?

### **Ядро физикаси**

**Квант хромодинамикаси.** Кучли таъсир ўтказадиган материянинг фазавий ҳолатлари қандай ва улар космосда қандай рол ўйнайди? Нуклонларнинг ички тузилиши қандай? КХД кучли таъсир ўтказувчи модданинг қандай хусусиятларини башорат қилади? Кварклар ва глюонларнинг пи-мезонлар ва нуклонларга ўтишини нималар бошқаради? Глюонлар ва глюонларнинг ўзаро таъсирлари нуклонлар ва ядроларда қандай аҳамиятга эга? КХДнинг асосий хусусиятларини нима аниқлайди ва уларнинг тортишиш кучи ва макон-вақт табиати билан қандай алоқаси бор?

**Атом ядроси ва ядро астрофизикаси.** Протон ва нейтронларни барқарор ядроларга ва ноёб изотопларга боғлайдиган ядро кучларининг табиати қандай? Оддий заррачаларнинг мураккаб ядроларга бирикишининг сабаби нимада? Нейтрон юлдузлари ва зич ядро материясининг табиати қандай? Космосдаги

элементларнинг келиб чиқиши нима? Юлдузларни кўзгатадиган ва уларнинг портлашига олиб келадиган ядро реакциялари қандай?

**Барқарорлик ороли.** Мавжуд бўлиши мумкин бўлган энг оғир барқарор ёки метастабил ядро нима?

**Ўтаоқувчанлик.** Икки суяқ Ландау назарияси ва макроскопик тўлқин функцияси градянларини ҳисобга оладиган назарияни бирлаштирган суперўтказувчи суяқликнинг изчил квант гидродинамик назарияси яратилмаган.

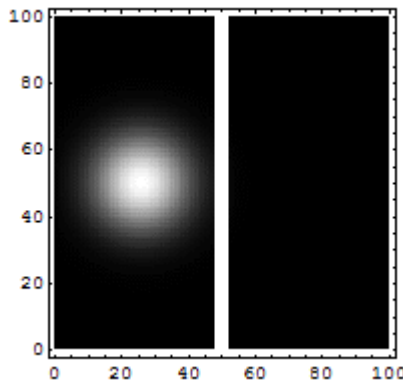
Суперўтказувчиларнинг макроскопик назарияси кузатувчи ва квант тизимининг ўзаро таъсирини ҳисобга олмайди. Бу ортиқча суяқлик учун зарурми?

Квант ёндашувида заррачаларнинг ўзаро таъсирини ҳисобга олиш масаласи ҳал қилинмаган.

Суперфлуид тизимларда релятивистик таъсирларни кузатиш мумкинми?

Квант механикасининг мавжуд формуласи биринчи принциплардан ортиқча суяқлик тизимининг тавсифини олишга имкон бермайди. Суперўтказувчи тизимларнинг массаси катта ва де-Бройл тўлқин узунлиги ўлчов мосламасининг ўлчамига таққосланади. Суперўтказувчи ҳодиса ўлчов пайтида тўлқин пакетининг камайиши тўғрисида квант механикасининг эски парадоксини янгича тушунишга олиб келадими?

### Бошқа муаммолар



**Туннел эффекти** - квант механикаси шуни кўрсатадики, электронлар потенциал тўсиқни енгиб чиқиши мумкин, бу тажриба натижалари билан тасдиқланган. Аксинча, классик механика бунинг иложи йўқлигини тахмин қилмоқда.

**Квант механикаси ва мослик принципи** (баъзан квант бетартиблиги деб ҳам аталади). Квант механикасининг афзал талқинлари мавжудми? Ҳолатларнинг квант суперпозицияси ва тўлқин функцияси қулаши ёки квант декоҳеренцияси каби элементларни ўз ичига олган ҳақиқатнинг квант тавсифи қандай қилиб биз кўриб турган ҳақиқатга олиб келади? Худди шу нарсани ўлчов

муаммоси ёрдамида шакллантириш мумкин: тўлқин функциясини маълум бир ҳолатга келтирадиган "ўлчов" нима?

**Физик ахборотлар.** Қора ўралар ёки тўлқин функциясининг қулаши каби физик ҳодисалар мавжудми, улар аввалги ҳолатлари ҳақидаги маълумотни қайтариб бўлмайдиган даражада йўқ қиладими?

**Ҳамма нарса назарияси** ("Буюк бирлашиш назариялари") Барча асосий физик константаларнинг маъносини тушунтирадиган назария борми?

Нима учун стандарт моделнинг ўзгарувчанлиги қандай бўлса, нима учун кузатилган бўш вақт 3 га тенг + 1 ўлчовлар ва шунинг учун физика қонунлари қандай бўлса, шундайми? Вақт ўтиши билан "фундаментал физик константалар" ўзгарадими? Зарралар физикасининг стандарт моделидаги зарралар аслида бошқа заррачалардан иборат бўлиб, уларни шу қадар маҳкам боғланганки, уларни ҳозирги тажриба энергиясида кузатиш мумкин эмасми? Ҳали кузатилмаган фундаментал зарралар борми ва агар шундай бўлса, улар нима ва уларнинг хусусиятлари қандай? Назария физикадаги бошқа ҳал қилинмаган муаммоларни тушунтиришга имкон берадиган кузатилмайдиган асосий кучлар мавжудми?

**СП-симметрияси.** Нима учун СП-симметрия сақланмайди? Нима учун у кузатилган жараёнларнинг аксарият қисмида сақланиб қолган?

**Яримўтказгичлар физикаси.** Яримўтказгичларнинг квант назарияси битта яримўтказгич константасини аниқ ҳисоблай олмайди.

**Квант физикаси.** Кўп электронли атомлар учун Шредингер тенгламасининг аниқ ечими номаълум.

Икки нурни битта тўсиқ билан сочиш масаласини ҳал қилишда сочилиш кесими чексиз катта бўлиб чиқади.

Фейнманиум: Атом рақами 137 дан юқори бўлган кимёвий элементга нима бўлади, натижада  $1c^1$  электрони ёруғлик тезлигидан ошиб кетиши керак бўлади (Бор атом моделига кўра)? Фейнманиум жисмонан мавжуд бўлиши мумкин бўлган сўнгги кимёвий моддами? Муаммо тахминан 137 хужайрада намоён бўлиши мумкин, бу ерда ядровий заряд тақсимотининг кенгайиши сўнгги нуқтага етади.

**Статистик физика.** Ҳар қандай физик жараён учун миқдорий ҳисоб-китобларни амалга оширишга имкон берадиган қайтарилмас жараёнларнинг систематик назарияси мавжуд эмас.

**Квант электродинамикаси.** Электромагнит майдоннинг нол нуқтали тебранишларидан келиб чиқадиган тортишиш эффектлари борми?

Юқори частотали майдонда квант электродинамикасини ҳисоблашда бир вақтнинг ўзида натижанинг аниқлиги, релятивистик инвариантлик ва бирликка

тенг барча муқобил эҳтимолликлар йиғиндиси шартларини қандай бажариши маълум эмас.

Электромагнит майдоннинг нол энергиясини ҳар қандай кузатиладиган физик катталиқ билан таққослаш мумкинми?

**Биофизика.** Протеин макромолекулалари ва уларнинг комплексларининг конформацион бўшашиши кинетикаси учун миқдорий назария мавжуд эмас.

Биологик тузилмаларда электронларнинг ўтказилишининг тўлиқ назарияси мавжуд эмас.

**Ўтаўтказувчанлик.** Модданинг тузилиши ва таркибини билиб, унинг ҳарорат пасайиши билан ўтаўтказувчан ҳолатга ўтишини назарий жиҳатдан тахмин қилиш мумкин эмас. Ўтаўтказувчи материални хона ҳароратида барқарор ҳолатда олиш мумкинми?

**Қаттиқ жисмлар физикаси.** Магнитланиш, иссиқлик сиғими, электр ўтказувчанлиги ва бошқа макроскопик миқдорларни маълум кристал тузилиши, кристалдаги атомларнинг электрон қобиғи ва юқори магнитли моддалар учун микродунёнинг бошқа параметрлари асосида ҳисоблашнинг иложи йўқ.

(ферромагнетиклар, антиферромагнетиклар и ферримагнетиклар)

Ацентрик қаттиқ моддаларнинг миқдорий микроскопик назарияси мавжуд эмас, бу аралашмаларнинг тури, концентрацияси ва тарқалишини ва структура нуқсонларини ҳисобга олади.

## 2. Космомикрофизика

Космомикрофизика - бу космик физика ва элементар заррачалар физикаси муаммоларини ўрганиш билан шуғулланадиган фанлараро йўналиш бўлиб, микро ва макро дунё қонунларининг чуқур ўзаро боғлиқлиги ғоясига асосланади. XX асрнинг 80-йилларида пайдо бўлган. Ҳозирги босқичда тезлашиши билан Олам кенгайишининг кашф этилиши, қоронғу материянинг кашф қилиниши космомикрофизиканинг пайдо бўлишига олиб келди. Ушбу ҳодисаларни тушунтириш учун инфляцион олам, қоронғу энергия ва қоронғу материянинг космологик назариялари илгари сурилган. Ушбу космологик назариялар зарралар физикаси орқали материянинг янги шакллари тавсифлашни талаб қилди. Космомикрофизика шунингдек, тортишиш муаммоси билан элементар зарралар физикаси ўртасида назарий ва экспериментал алоқани ўрнатди.

Лаборатория шароитида супермассив ёки ультра заиф ўзаро таъсир қилувчи зарраларнинг рухсат этилган хусусиятларини ўрганиш учун билвосита таъсир жуда кам.

Бундай таъсирлар нейтрино массаси,  $CP$ -Н бузилиши, барион ва лептон сонларининг сақланиб қолмаслиги (нейтрин тебранишларида, икки марта

нейтриносиз бета-парчаланиш, протон емирилиши ва нейтрон-антинейтрон ёки водород-антигидроген тебранишларида акс этади).

Кенгайтирилган яширин секторни тўғри танлаш муаммоси табиатнинг барча 4 та асосий кучларини, шу жумладан тортишиш кучини тавсифловчи "ҳамма нарса назарияси" (ТОЕ -- theories of everything) моделларини ўрганишда айниқса кузатилади.

Бундай тавсиф ўлчов симметриясининг кетма-кет кенгайишидан келиб чиқиши мумкин, масалан, супергравитацияда бўлгани каби маҳаллий ўлчов моделлари ва супер симметриянинг комбинациясидан. Бу ерда умумлаштириш ички симметрияларнинг кенгайишидан фазо-вақт симметрияларига тўғри келади.

Муқобил ёндашув заррачаларнинг ўзаро таъсирини тавсифлаш учун макон-вақт геометриясини умумлаштиришга асосланади. Геометрик ёндошиш асосий кучларни фазовий вақтнинг қўшимча ўлчамлари билан боғлаб, фазовий вақтнинг симметриясини элементар заррачалар симметрияси билан тўлдиради.

Инфляция ва бариосинтезни тавсифлашни талаб қиладиган кўплаб турли хил физик механизмлар мавжуд. Яширин масса зарралари роли учун жуда кўп турли номзодлар мавжуд.

Афсуски, инфляция ва баросинтез содир бўлган дастлабки коинотни ҳам, яширин массани ҳам тўғридан-тўғри астрономик усуллар билан кузатиш мумкин эмас. Шунинг учун турли космологик сценарийлар ва улар асосида ётадиган элементар заррачалар моделлари билан боғлиқ вариантларни тўғри танлаш учун билвосита усуллар тизимини ишлаб чиқиш зарур.

### **3. Космик микрофизикадаги муаммолар**

Муаммо шундаки, космологик ва физик параметрларнинг макони, умуман олганда, кўп ўлчовли, чунки инфляция ва баросинтезнинг турли механизмларининг физик асослари ҳамда яширин массанинг ҳар хил шакллари ҳар хил физик мулоҳазалардан келиб чиқади ва нафақат зид эмас, балки ўзаро бир-бирини тўлдиради.

Бошқа томондан, элементар заррачалар моделларини космологик текширишда, умуман олганда, инфляция, баросинтез ва яширин массанинг физик асосларини аниқ амалга оширилишини ҳамда танланган реализацияга мос келадиган космологик сценарийнинг қўшимча модификациясини ҳисобга олиш керак.

Хулоса қилиш мумкинки, элементар заррачалар физикасининг ички ривожланиши бизни микродунё физикаси асосларини космологик текширишга ўтишга мажбур қилади. Бошқа томондан, замонавий космологиянинг физик



принциплари замонавий тўғридан-тўғри экспериментал усуллар учун мавжуд бўлмаган минтақада жойлашган.

Бирламчи магнит каби ултра юқори энергия физикасининг ҳар қандай қолдиқларини топиш, тўплаш ва тўғридан-тўғри ўрганиш тахминий имкониятидан ташқари, ушбу физикани текширишнинг янги нейтрал усулларини излашга мурожаат қилиш керак.

Макро - ва микромоделлар асослари ўртасидаги ўзаро боғлиқликни аниқ ўрганиш ва уларни ўрганишнинг тўғридан-тўғри экспериментал ва астрономик усулларининг амалда йўқлиги космомикрофизикани яратишга олиб келди, бу уларнинг асосларини билвосита намоён бўлишининг таъсирини ҳар томонлама таҳлил қилиш асосида ўрганади.

Билвосита тадқиқот усулларини бундай бирлаштириш зарурати ҳам космология, ҳам микрофизиканинг асосий муаммоси - Уроборос муаммосидан келиб чиқади: Замонавий космологиянинг физик асослари элементар зарралар назариясининг башоратига асосланади, бу эса ўз навбатида уларни текшириш учун космологияга айланади. Шу сабабли, энг катта ва энг кичик миқёсда фундаментал физиканинг етакчисида бўлиш, на космология, на зарралар физикаси, уларнинг тўғридан-тўғри тадқиқот усуллари қанчалик сезгир бўлишидан қатъий назар, уларнинг асосларини алоҳида ўргана олмайди. Ушбу пойдеворлар шу қадар чамбарчас боғланганки, уларни амалда ажратиб бўлмайди. Шундай қилиб, бизнинг макро ва микроолам ҳақидаги билимларимиз чегаралари бирлашади ва "Оуроборос" сирли илони унинг думини ютиб юбориб, фундаментал физика ўзининг бир ўлчовли ривожланишида юзага келадиган муаммоли доиранисининг рамзий маънога эга.

Космомикрофизика ушбу айланадан чиқиб кетишнинг нейтрал йўлини таклиф қилиб, космология асослари ва микроолам физикасининг ўзаро боғлиқлигидан келиб чиқади ва бу асосларни билвосита космологик, астрофизик ва микрофизик таъсирларнинг мураккаб бирикмасида ўрганиш учун асосий имкониятни очиб беради.

Бошланғич зарралар физикасида космомикрофизика "ҳамма нарса назарияси" ТОЕ -- theories of everything)нинг қурилишига йўл очади, табиатнинг асосий кучларининг ягона назарияси, унинг асослари билвосита бўлса-да, аммо шунга қарамай, тажрибалар ва кузатувларда ҳақиқий текширувга айланади.

Коинот назариясида у оламнинг тузилиши ва эволюциясини жисмонан ўз-ўзидан изчил тавсифлаб, физик космологияга йўл очади.

Дарҳақиқат, космомикрофизика бутун дунёни энг кичик ва энг катта миқёсдаги тузилишининг фундаментал муносабатларида ўрганади. У космология ва зарралар физикасининг асослари шу қадар ўзаро боғлиқ бўлган олам тизимини кўриб чиқадики, тўлиқ космологик сценарий заррачаларнинг



бирлаштирилган назариясига асосланади ва элементар зарралар назарияси космологик жиҳатдан ҳаётга мос келади. Космомикрофизиканинг биринчи бошланиши коинот тизими мавжудлигидир.

Коинот тизими элементар зарралар физикаси, астрофизика ва космология жараёнларини белгилайдиган асосий параметрлар ўртасида мосликни ўрнатади ва шу билан микроскопик ва макроскопик таъсирлар ўртасида миқдорий аниқ алоқани ўрнатади.

Элементар зарраларнинг асосий хусусиятлари, астрофизик ва космологик параметрлари ўртасидаги бундай алоқалар тизимининг мавжудлиги космомикрофизиканинг иккинчи тамойилининг моҳиятидир.

Ва ниҳоят, коинот тизимини тавсифловчи параметрлар сони элементар зарралар физикасида, астрофизикада ва космологияда ушбу параметрлар билан белгиланадиган мустақил намойишлар сонидан кам бўлиши керак, шу билан космомикрофизик синовларининг тўлиқлигини таъминлайди - космомикрофизиканинг учинчи принципи шундай шаклланади.

### ***Мустаҳкамлаш учун саволлар:***

1. Экспериментал физиканинг вазифаларини тушунтиринг.
2. LIGO лазер интерферометрининг тортишиш тўлқинлари обсерваторияси қандай вазифаларни амалга ошириди?
3. Экспериментал физика экспериментал тадқиқотнинг қандай усулидан фойдаланади?
4. Квант тортишиш кучи нима ва у қандай назария асосида қурилган?
5. Қора ўралар нима ва қора ўрадаги маълумотларнинг йўқолиши нимага сабаб бўлди?
6. Фазовий вақт ўлчови нима?
7. Коинотнинг инфляциян моделини тушунтиринг.
8. Мультикоинот нима?
9. Квант физикасида локал бўлмаган ҳодисалар мавжудми?
10. CERN-даги КМС детекторида Хиггс бозонини аниқлаш жараёнини моделлаштириш механизмларини тушунтиринг.
11. Космомикрофизика нима ва у нимани ўрганади?
12. Космик микрофизикадаги муаммолар нималардан иборат?

### **Фойдаланган адабиётлар рўйхати**

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. - Т. 698, № 2.- С. 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. —Т. 698, № 1. — С. 14-20.
5. Тельнов В.И. Современная экспериментальная физика Новосибирский Государственный университет.
6. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physicallyself-consistent basis of modern cosmology // *Гравитация и космология.* — 2001. — Т. 7. — № 3. — с. 183—188.
7. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // *Гравитация и космология.* — 1997. — Т. 3. — № 1. — с. 43-47.
8. Хлопов М. Ю. Космомикрофизика. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 112 с. — ISBN 5-354-00288-5.
9. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строеие и эволюция Вселенной. М., 1975; Зельдович Я. Б., Хлопов М. Ю. Масса нейтрино в физике элементарных частиц и космологии ранней Вселенной // *Успехи физических наук.* 1981. Т. 135. № 9; Сахаров А. Д. Космомикрофизика – международная наука // *Вестник АН* 1989. № 4;
10. Хлопов М. Ю. Основы космомикрофизики. М., 2004.
11. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 145—148. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
12. Засов А. В., Постнов К. А. *Общая Астрофизика.* — Фрязино: Век 2, 2006. — С. 421—432. — 496 с. — ISBN 5-85099-169-7.
13. Горбунов Д. С., В. А. Рубаков. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. — М.: ЛКИ, 2008. — С. 45—80. — 552 с. — 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. Дата обращения 4 декабря 2010. Архивировано 16 августа 2012 года. (from NASA's WMAP Documents page)

15. Planck Collaboration. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters. — arXiv:1303.5076.
16. Майкл Роуэн-Робинсон. Космология = Cosmology / Перевод с английского Н. А. Зубченко. Под научной редакцией П. К. Силаева. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — С. 96—102. — 256 с. — ISBN 976-5-93972-659-7.
17. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology
18. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. — М.: УРСС, 2002. — С. 251—259. — 384 с. — 1700 экз. — ISBN 5-354-00058-0.
19. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М., 2002. — С. 144. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
20. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 104—106. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
21. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.
22. Д. С. Горбунов, В. А. Рубоков. Джинсовская неустойчивость в ньютоновой теории тяготения // Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. — М.: Краснад, 2010. — С. 335—371. — 568 с. — ISBN 978-5-396-00046-9.
23. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. Reheating after inflation. — Phys. Rev. Lett., 1994.
24. Астрономия XXI век / Под ред. В. Г. Сурдина. — 2-е. — Фрязино: Век 2, 2008. — С. 414—416. — 608 с. — ISBN 978-5-85099-181-4.
25. Victor J Stenger. Is the Universe fine-tuned for us? (англ.).
26. Архивировано 16 июля 2012 года.
27. Tegmark Max. The Interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words?. — Fortschritte der Physik, 1998.
28. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. — 1999. — 464 с. — 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. Горбунов Д. С., Рубоков В. А. Джинсовская неустойчивость в ньютоновой теории тяготения // Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. — М.: Краснад, 2010. — 568 с. — ISBN 978-5-396-00046-9.

34. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — М.: Физматлит, 2006. — С. 493—494. — (Теоретическая физика).

#### **4- мавзу: Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар. Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари натижаларини таълимда қўллаш. (2 соат)**

##### **Режа:**

1. Тезлаткичлар - зарралар физикаси.
2. Нанотехнологиялар.
3. Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар.
4. Янги фанларнинг шаклланиши ва уларнинг юзага келишидаги асослар.

**Таянч иборалар:** нанофизика, нанотехнология, тадқиқот, тезлаткичлар, зарралар.

##### **1. Тезлаткичлар - зарралар физикаси**

**Тезлагкичлар** (ядро физикаси да) — электр майдони ёрдамида юқори энергияли зарядланган зарралар (электронлар, протонлар, атом ядролари ва б.) олиш учун мўлжалланган қурилмалар.

Зарралар қурилманинг вакуум камерасида ҳаракатланади; уларнинг ҳаракати (траекторияси шакли)ни магнит майдони (баъзан, электр майдони) билан бошқариб турилади. Зарраларнинг траекториясига кура, Тезлаткичлар циклик ва чизикли, тезлатувчи электр майдони характериға кўра, резонанс ва норезонанс турларға бўлинади (норезонанс Тезлаткичларнинг индукцион ва юқори вольтли хиллари бор). Циклик Тезлаткичлар жумласига электронлар Тезлаткичлари (бетатрон, микротрон, синхротрон) ва оғир зарралар (протонлар ва б.) тезлаткичлари (синхрофазотрон, фазотрон, циклотрон) киради.

Бетатрондан бошқа барча циклик Тезлаткичлар резонанс Тезлаткичлар ҳисобланади. Юқори вольтли чизикли Тезлаткичлар энергияси 30 МэВ бўлган жадал зарралар дастасини ҳосил қилади. Энг юқори (20 ГэВ) энергияли электронларни резонанс Тезлаткичлар, энг юқори (500 ГэВ) энергияли протонларни синхрофазотронлар ҳосил қилади. Бирламчи тезлатилган зарралар дастасидан ташқари, Тезлаткичлар бирламчи зарраларни моддалар билан ўзаро

таъсиридан ҳосил бўлувчи иккиламчи зарралар (мезонлар, нейтронлар, фотонлар ва б.) дастаси манбаи ҳам ҳисобланади.

Ўзбекистанда ионлар, протонлар ва гелий ионларидан ташкил топган 209 МэВ ли У115М тезлаткичлар, шунингдек, 14 МэВ ли НГ150 тез нейтронли тезлаткич генератор, 50 МэВ ли СБ50 катта токли бетатрон, ток кучи 20 МкА ва энергияси 2 МэВ ли ЭГ2 электростатик генератор ва ток кучи 10 мкА, қуввати 22 МэВ ли МТ22С микротрон мавжуд.

Тезлаткичлар ҳозирги замон физикасининг асосий қурилмаларидан бири. Юқори энергияли зарралар дастасидан элементар зарраларнинг табиати ва хоссаларини тадқиқ қилишда, атом ядроси ва қаттиқ жисм физикасида, дефектоскопияда, беморларни нур билан даволаш ва бошқа соҳаларда фойдаланилади.

Тезлаткичлар зарралар физикасининг асосий қуроли ҳисобланади. Бу соҳада олиндиган барча билимлар тезлашган зарралар тўқнашишини ўрганиш орқали олинади. Иккинчи томондан эса барча илгари суриладиган назарияларни ҳам “элак” дан ўтказиб уларнинг тўғрилиги ҳам тезлаткич натижаларига қараб аниқланади.

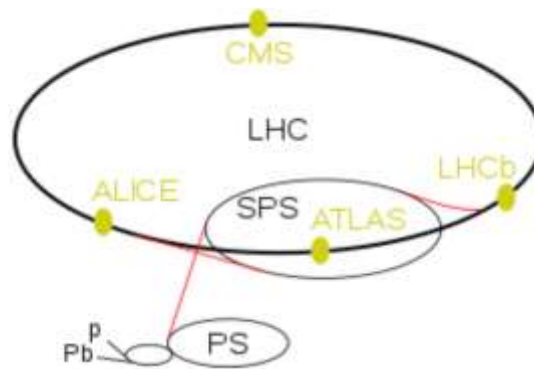
Ўтган асрнинг 30-йилларидан бошлаб тезлаткичлар ишлатиб келинган. Дастлабки шундай қурол сифатида Ж.Томсон ва Резерфорд тажриба ускуналарини келтириш мумкин. Кейинчалик синхротрон, синхрофазотрон, чизиқли тезлаткич, коллайдерлар каби турли усулда зарраларни тезлаштирувчи қурилмалар юзага кела бошлаган.

Катта адрон коллайдери - КАК (инглизчада Large Hadron Collider – LHC) ҳозирда дунёдаги энг катта тезлаткич, зарядланган зарраларни қарама-қарши йўналишларда тезлатиб тўқнаштириш натижасида ҳосил бўладиган зарралар табиатини ўрганишга мўлжалланган янги авлод қурилмаси. Унда протонлар ва оғир ионлар (кўрғошин ионлари) юқори энергияларда тезлаштирилади ва ҳосил бўлган зарралар хусусиятлари ўрганилади. Бу коллайдер SERN (Европа Ядро Тадқиқотлари Маркази) да, Женева шаҳри яқинида, Швецария ва Франция чегарасида қурилган.

Катта адрон коллайдери қурилишида 100 дан ортиқ мамлакатлардан келган 10 мингдан ортиқ олим ва муҳандислар иштирок этишган. Бу тезлаткичнинг “Катта” деб аталишига сабаб унинг ўлчамларидир. Асосий ҳалқасининг узунлиги 26 659 метрни ташкил қилади. “Адрон” дейилишининг сабаби унда кварклардан тузилган оғир зарралар, яъни адронлар тезлаштирилади.

“Коллайдер” (инглизчада collider – сталкиватель) дейилишига сабаб унда зарралар дасталари қарамақарши йўналишларда тезлаштирилади ва махсус нуқталарда уларнинг тўқнашувлари содир қилинади.





### КАК нинг детекторлари ва бирламчи тезлаткичлари

Протонлар  $p$  (ва  $Pb$  - кўрғошиннинг оғир ионлари) нинг бирламчи тезлатилиши чизикли тезлаткичларда, мос ҳолда  $p$  ва  $Pb$  нуқталарда бошланади. Кейин зарралар протон синхротрон (PS) бустерига ўтказилади. Ундан кейин протон суперсинхротрони (SPS) га, кейин эса КАК туннелига ўтади. Схемада кўрсатилмаган TOTEM ва LHCf детекторлари мос ҳолда CMS ва ATLAS детекторлари билан ёнма-ён жойлашган. Катта адрон коллайдерининг асосий вазифаси – зарралар билан бўладиган жараёнларни Стандарт модел доирасида баён қилишда олинadиган натижаларнинг тажриба натижаларидан озгина бўлса ҳам оғиш оғмаслигини катта ишонч билан аниқлашдан иборат.

1990-йилларнинг охирида мавжуд 4 та ўзаро таъсирнинг 3 тасини – кучли, электромагнит ва кучсиз ўзаро таъсирларни бирлаштирган Стандарт модел (СМ) ишлаб чиқилди. Гравитацион ўзаро таъсир эса ҳалигача Умумий нисбийлик назарияси (УНН) доирасида баён қилинади. Шундай қилиб, ҳозирда фундаментал ўзаро таъсирлар 2 та умум қабул қилинган назариялар – УНН ва СМ орқали баён қилинади. Бу назарияларни бирлаштириш квант гравитация назариясини яратиш қийинлигидан ҳалигача амалга ошмади.

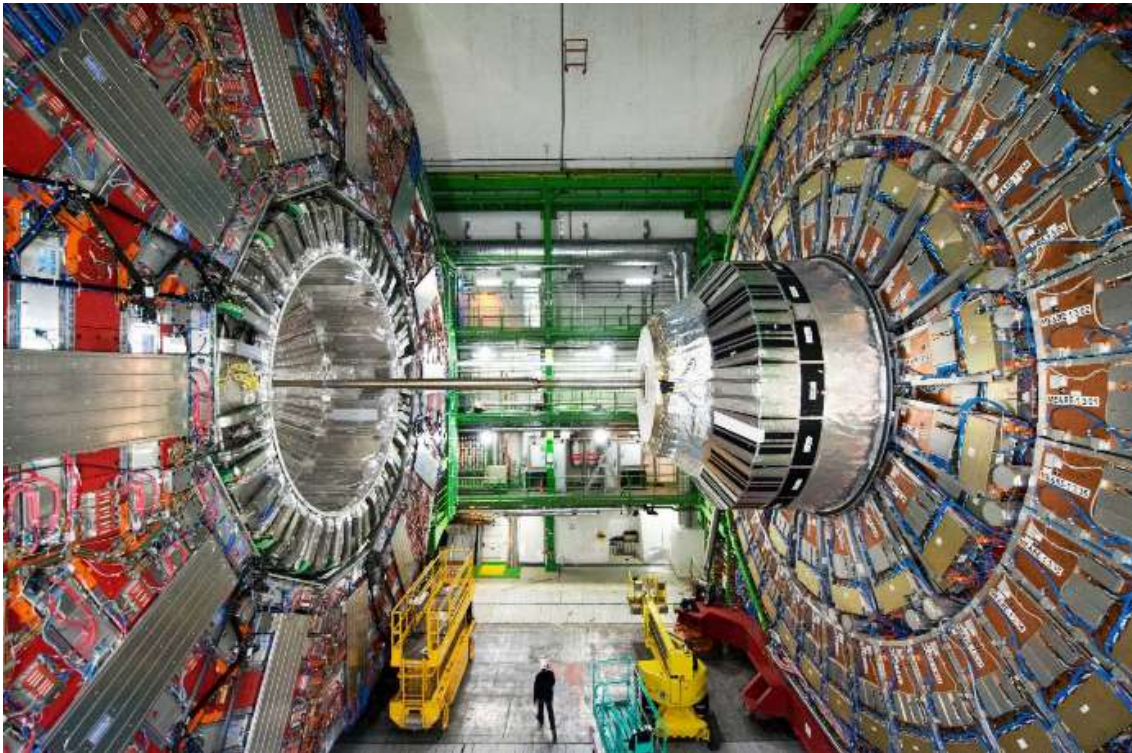
Стандарт модел элементар зарраларнинг якуний назарияси ҳисоблана олмайди. Бу модел микродунё тузилиши назариясининг маълум қисми, яъни коллайдерларда 1 ТеВ дан кичик энергияларда экспериментларда кузатиладиган бир қисми бўлиши мумкин. Бу назарияни “Янги физика” ёки “Стандарт моделдан ташқаридаги” назария деб аташади. Шу сабабли Катта адрон коллайдерининг бош вазифаси элементар зарралар назарияси Стандарт моделга қараганда анча юқори даражадаги назария эканлигига бирор “ишора” ни топишдан иборат.

Барча ўзаро таъсирларни битта назария доирасида бирлаштириш учун ҳар хил усуллар қўлланилмоқда: торлар назарияси, М-назариялар, супергравитация назарияси, квант гравитацияси ва бошқалар. Уларнинг айримлари ўз ички муаммоларига эга ва бирортаси тажрибада тасдиқланган натижага эга эмас.



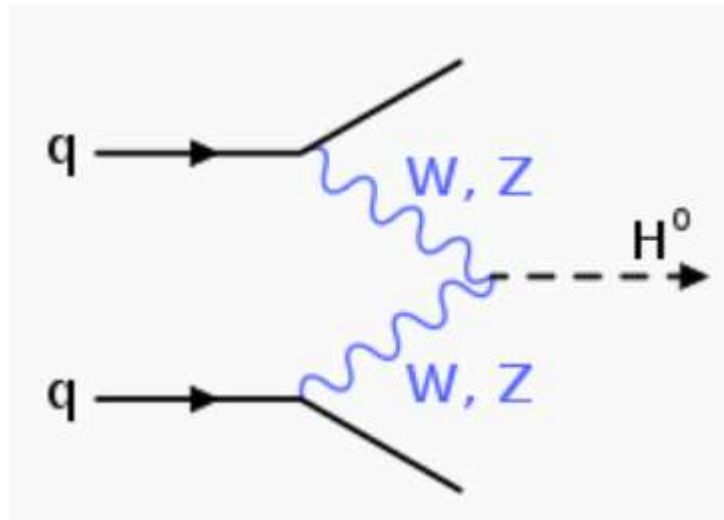
Асосий муаммо эса эксперимент ўтказиш учун мавжуд тезлаткичларда эришиш мумкин бўлмаган энергиянинг зарурлигидир.

Катта адрон коллайдери эса айнан шундай энергияларда эксперимент ўтказишга ва мавжуд моделларнинг тўғри ёки нотўғри эканлигини аниқлашга имкон беради. Масалан, 4 тадан юқори ўлчамга эга кўплаб физик назариялар мавжуд ва бу назариялар “суперсимметрия” мавжудлигини илгари суради. Масалан, торлар назарияси ёки бу назария суперторлар назарияси ҳам дейилади, чунки суперсимметриясиз бу назария ўз маъносини йўқотади.



Катта Адрон коллайдери

Суперсимметрия мавжудлигининг экспериментда тасдиқланиши бу назарияларнинг тўғрилигини тасдиқлаган бўларди. Топ-кварк -енг оғир кварк ҳисобланади. Сўнги Теватрон натижаларига кўра унинг массаси  $173 \pm 3.11$  GeV/c<sup>2</sup> га тенг. Массаси оғирлигидан бу кварк ҳозирга қадар фақат битта тезлаткич – Теватронда (Фермилаб, АҚШ) кузатилди. Бошқа тезлаткичларда унинг ҳосил бўлиши учун энергия етишмади. Иккинчи томондан топ - кваркнинг ўзи физиклар учун қизиқ бўлиб қолмасдан, бу кварк Хиггс бозонини ўрганиш учун “инструмент” вазифасини ҳам бажаради. Чунки Хиггс бозони катта адрон коллайдерида топ-кварк – антикварк жуфтлиги билан биргаликда туғилади, яъни ҳосил бўлади. Шундай Хиггс зарраларининг тўғилишини фондан ишончли ажратиб олиш учун олдиндан топ – кварклар хоссаларини яхшилаб ўрганиш зарур. Электрозаиф симметрия механизмини ўрганиш катта аҳамиятга эга.



$W$ - ва  $Z$  -бозонлар туғилишини кўрсатувчи Фейнман диаграммалари нейтрал Хиггс бозонининг ҳам туғулишини кўрсатади. Катта адрон коллайдерининг асосий мақсадларидан бири айнан шу Хиггс бозонининг мавжудлигини исботлаш эди.

Хиггс бозонининг мавжудлиги шотланд физиги Питер Хиггс томонидан 1964-йилда Стандарт модел доирасида башорат қилинган. Хиггс бозони Хиггс майдони кванти деб фараз қилинади. Бу майдон орқали зарралар ўтганда маълум қаршиликка учрайди ва массага эга бўлишади. Хиггс бозони ностабил ва катта масса ( $120 \text{ GeV}/c^2$  дан катта) га эга. Хиггс бозонининг ўзидан ташқари бу мезон электрозаиф ўзаро таъсирда симметрия бузилишининг Хиггс механизмини ҳам таъминлаши кераклиги сабабли ҳам унинг экспериментда тасдиқланиши ўта муҳимдир. Кварк-глюон плазма ҳолатини ўрганиш ҳам муҳим физик масалалардан биридир. Коллайдерда ҳар йили 1 ой мобайнида ядролар тўқнашиши содир қилинади. Бунда кўрғошин ядролари тезлатилади ва детекторларда бу ядролар тўқнашиши содир қилинади. Ядроларнинг бундай ултрарелятивистик тезликларда ноэластик тўқнашишида қисқа вақт давомида зич ва иссиқ ядро моддасининг ҳосил бўлиши ва кейинчалик унинг парчаланиши содир бўлади. Бунда модданинг кварк-глюон плазма ҳолатига ўтиши ва кейинчалик совуши кузатилади. Бу ҳодисани ўрганиш ва тушуниш мукамал кучли ўзаро таъсир назариясини қуриш учун зарурдир. Бу муаммони ўрганиш Ядро физикаси ва Астрофизика учун ҳам ўта фойдалидир.

Суперсимметрия назариясини асослаш ҳам катта адрон коллайдери мақсадларидан биридир. Бу назарияга кўра ҳар бир элементар зарра жуда оғир массали жуфтига, яъни “суперзарра” сига эга. Фотон-адрон ва фотон-фотон тўқнашишларни ўрганиш Катта адрон коллайдерида ўрганиладиган жараёнлардан биридир.

Маълумки, электромагнит ўзаро таъсир фотонлар (айрим ҳолларда виртуал фотонлар) алмашиши орқали содир бўлади. Бошқача айтганда фотонлар

электромагнит майдон ташувчилари ҳисобланади. Протонлар электр зарядига эга ва шу сабабли электростатик майдон билан ўралган. Шу сабабли бу майдонни виртуал фотонлар булути деб фараз қилишимиз мумкин. Ҳар қандай протон, айниқса, релятивистик протон ўз атрофида шундай виртуал зарралар булутини ҳосил қилади. Бу виртуал зарралар булути протоннинг таркибий қисми ҳисобланади. Протонлар ўзаро тўқнашганда ҳар бир протонни ўраб турган бу виртуал зарралар ҳам ўзаро тўқнашадилар. Зарраларнинг ўзаро тўқнашиш жараёни математик нуқтайи назардан қатор тузатмаларга эга ва бу тузатмаларнинг ҳар бири ушбу виртуал зарралар ўзаро таъсирини акс эттиради. Бунини Фейнман диаграммаларида кўриш мумкин. Шу сабаб протонлар тўқнашишини тадқиқ қилишда юқори энергиялардаги модданинг фотонлар билан ўзаро таъсири ҳам бевосита ўрганилади ва бу тадқиқотлар назарий физика учун катта аҳамиятга эга. Шу билан бирга алоҳида турдаги жараёнлар – протонлар ўзаро тўқнашишида икки фотоннинг ўзаро таъсир ва фотон-адрон ўзаро таъсир жараёнлари ҳам ўрганилади. Ядролар ўзаро таъсирида, ядролар электр зарядининг катталиги сабабли, электромагнит жараёнларнинг таъсири янада юқори бўлади.

Экзотик назарияларни текшириш ҳам Катта адрон коллайдери вазифаларидан биридир. Маълумки, 20-аср ниҳоясида назарийчилар томонидан Олам тузулиши тўғрисида кўплаб ноодатий ғоялар илгар сурилди. Бу ғоялар “экзотик моделлар” ёки “экзотик назариялар” деб аталади. Бундай назарияларга 1 ТеВ энергия масштабидаги кучли гравитация назарияси, катта ўлчамли моделлар, преон моделлари (бу моделларда кварклар ва лептонлар бошқа майда зарралардан ташкил топган деб қаралади) ва янги турдаги ўзаро таъсирга асосланган моделлар қабилар киради.

Экзотик назарияларнинг юзага келишига асосий сабаб ҳозирда мавжуд экспериментал натижалар ягона кучли ўзаро таъсир назариясини куриш учун йетарли эмас. Лекин мавжуд экспериментал натижалар бу назарияларни маълум маънода тасдиқлайди. Шу сабабли катта адрон коллайдерида олинадиган натижалар бу назарияларни текшириш имкоиятини беради. Шу билан бирга Катта адрон коллайдерида параллел коинотни излаш таклифлари ҳам мавжуд, яъни мини қора ўра ҳосил қилиш орқали. Бундан ташқари Стандарт модел баён қила олмайдиган жараёнларни топиш, W- ва Z-бозонлар хоссаларини тадқиқ қилиш, ўта юқори энергияларда ядро ўзаро таъсирларини ҳамда  $b$  - ва  $t$  - кваркларнинг туғилиш ва парчаланиш жараёнларини ўрганиш каби муаммолар ҳам Катта адрон коллайдери вазифалари қаторига киради.





ATLAS детектори жойлашган ер ости иншооти



ATLAS детекторини йиғиш жараёни

Тезлаткичда тўқнашувчи протонларнинг умумий энергияси масса маркази системасида 14 ТеВ (яъни 14 тераэлектронвольт ёки  $14 \cdot 10^{12}$  электронвольт) ни, кўрғошин ядроси энергияси эса ҳар бир тўқнашувчи нуклонлар жуфти учун 5 ГеВ ( $5 \cdot 10^9$  электронвольт) ни ташкил қилади. 2010-йил бошида КАК тезлатилган протонлар энергияси жиҳатдан олдинги рекордчи тезлаткич – Теватронни, яъни Энрико Ферми номидаги Миллий тезлаткич лабораторияси (АҚШ) да жойлашган протон-антипротон коллайдерини ортда қолдирди.

Ҳозирда Катта адрон коллайдери дунёда энг қувватли тезлаткич ҳисобланади. Унинг энергияси Брукхейвен лабораторияси (АҚШ)да жойлашган оғир ионлар релятивистик коллайдери – RHIC энергиясидан бир тартиб юқори. Дастлабки вақтда тезлаткичнинг равшанлиги  $10^{29}$  зарра/см<sup>2</sup>·с бўлиб бу кўрсаткич доимо яхшиланиб борилмоқда ва бу кўрсаткични  $1,7 \cdot 10^{34}$  зарра/см<sup>2</sup>·с етказиш режаси бор. Бу борада КАК ВаВаг (SLAC, АҚШ) ва Belle (КЕК, Япония) тезлаткичларига тенглашади. Тезлаткич жойлашган туннел узунлиги 26,7 км бўлиб Ер сиртидан, жой релефини эътиборга олганда, 50 метрдан 175 метргача бўлган чуқурликда Швецария ва Франция худудларида жойлашган. Протонлар дастасини ушлаб туриш, тўғирлаш ва фокуслаш учун ишлатиладиган 1624 та ўта ўтказувчан магнитларнинг умумий узунлиги 22 км ни ташкил қилади. Бу

магнитлар  $1,9 \text{ K}$  ( $-271^\circ\text{C}$ ) температурада, яъни гелийнинг ўта оқувчанлик температурасидан паст температурада ушлаб турилади.

Детекторлар КАК да 4 та асосий ва 3 та ёрдамчи детекторлар ишлатилади:

- 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 — катта детекторлар бўлиб улар дасталар учрашадиган нуқталар атрофида жойлашган. TOTEM ва LHCf — ёрдамчи детекторлар бўлиб, улар дасталар учрашадиган нуқталардан бир неча ўн метр масофада жойлашган.



CMS детектори

ATLAS ва CMS — детекторлари Хиггс бозонини излаш ва “ностандарт физика” ни ҳамда қора материяни излашга мўлжалланган.

ALICE — детектори кўрғошин ионлари тўқнашувларида кварк-глюон плазмани ўрганишга,

LHCb — материя ва антиматерия орасидаги фарқни янада яхшироқ тушунишга ёрдам берувчи б-кварклар физикасини ўрганишга,

TOTEM — детектори зарраларнинг кичик бурчакларга сочилишини ўрганишга (бунда зарралар тўқнашмасдан яқин масофалардан учиб ўтишади, яъни тўқнашмайдиган зарралар натижада протонлар ўлчамини юқори аниқликда топиш мумкин, коллайдер равшанлигини назорат қилиш мумкин),

LHCf — ўша тўқнашмайдиган зарралар ёрдамида моделлаштирилдиган коинот нурларини тадқиқ қилишга мўлжалланган.

MoEDAL детектори эса секин ҳаракатланувчи оғир зарраларни излашга мўлжалланган. Коллайдернинг ишлаш жараёнида дасталар тўқнашадиган 4 та нуқтанинг барчасида бирданига протонлар ёки ядроларнинг тўқнашувлари

содир қилинади ва барча детекторлар бир вақтнинг ўзида статистика йиғиб олади.

Коллайдердаги зарралар тезлиги вакуумдаги ёруғлик тезлигига яқин. Тезлатиш жараёни бир неча босқичда амалга оширилади. Биринчи босқичда Linac 2 ва Linac 3 паст энергияли чизиқли тезлаткичларда протон ва қўрғошин ионлари инжекцияси содир қилинади. Кейин зарралар янада тезлатиш учун протон синхротрон (ПС) бустерига (унда 28 ГеВ энергияга эришгач), сўнг эса протон синхротрон (ПС) нинг ўзига ўтказилади. Бу босқичда зарралар ёруғлик тезлигига яқин тезликда ҳаракатланади. Кейин эса зарралар тезлатилиши протон суперсинхротрон (СПС) да давом этади ва улар энергияси 450 ГеВ га етади. Бундан кейин зарралар тўдаси 26,7-километрлик ҳалқага йўналтирилади ва унда протонлар энергияси максимал 7 ТеВ га етказилади, кейин кесишиш нуқталарида детекторлар содир бўлган жараёнларни қайд қилади.

Иккита қарама-қарши зарралар дастасининг ҳар бири 2808 та “тўда” га эга бўлиши мумкин. Бу “тўда” лар бир биридан ўрнатилган маълум масофаларда жойлашади. Зарралар “тўда” си узундлиги бир неча сантиметрга тенг ва ҳалқа бўйлаб синхрон ҳаракатланади. Жараён бошланишида фақат битта “тўда” тезлатилади ва кейин “тўда” лар сони ошириб борилади. “Тўда” лар маълум кетма-кетликда ҳалқанинг детекторлар жойлашган 4 та нуқтасида тўкнашадилар. КАК даги барча “тўда” лар кинетик энергияси, уларнинг массаси нанограммдан юқори эмас ва оддий кўзга кўринмаса ҳам, реактив самолёт кинетик энергиясига тенг.

Бу энергияга зарраларнинг ёруғлик тезлигига яқин бўлган тезлиги орқали эришилади. 7 ТеВ энергияли протонлар тезлиги ёруғлик тезлигидан 3 м/с га кам холос. “Тўда” лар тезлаткич бир айланасини 0,0001 секунддан камроқ вақтда босиб ўтади. Улар секундига 10 минг айланишни амалга оширади. Тезлаткич ишлаб турганида электр энергия сарфи 180 МВт ни ташкил қилади. Бу энергияни қийслаш учун қуйидаги фактларни келтириш мумкин: 2009 йилда бутун СЭРН нинг электр таъминоти — 1000 ГВт·соат бўлган бўлса, бу миқдорнинг 700 ГВт·соат қисми тезлаткичга сарф қилинган. Бу миқдор бутун Женева шаҳри йиллик энергия сарфининг 10% ини ташкил қилади.





Катта адрон коллайдери жойлашган 27 километрлик ер ости туннели

Катта адрон коллайдерини куриш ғояси 1984-йилда туғилган. Бу ғоя 10 йилдан кейин расмий равишда тасдиқдан ўтган ва курилиш ишлари 2001-йилда, бундан олдинги коллайдер – Катта электрон – позитрон коллайдери курилиши тугаши билан бошланган. Лойиҳа раҳбари – Линдон Эванс. 2006-йил 19- ноябрда магнитларни совутиб туриш учун махсус криоген линияси курилиши тугалланди. Шу йили 27- ноябрда туннелда охириги ўта ўтказувчан магнит ўрнатилди.

Синов ва эксплуатация ишлари

2008- йил:

- 11-августда дастлабки синов ишларининг биринчи қисми муваффақиятли тугалланди. Синов даврида зарядли зарралар дастаси КАК нинг битта ҳалқаси бўйлаб тахминан 3 км масофани босиб ўтди.

- 10-сентябрда коллайдернинг расмий ишга тушурилиши бўлиб ўтди. Протонлар дастаси коллайдернинг бутун периметрини қарама-қарши йўналишларда босиб ўтишди. ATLAS детектори,

- 12-сентябрда циркуляцияланувчи зарралар дастасини ҳосил қилиш ва узок вақт давомида уни ушлаб туришга муваффақ бўлинди.

- 19-сентябрда магнит системасини текшириш вақтида авария содир бўлди ва тезлаткич ишдан чиқди. Бунга сабаб –ток ошиши натижасида электр ёйи ҳосил бўлиши оқибатида ўта ўтказувчан магнитлар орасидаги контактнинг эриб кетиши бўлди. Бир йил вақт мобайнида коллайдер таъмирланди.

2009 йил:

- 20-ноябрда таъмирдан кейин протонлар дастаси коллайдернинг бутун ҳалқаси бўйлаб муваффақиятли ўтди.

- 29-30 ноябрда ҳар бир протонлар дастаси энергияси 1180 ГеВ гача етказилди ва натижада КАК дунёдаги протонларнинг энг қувватли тезлаткичига айланди.

- 9-декабрда рекорд энергияли протонлар дасталарининг тўқнашув жараёни содир қилинди: — 2,36 ТеВ ( $= 2 \times 1180$  ГеВ).

2010-йил:

- 30-мартда протонлар дастаси энергияси 3,5 ТеВ га етказилди ва натижавий энергияси 7 ТеВ бўлган протонларнинг тўқнашуви содир этилди. КАК да дастлабки узоқ муддатли илмий тадқиқот сеанси ўз ишини бошлади.

- 4-ноябрда Коллайдер оғир ионлар режимига ўтказилди ва оғир ионлар (кўрғошин ионлари) “тўда” ларини ишга тушириш бўйича тест ишлари бошланди.

- 7-ноябрда 5,74 ТеВ энергияга эга оғир ионларнинг тўқнашувлари содир қилинди ва бу жараён бир ой давомида ўрганилди.

2011-йил:

- 22-апрелда адрон коллайдерлар учун рекорд кўрсаткич – максимал равшанлик ўрнатилди:  $4,67 \cdot 10^{32} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$ . Олдинги рекорд кўрсаткич Теватронда 2010 йилда ўрнатилган бўлиб у  $4,02 \cdot 10^{32} \text{ см}^{-2} \cdot \text{сек}^{-1}$  га тенг эди.

- 15-ноябрда кўрғошин ионларини тўқнаштириш бўйича 3 ҳафталик дастур ўз ишини бошлади.

2012-йил:

- 16- мартда протонлар бирчи марта 4 ТеВ энергиягача тезлатилди.

- Сентабрда дастлабки протон-ион тўқнашувлари бўйича синов ишлари амалга оширилди.

- 17-декабрда протон тўқнашувларининг биринчи босқичи муваффақиятли яқунланди.

2013-йил:

2013-йил бошида протон-ион тўқнашувлари сериялари амалга оширилди. 14-февралдан эса коллайдерда бажариладиган ишлар модернизация қилиниши муносабати билан 2014-йил охиригача бўлган муддатга тўхтатилди. 2015-йил:

- 5- апрелда Катта адрон коллайдери икки йиллик танаффусдан кейин ишга туширилди.

- 11-апрелда протонлар 6,5 ТеВ энергиягача тезлатилди.

- 21-майда 6,5 ТеВ энергияли протонлар қарама-қарши дасталарининг тўқнашуви содир этилди.

- 3-июнда тўлиқ 13 ТеВ энергияли тўқнашувлар натижаларини йиғиш ва таҳлил қилиш ишлари бошланди.

- 14-июлда LHCb коллаборацияси пентокварклар деб номланувчи зарралар синфи тажрибада топилганини эълон қилди.

Катта адрон коллайдерда олинган энг муҳим натижалар:

- Хиггс бозонининг мавжудлиги тажрибада тасдиқланди, унинг массаси  $125,09 \pm 0,21$  GeV га тенглиги аниқланди.

- 8 TeV гача бўлган энергияларда протон тўқнашувларининг асосий параметрлари аниқланди.

- Теватронда илк кузатилган t-кваркнинг мавжудлиги тасдиқланди.

- Бс-мезонларнинг иккита янги парчаланиш канали аниқланди.

- Назарий йўл билан башорат қилинган янги, ва [зарралар кашф қилинди.

- Теватронда 2009-йилда кузатилган  $\Upsilon(4140)$  зарранинг кузатилгани эълон қилинди. Катта адрон коллайдерда олиб бориладиган тадқиқотларнинг яқин истиқболдаги режаси қуйидагича белгиланган. 2018-йилгача коллайдерда 13-14 TeV энергиялардаги натижалар статистикаси йиғилди.

Энди эса 2 йилга коллайдер фаолияти тўхтатилади. Бу даврда бирламчи тезлаткичлар дасталар интенсивлигини ошириш мақсадида модернизация қилинади. Шу билан бирга детекторлар сезгирлиги оширилади ва бу ҳолат коллайдер равшанлигини икки марта оширишга олиб келади.

2021- йил бошидан 2023-йил охиригача 14 TeV энергияли тўқнашувлар натижалари олинади ва ўрганилади. Шундан сўнг коллайдер яна 2,5 йилга тўхтатилади. Бу вақт мобайнида тезлаткичнинг ўзи ҳам детекторлар ҳам модернизация қилинади. Натижада равшанликнинг 5-7 марта оширилиши кўзда тутилган. Бунга дасталар интенсивлигини ошириш ва дасталар тўқнашадиган нуқтада фокусни кучайтириш орқали эришиш кўзда тутилган. Бундан ташқари протон ва электронлар тўқнашувини амалга ошириш (LHeC лойиҳаси) имконияти ҳам муҳокама қилинмоқда. Бунинг учун электронларни тезлатиш линияси қурилиши талаб қилинади. LHeC лойиҳасига энг яқин лойиҳа немесларнинг электрон-протон коллайдери - HERA ҳисобланади. Чунки протон-протон тўқнашувларига қараганда электроннинг протонда сочилиши протоннинг кварк структурасини ўрганиш учун “тоза” инструмент вазифасини бажаради.

Барча модернизацияларни эътиборга олганда катта адрон коллайдери 2034-йилгача фаолият юритади. Лекин 2014- йилда SERN да юқори энергиялар физикасини янада ривожлантириш бўйича таклифлар ишлаб чиқиш бўйича қарор қабул қилинган. Периметри 100 км гача бўлган коллайдер қуриш имкониятларини ўрганиш бўйича ишлар бошлаб юборилган. Бу лойиҳа FCC (Future Circular Collider) номини олган. Лойиҳа Z -, W-, Хиггс бозонлари ва t - кваркни ўрганишга мўлжалланган даста энергияси 45-175 GeV ли электрон-

позитрон (FCC-ee) машинасини ва 100 TeV энергияли адрон коллайдери (FCC - hh) ни яратишни ўз ичига олади.

Ҳозирда бажарилаётган илмий-тадқиқот ишларининг лойиҳа бюджети 2009-йил ноябр охи ҳолатига 6 млрд. долларни ташкил қилади. Хусусий ва давлат инвестициялари 10 млрд. дан 18 млрд. гача деб баҳоланаётганини эътиборга олсак, бутун лойиҳа тахминан 20 млрд. долларга баҳоланиши келиб чиқади.

## 2. Нанотехнологиялар

**Нанотехнология** - фундаментал ва амалий фанлар ҳамда техниканинг бирлашган соҳаси. Бу соҳада назарий асослаш, тадқиқотнинг амалий методлари, анализ ва синтез, ишлаб чиқариш усуллари, алоҳида табиатда мавжуд атом ва молекулалар хоссалари асосида назорат қилинадиган танланган хусусиятли атом структураларини ишлаб чиқиш ва қўллаш каби вазифалар тўплами амал қилади.

Ҳозирга (2015 йил сентябр охи) қадар нанотехнология ва наномаҳсулотни таърифловчи ягона стандарт мавжуд эмас.

“Нанотехнологиялар” тушунчасига қуйидаги таърифлар берилган:

ISO/TK 229 техник қўмитасида нанотехнологиялар деганда қуйидагилар тушунилади:

1 нм (100 нм дан кичик ўлчамларда ҳам) ўлчамдаги билим ва жараёнларни бошқариш, бир ва бир неча ўлчамли эффект (ҳодиса), уларни амалда қўллаш имкониятларини яратса;

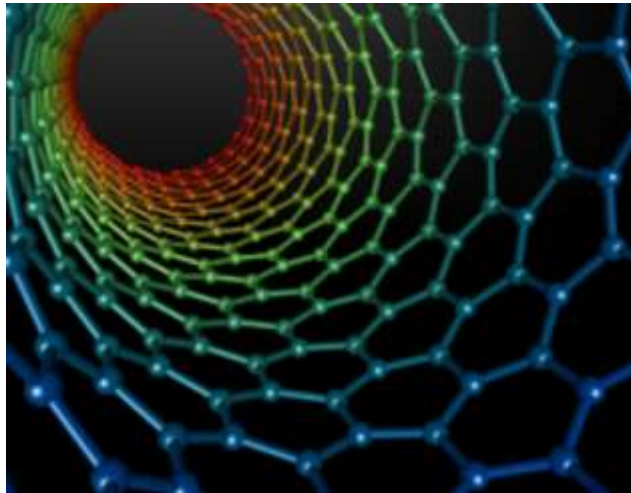
Объект ва материаллар хоссалари нанометр масштабларда ишлатилса ва бу хоссалар табиий атом ёки молекулалар хоссаларидан ҳамда улардан ясалган моддалар ҳажм хусусиятларидан фарқ қилса, бу хоссалардан фойдаланиб янада мукамал материаллар, асбоб-ускуналар, системалар яратилса.

Нанотехнологиянинг амалий аспекти атомлар, молекулалар ва нанозарраларни яратиш, ишлов бериш ва бошқариш учун зарур бўлган асбоб-ускуна ҳамда уларнинг компоненталарини ишлаб чиқаришдан иборат. Бунда объектнинг чизиқли ўлчами 100 нм дан кам бўлиши шарт эмас. Балким объект нанообъектлардан иборат макрообъект ҳам бўлиши мумкин.

Нанотехнологиялар амалдаги фанлардан сифат жиҳатдан фарқ қилади. Чунки бу масштабларда амалдаги моддага ишлов берувчи макроскопик технологияларни қўллаб бўлмайди. Микроскопик ҳодисалар (масалан, Ван-дер-Ваальс кучлари, квант эффектлари) эса оддий масштабларда жуда кучсиз, лекин микромасштабларда анча аҳамиятли бўлади.

Нанотехнология, асосан молекуляр технология — янги, жуда кам ўрганилган фан ҳисобланади. Бу соҳада башорат қилинаётган асосий кашфиётлар ҳали амалга оширилгани йўқ. Лекин олиб борилаётган тадқиқотлар

Ўзининг амалий натижасини бермоқда. Замонавий электрониканинг тараққиёти қурилмалар ўлчамларининг камайиши томонга қараб йўналган. Иккинчи томондан мавжуд классик ишлаб чиқариш ҳам харажатлар ошиши ҳисобига тўсиққа учрамоқда. Шу сабабли нанотехнология электроника ва бошқа фан ютуқларини талаб қиладиган ишлаб чиқариш соҳаларининг ривожланишидаги кейинги босқич сифатида қаралмоқда.



Углерод нанотрубканинг ички тасвири

Нанотехнологияга асос бўлган методларни 1959 йилда Ричард Фейнманнинг Калифорния технология институтида бўлиб ўтган Америка физика жамиятининг йиллик мажлисидаги чиқиши билан боғлашади. У алоҳида атомларни улар ўлчамидаги манипулятор ёрдамида аралаштириш таклифини берган эди.

Атом даражасидаги объектларни тадқиқ қилиш таклифи И.Ньютон томонидан 1704 йилда нашр қилинган. Китобда Ньютон келажакда микроскоплар “корпускула сирлари”ни ўрганишга имкон беришига умид қилишини баён қилган.

“Нанотехнология” термини биринчи бўлиб Норио Танигути томонидан 1974 йилда ишлатилган. У бу термин билан бир неча нанометр ўлчамга эга маҳсулотлар ишлаб чиқаришни назарда тутган. Ўтган асрнинг 88-йилларида Эрик К. Дрекселер бу терминни ўзининг “Яратувчи машиналар: келатган аср - нанотехнологиялар асри” (*«Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology»*) ва *«Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation»* китобларида ишлатган.

Миниатюризациянинг замонавий тенденцияси шуни кўрсатдики, модданинг кичик зарраси ажратиб олинса, бу модда ўзининг умуман янги хусусиятларини намоён қилар экан. Айрим материалларнинг нанозарралари



жуда яхши каталитик ва адсорбцион хусусиятларини намоён қилса, бошқалари ажойиб оптик хусусиятларига эга бўлиб қолади. Масалан, органик материалларнинг жуда юпқа пленкасини Қуёш батареялари ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Бу батареялар паст самарадорликка эга бўлишади, лекин арзон ва механик таъсирларга чидамли. Сунъий нанозарраларни наноўлчамли табиий бирикмалар – оқсиллар, нуклеин кислоталари ва бошқалар билан таъсирлашишга эришилмоқда.

Нанообъектлар 3 синфга бўлинади: уч ўлчамли зарралар, улар ўтказгичлардан, плазма синтези ва юпқа пленкаларни тиклаш ва бошқа йўллар билан олинади, икки ўлчамли объектлар – молекуляр ва ион қатламлаштириш йўли билан олинган пленкалар, бир ўлчамли объектлар – вискерлар, молекуляр қатламлаштириш усули орқали олинади. Бундан ташқари нано композитлар ҳам мавжуд бўлиб, улар нанозарраларни қандайдир матрицага киритиш йўли билан олинган материаллар ҳисобланади. Молекуляр ва ион қатламлаштириш усуллари реал моноқатламлар олишнинг ишончли усуллари ҳисобланади. Табиий ва сунъий яратилган органик нанозарралар алоҳида синфни ташкил қилади. Ҳажмга эга материаллардан ташқари нанозарраларнинг физик ва химик хусусиятлари уларнинг ўлчамига жуда ҳам боғлиқ бўлганидан нанозарралар ўлчамини эритмаларда ўлчаш усулларига бўлган қизиқиш ортмоқда. Бу усулларга нанозарралар траекторияларини таҳлил қилиш, динамик нур сочилиши, седиментацион анализ ва ультратовуш усуллари киради.

Нанотехнология олдида турган муҳим масалалардан бири – молекулаларни маълум йўл билан группалаштириш, ўзташқиллаштириш ва натижада янги материаллар, қурилмалар олишдир. Бу муаммо билан химиянинг бўлими – супрамолекуляр химия шуғулланади. Бу бўлим алоҳида молекулаларни эмас, молекулалар орасидаги ўзаро таъсирни ўрганади. Бу кучлар молекулаларни тартиблаштириш асосида янги модда ва материаллар ҳосил қилиши мумкин. Табиатда шундай кучлар ва жараёнлар мавжуд. Масалан, биополимерлар махсус тузилмага келиш хусусиятига эга. Оқсиллар ҳам турли бирикмалар ҳосил қилиш хусусиятига эга.

Нанозарраларнинг қўлланилишига битта хусусият тўсқинлик қилмоқда. Бу нанозарралар агрегатлар, яъни бир-бирига ёпишиши натижасида кераксиз бирикмалар ҳосил қилади. Шу сабабли керамика ва металлургия соҳасида истиқболли ҳисобланган нанозарралардан фойдаланишда бу муаммони ҳал қилиш керак<sup>1</sup>.

---

<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.



### 3. Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар

Нанотузилмалар соҳасидаги кейинги натижалар:

- Нанокристаллар
- Аэрогеллар
- Аэрографитлар

Наноаккумуляторлар — 2005 йилда Altair Nanotechnologies (США) компанияси томонидан литий-ион аккумуляторлари электродлари учун нанотехнологик материал яратилганлигини маълум қилди.  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  электродли аккумуляторлар зарядланиш вақти 10—15 минут. Бу аккумуляторлар электромобиллар яратиш учун катта имкониятдир.

2007 йил 15 октябрда Intel компанияси компьютер процессорининг янги прототипини яратганлигини маълум қилди. Бу процессор 45 нм ўлчамдаги тузилма элементларга эга. Кейинчалик бундай элементлар ўлчами 5 нм гача етиши кўзда тутилмоқда. Бу компания конкуренти бўлган AMD компанияси IBM компанияси билан биргаликда ишлаб чиқилган нанотехнологик жараёнларни анчадан бери қўллаб келмоқда. Бу технологик жараёнларнинг Intel ишланмаларидан фарқи қўшимча SOI изоляция қопламасининг ишлатилишидир. Бу қоплама транзистор тузилмасини қўшимча изоляциялаши сабабли токнинг оқиб чиқиши олди олинади. Бу компанияда 14 нм ўлчамдаги транзисторли процессорларнинг ишчи намуналари ҳамда 10 нм ўлчамдаги транзисторли процессорларнинг тажриба нусхалари мавжуд.

Қаттиқ дисклар – 2007 йилда Питер Грюнберг ва Альберт Ферт GMR – эффектни кашф қилишгани учун Нобел мукофотига сазовор бўлишди. Бу эффект маълумотларни қаттиқ дискларда атомлар зичлиги даражасида ёзишга имкон беради.

Сканирловчи зонд микроскопи (СЗМ) — юқори ажратиш қобилиятига эга микроскоп бўлиб, зонд игнасининг ўрганилаётган сирт билан ўзаро таъсирлашишига асосланган. Одатда ўзаро таъсирлашиш деганда кантилевер (зонд) нинг Ван-дер Ваальс кучлари остида сиртга тортилиши ёки ундан узоқлашиши тушунилади. Лекин махсус кантилевер (зонд) ишлатилганда сиртнинг электр ва магнит хоссаларини ўрганиш мумкин. СЗМ ток ўтказувчи ва ўтказмайдиган сиртларни (ҳатто суюқлик қатлами бўлган ҳолларда, органик молекулалар –ДНК билан ҳам) ўрганишга ҳам имкон беради. Унинг ажратиш қобилияти атом ўлчами даражасида.

Антенна-осцилятор — 2005 йил 9 февралда Бостон университети лабораториясида 1 мкм ўлчамдаги антенна-осциллятор яратилди. Бу қурилма 5000 миллион атомлардан иборат бўлиб 1,49 гигагерц частотада катта ҳажмдаги информацияни ўзатиш қобилиятига эга.

Плазмонлар — металлдаги эркин электронларнинг коллектив тебраниши. Плазмонларнинг характерли хусусияти плазмон резонансидир. Бу резонанс 20-аср бошларида Ми томонидан башорат қилинган. Плазмон резонансининг тўлқин узунлиги, масалан, 50 нм диаметрли кумуш зарраси учун тўлқин узунлик тахминан 400 нм ни ташкил қилади. Бу ҳолат нанозарраларни қайд қилишга имкон беради, яъни нурланиш тўлқин узунлиги зарранинг ўлчамига қараганда анча катта.

**Робототехника.** Молекуляр роторлар - синтетик наноўлчамли двигателлар, етарли даражадаги энергия берилганда улар айлантирувчи (буралма) момент ҳосил қилишади.

- Нанороботлар- молекула ўлчамига тенг наноматериаллардан ясалган роботлар, улар ҳаракатлана оладилар, маълумотни қайта ишлайди ва узата олади, дастурларни бажара оладилар. Ўз нусхасини ярата оладиган, яъни ўзини ўзи яратадиган роботларга репликаторлар дейилади.

- Молекуляр пропеллер (винт)лар - винт шаклидаги наноўлчамдаги молекулалар, улар махсус шакллари (микроскопик винт) ҳисобига айланма ҳаракатлана оладилар.

- 2006 йилдан буён RoboCup лойиҳаси доирасида (роботлар ўртасида футбол чемпионати) «Nanogram Competition» номинацияси пайдо бўлди. Бу номинацияда ўйин майдони томони 2,5 мм га тенг квадратни ташкил қилади. Ўйинчининг максимал ўлчами эса 300 мкм билан чегараланган<sup>2</sup>.

**Концептуаль қурилмаларю** Nokia Morph - Nokia ва Кембридж университети томонидан нанотехнологик материал асосидаги келажакдаги қўл телефони лойиҳаси ишлаб чиқилган.

**Нанотехнологиялар саноати.** 2004 йилда нанотехнология соҳасига киритилган дунё бўйича инвестициялар 2003 йилдагига қараганда 2 марта ошган ва 10 млрд. долларга етган. Бу маблағнинг 6,6 млрд. доллари хусусий корпорация ва фондларга, 3,3 млрд. доллари давлат ташкилотлари улушини ташкил қилган. Бу соҳада Япония ва АҚШ давлатлари етакчи бўлиб қолмоқда.

### **Мустаҳкамлаш учун саволлар:**

1. Тезлағкичлар қандай вазифаларни амалга оширади ва унинг қуввати қанчага тенг?
2. Катта адрон коллайдери қаерда жойлашган ва унинг замонавий ютуқлари нималардан иборат?

---

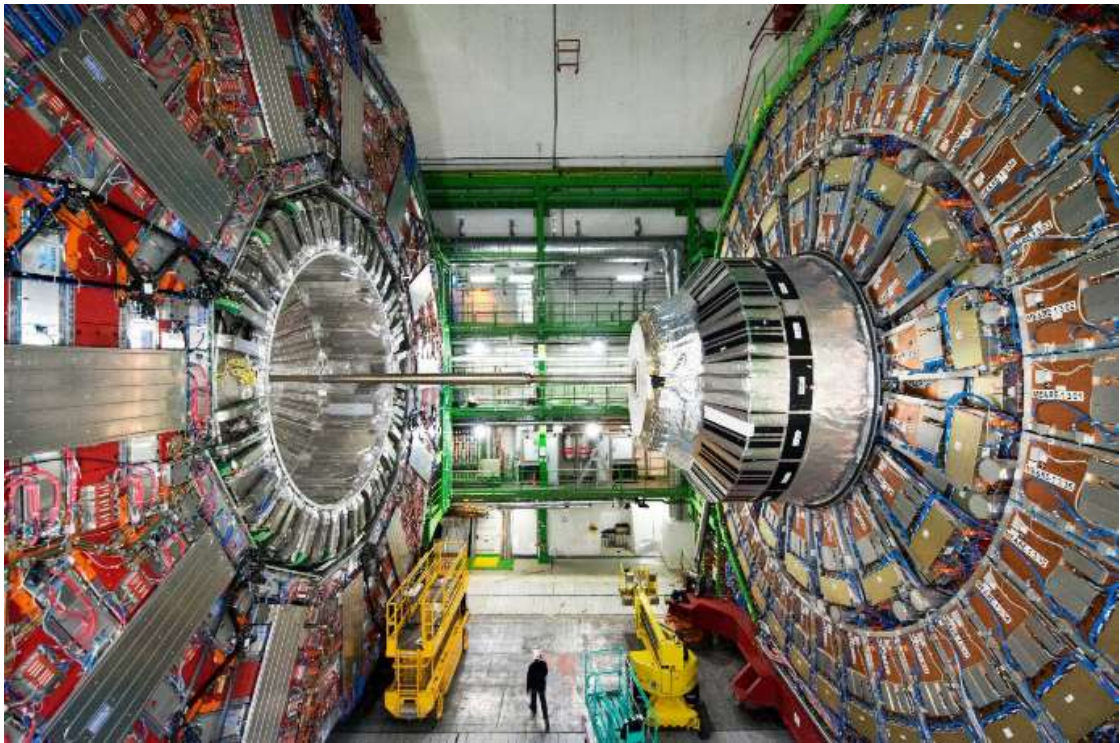
<sup>2</sup> R. V. Lapshin. Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology / H. S. Nalwa. - USA: American Scientific Publishers, 2011. -Vol. 14. -P. 105-115.- ISBN 1-58883-163-9. 105-115 p.

3. Стандарт модел нима ва у қаерда қўлланилади?
4. Топ-кварк қандай кварк ҳисобланади ва унинг сўнгги Теватрон натижаларига кўра массаси қандай?
5. Хиггс бозонининг мавжудлиги ким томонидан ва қачон Стандарт модел доирасида башорат қилинган?
6. Протонлар ўзаро тўқнашганда ҳар бир протонни ўраб турган бу виртуал зарралар ҳам ўзаро тўқнашадилар. Зарраларнинг ўзаро тўқнашиш жараёни математик нуқтайи назардан қандай тузатмаларга эга?
7. КАК да нечта детекторлар ишлатилади ва уларнинг вазифалари нималардан иборат?
8. КАКда қандай синов ва эксплуатация ишлари амалга оширилмоқда?
9. Нанотехнология қандай соҳаларни ўз ичига олади ва унинг замонавий ютуқлари?
10. Нанообъектлар қандай синфларга бўлинади ва уларнинг вазифаларини тушунтиринг.
11. Сканирловчи зонд микроскопи (СЗМ) вазифасини тушунтиринг.

### **1. Замонавий физикадаги энг истиқболли тажрибалар**

Бизнинг Коинотимизни яхшироқ билиш ва ундаги одамларнинг ролини аниқлаш учун олимлар янада улкан воситаларни яратмоқдалар ва кенг кўламли тажрибалар ўтказмоқдалар. Илм азалдан ўз шахсий лабораторияларида тажриба ўтказадиган ёлғиз даҳоларнинг саъй-ҳаракатлари етишмаётган чегарани кесиб ўтди. Ҳозирги кунда катта илм-фан кўплаб мамлакатларнинг илмий гуруҳлари томонидан йиллар давомида қўллаб-қувватланадиган қимматли тадқиқотларни талаб қилади.

Тажрибалар қанчалик катта бўлса, бизни шунчалик таъсирли кашфиётлар кутмоқда. Ўлчовни қандай аниқлаш мумкин? Бунинг учун қурилиш харажатлари миқдорини, ходимлар сонини ва лойиҳанинг физик ўлчамларини билиш кифоя.



## КАК

Ердаги энг қудратли тезлатгич 2013 йил феврал ойида ўзининг асосий муаммоси - Хиггс бозонини топгандан сўнг биринчи циклини якунлади. Олимлар Стандарт Модел доирасида маълум бўлган барча зарралар ва кучларнинг ўзаро таъсирининг сўнгги йўқолган қисмини топдилар.

Кўпчилик Хиггс заррачаси назария башорат қилганидек бўлмайди ёки бозон борлиги ҳақидаги тахминлар умуман нотўғри бўлади деб умид қилар эди. Ҳеч бўлмаганда, олимлар Хиггс бозонининг хусусиятлари Стандарт Модел томонидан башорат қилинганидан фарқ қилади деб умид қилишди, шунда олимлар янги физикани яратишга ўтишлари мумкин эди.

Стандарт моделдан оғиш (элементар зарралар физикасидаги барча элементар зарраларнинг электромагнит, кучсиз ва кучли ўзаро таъсирини тавсифловчи назария) бошқа қизиқарли зарраларни топишга ёрдам беради, бутун олам учун супер симметрик зарралар - шерик зарралар мавжудлигини исботлайди. Масалан, фотон, фотино, кварк, кварк, Хиггс, Хиггсино ва бошқалар учун.

Бунинг ўрнига биз барча суперметрик назарияларни сўроқ қила бошладик. Эҳтимол, дунёдаги юзлаб физиклар ўнлаб йиллар давомида мавжуд бўлмаган нарсаларни излашга сарф қилишлари мумкин.

Кейинги бир неча йил ичида экспериментчилар янги маълумотларни тўплайдилар, бу эса қоронғу материя, қоронғу энергия, нейтринонинг хоссалари, Хиггс бозонининг табиати ва эҳтимол физикада кейинги давр қандай бўлишига оид саволларга жавоб беришга ёрдам беради.



2017 йил 23-май куни Катта Адрон коллайдерда протонларнинг биринчи тўқнашуви содир бўлди. Детекторларни ва минглаб кичик тизимларни калибрлаш тугалланди.

HL-LHC и ILC

### *Сирли нейтрино*



*The GERmanium Detector Array (GERDA) Италиядаги тоғнинг тубида изоляция қилинган тоза германий кристаллари ичидаги электр фаоллигини кузатиб, нейтринларни қидиради. GERDA билан ишлайдиган олимлар жуда кам учрайдиган радиоактив парчаланиш шаклини топишга умид илмоқдалар.*

Нейтринослар оламдаги энг сирли зарралардан бири. Унинг кичик массаси бор - физика бўйича Нобел мукофоти 2016 йилда "нейтринонинг массаси борлигини кўрсатувчи нейтрин тебранишларини кашф этгани" учун берилган эди. Нейтринлар деярли моддалар билан ўзаро таъсир қилмайди - Қуёш чиқарадиган тахминан  $6 \cdot 10^{10}$  нейтринлар ҳар сонияда 1 см<sup>2</sup> майдон билан ер юзидан ўтади.

Ҳозирги кунда физиклар нейтринонинг савол остида қолган баъзи хусусиятларини аниқлашга ҳаракат қилмоқдалар. Олимлар стандарт модел аллақачон бузилганлигини билишади, чунки қисман нейтринонинг массаси бор, стандарт модел эса уларнинг массаси бўлмаслиги керак.

Икки марта бета-парчаланиш тажрибалари коинот нима учун материядан иборат эканлигини тушунтириб бериши мумкин. Стандарт Модел, Катта портлашдан кейин материя ва антиматерия тенг нисбатда яратилиши кераклигини башорат қилмоқда. Аммо материянинг ўзаро инкор этадиган бу икки шакли бир-бирини йўқ қилар экан, коинот ҳеч нарсадан иборат бўлиши керак эди.

Бета парчаланиши нейтрон (атом ядросидаги нейтрал заррача) ўз-ўзидан протон ва электронга айланиб, жараёнда антинейтрино чиқарганда юз беради. Жараён, шунингдек, биров бошқача йўлни босиб ўтиши мумкин: нейтрон нейтринони ютади ва протон электронга айланади. Икки марта бета-парчаланиш жуда кам учрайдиган ҳолат бўлиб, унда биринчи ҳолда пайдо бўлган антинейтрино, иккинчисида нейтрон томонидан сўрилади.

Бундай нарса фақат нейтрин ва антинейтрино асосан бир хил бўлганда содир бўлиши мумкин: яъни, агар нейтрин ўзининг антипартикуласи бўлса. Ҳали ҳам буни ҳеч ким билмайди, аммо агар шундай бўлса, унда нейтриннинг дастлабки парчаланишида Олам материянинг антимоддага қараганда бир оз кўпроқ зарраларини яратади.

### ***NOVA, T2K u DUNE***



*Детектор NOVA, Фермилаб.*

NOVA (NuMI Off-Axis ve Appearance) лойиҳаси саккиз мамлакатдан 40 та институтнинг бир неча юз олимлари ва муҳандисларини бирлаштирди. Россия Фанлар Академиясининг Ядро тадқиқотлари институти, номидаги Физика институти П.Н. Лебедев (ФИАН) ва Дубнадан Ягона ядро тадқиқотлари институти.

Лойиҳада NuMI (Neutrinos at the Main Injector) генераторидан нейтрин нурлари ишлатилади. NOVA тажрибасини амалга ошириш учун нейтрино манбасидан 800 километр узоқликда жойлашган иккита лаборатория қурилди. NuMI генераторининг ички қисмидан чиқиб кетадиган нейтринлар оқими ернинг қатламларидан ўтиб, заррачалар йўлининг иккала томонида жойлашган улкан сенсорларга киради. Японияда T2K деб номланган шунга ўхшаш тажриба ер юзининг 295 километри бўйлаб нейтринларни юборади.



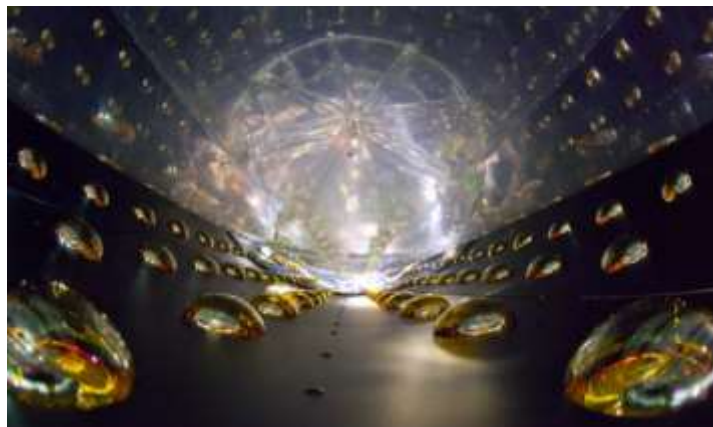


*NOvA* лойиҳасидаги нейтрино датчикларидан бири: узунлиги 14,3 м, баландлиги 4,2 м, кенглиги 2,9 м. Ва энг каттаси 14 минг тоннани ташиқил этади: унинг узунлиги 78 м, баландлиги 15,6 м, кенглиги 15,6 м - бу Ердаги энг катта пластик иншоот.

Бироқ, *NOvA* ҳали чегара эмас. Энди DUNE (Deep Underground Neutrino Experiment) эксперименти Фермилаб тезлатувчи комплекси (*NOvA* жойлашган Ферми миллий лабораторияси) ва аллақачон мавжуд бўлган LBNE (Long-Baseline Neutrino Facility) нейтрино детектори (Узоқ-базавий нейтрино иншооти) асосида тайёрланмоқда. NuMI зарралар генератори ва 40 минг литр суюқ аргонни ўз ичига оладиган янги датчикни бир-биридан 1300 км масофада жойлаштириш режалаштирилган.

Ушбу тадқиқотлар коинотда антиматериядан кўпроқ нарса борлиги ҳақидаги гипотезани текширишга ёрдам беради. Нейтринларни ўрганишдан ташқари, тажриба протон емирилишини бир неча муҳим парчаланиш режимида излаш вазифасини кўяди. Тадқиқот маълумотлари олимларнинг тахминларига мос келмаса ҳам, улар фойдали бўлади, чунки улар ҳозирда таклиф қилинган кўплаб фаразларни чиқариб ташлашга имкон беради.

### **Daya Bay**



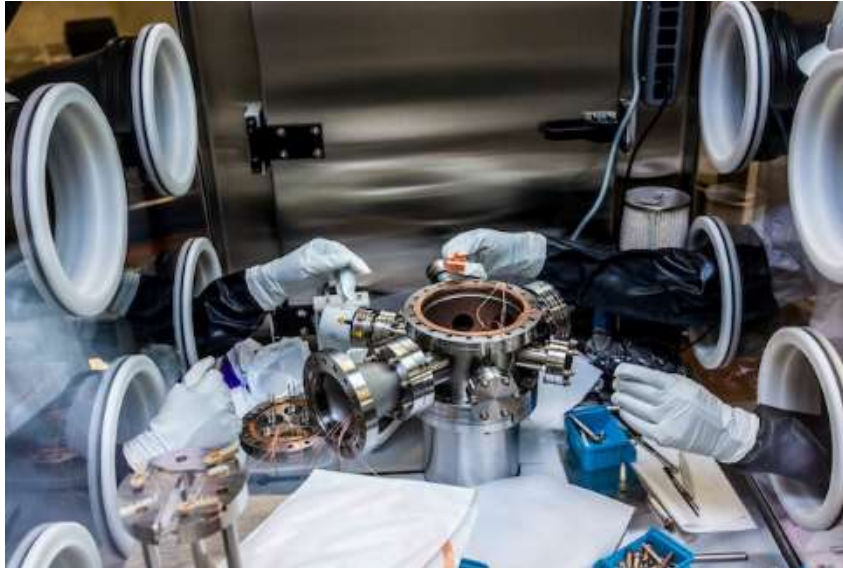
Daya Bay - Хитойда нейтрин тебранишини (нейтринонинг туридан (ёки лаззатидан) ўзгариши натижасида келиб чиқадиган таъсир) ўрганиш бўйича эксперимент. Учта ер ости залида жойлашган ушбу иншоот саккизта антинейтрино суюқ синтиляция детекторидан иборат бўлиб, уларнинг ҳар бирида 20 тонна суюқ синтилятор мавжуд. Антинейтрино манбаи детекторлардан ~ 500 дан ~ 1800 метргача бўлган масофада жойлашган олти ядро реакторидир (ҳар бирининг иссиқлик қуввати тахминан 3 ГВт). Daya Bayдаги олимлар нейтрин физикасининг иккита асосий параметрини - "нейтринонинг аралашуш бурчаги" ва "нейтрин массалари квадратидаги фарқни" аниқлашга уринмоқдалар.

### *Қора материяни аниқлаш*



Қора материя нима? Ҳеч ким ҳали билмайди. Коинотда жуда кўп қоронғу моддалар мавжуд - биз тўғридан-тўғри электромагнит спектрнинг ҳар қандай диапазонида рўйхатдан ўтмайдиган, аммо галактикалар ва уларнинг кластерларида "тўпланадиган" модда. Ушбу масала янги турдаги зарралардан иборат бўлиши керак, уларга Стандарт моделда жой йўқ.

Қоронғу материя мавжудлигининг бевосита далилларини қидирадиган кўплаб тажрибалар мавжуд. Қийинчилик шундаки, уларнинг барчаси турли хил нарсаларга ишора қилмоқда.



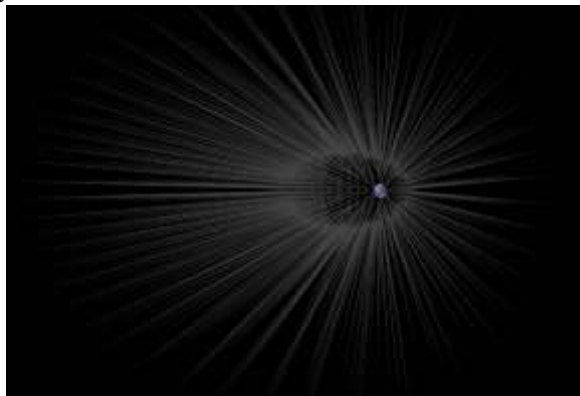
### *LUX Детектори*

LUX (Large Underground Xenon) деб номланган жуда сезгир детектор чалкашликларни бартараф этишга ёрдам бериши керак эди, аммо натижада янада сирли бўлди. LUX Жанубий Дакотадаги ташландиқ олтин конида жойлашган. Ўрнатиш 2013 йил ўрталарида ишга туширилган ва шу вақтдан бери қоронғу модда зарраларини аниқламаган.

Кейинги ўта сезгир LZ детектори LUX ўрнини босишга тайёрланмоқда. Шу билан бирга, DARWIN ҳамкорлиги 25 тонналик ксенон детекторини тайёрламоқда - таққослаш учун LUX да фақат 370 кг ксенон бор.

Муаммо шундаки, олимлар қоронғу моддани қандай излаш борасида яқдил фикрга эга эмаслар. Турли хил лойиҳалар мавжуд ва қайси бири ижобий таъсир кўрсатишини ҳеч ким тахмин қила олмайди. Аммо ҳар бир лойиҳа илмий жамоатчиликнинг катта ҳажмдаги ресурсларини ютиб юборади.

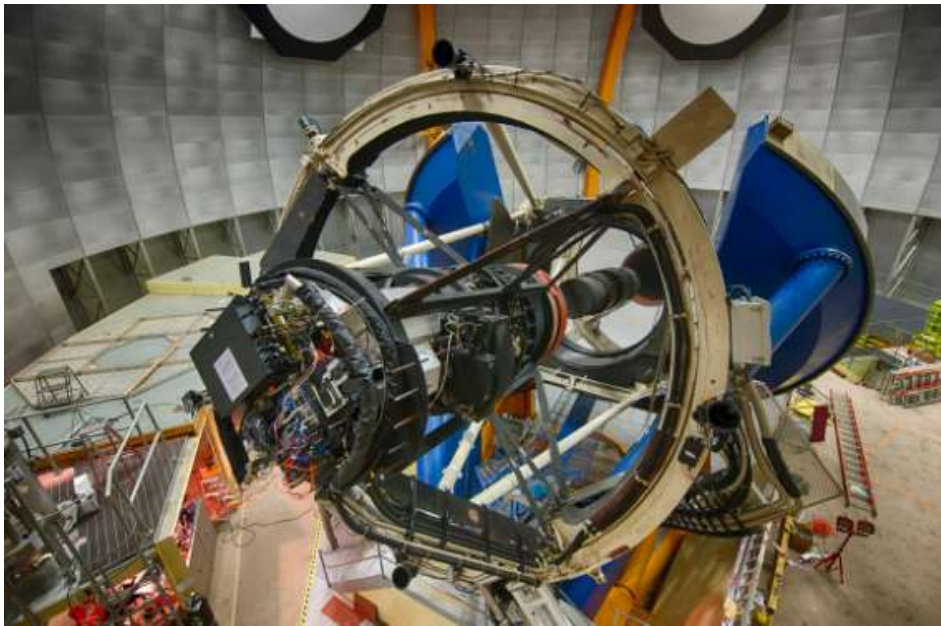
### **Қора энергияни кузатиш**



Планк космик обсерваториясининг кузатувларига кўра, кузатилган коинотнинг умумий масса энергияси 68,3% қоронғу энергиядан иборат (26,8% қоронғу материя, қолганлари эса бошқа нарсадир). Шу билан бирга, физиклар ҳали ҳам қоронғу энергия нима эканлигини, унинг коинотнинг кенгайишига қандай сабаб бўлишини билишмайди (ва у буни қиладими). ора энергия катта



космик сир каби кўринадиган сценарий атама. Аммо олимлар бу сирни "ёритиб бериш" уринишларидан воз кечмайдилар.



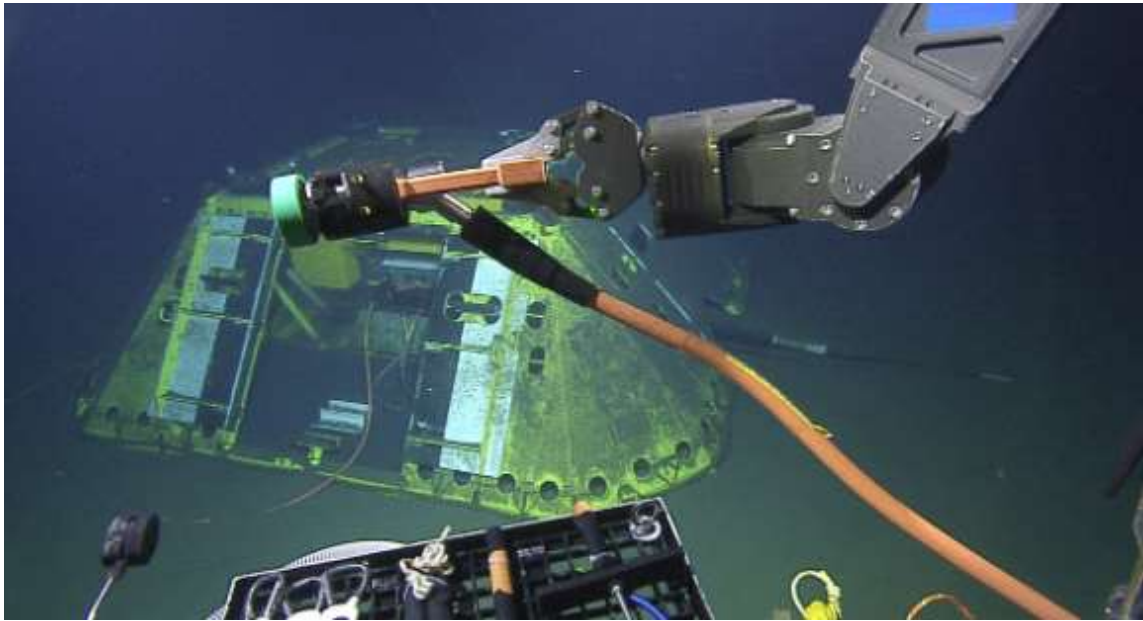
Dark Energy Survey (DES) лойиҳаси 2019 йилгача тунги осмонни ўрганди. DES - нинг асосий воситаси 570 мегапикселли камера (дунёдаги энг кудратли камералардан бири) Чили Анд тоғида жойлашган Victor M. Blanco метрлик телескоп унга бирлаштирилган. Камеранинг оптик тизими қатъий белгиланган шаклдаги бешта линзадан иборат. Уларнинг энг каттасининг диаметри 90 сантиметрга тенг.

DES Ердан 8 миллиард ёруғлик йили узоқликдаги юз минглаб юлдузлардан чиқадиган нурни олишга қодир. Энергияни ўзи кўриб бўлмайди, аммо агар сиз қоронғу материянинг тарқалишининг тўлиқ харитасини тузсангиз, олимлар ушбу қоронғу модданинг нисбий силжиши қандай тезликда содир бўлишини ўлчашга қодир. Ушбу маълумотлар оламнинг кенгайиши учун жавобгар бўлган энергияни яхшироқ тушунишга ёрдам беради.

Албатта, қоронғу материянинг ўзи ҳам кўринмас, аммо унинг мавжудлигини узоқдаги астрономик объектлардан ёруғликнинг тортишиш бузилиши билан аниқлаш мумкин. Астрофизиклар DES рақамли тасвирларида - тортишиш линзалари деб аталадиган бузилишнинг ўзига хос турини излайдилар.

Олам тараққиётининг турли босқичларида бизга маълум бўлган қоронғу материя массаларининг яқинлашув даражасини биздан турли масофаларда жойлашган астрономик объектларнинг расмларини таҳлил қилиш асосида таққослаб, космологлар кенгайиш тезлиги ва динамикасини тахмин қилишлари мумкин бўлади. Ва бу, ўз навбатида, қоронғу энергия табиати тўғрисида жавоб бериши ёки назариянинг тўлиқ номувофиқлигини исботлаши мумкин.

## NEPTUNE обсерваторияси



Ушбу тажриба бизнинг оёқларимиз остидаги яна бир бўшлиққа тегади. Океанлар Ер юзининг деярли тўртдан уч қисмини эгаллайди ва бутун ҳаётнинг 90 фоизини ўз ичига олади, аммо улар жуда яхши ўрганилмаган. NEPTUNE Океан Обсерваторияси (Шимолий-Шарқий Тинч океанининг вақт оралиғидаги сув ости тармоғидаги тажрибаси) юзлаб километр кабеллардан ва 400 та сенсорга эга 130 та асбобдан иборат бўлиб, океан тизимининг биринчи йирик 24 соатлик мониторингини таъминлайди.

Нептун датчиклари океанографик маълумотларнинг вақт ўтиши билан қандай ўзгаришини аниқлаш учун кимёвий ва физикавий таҳлилларни тўплайди. Денгиз тубида жойлашган гидрофонлар делфинлар ва китларни уларнинг сонини ва миграция йўллари кизатиб бориш учун қайд этади. Сейсмик тадқиқотлар учун сунамини аниқлайдиган тизимлар ва океан экотизимидаги парник газлари микдорини ўлчайдиган сенсорлар мавжуд. Масофадан бошқариладиган робот сув ости метан қатламларини кизатиб бориш учун денгиз туби бўйлаб ҳаракатланади.



## NIF ва ITER



National Ignition Facility (NIF, Лазер Термоядро Реакциялар учун Миллий Комплекс) - лазер ёрдамида инерциал термоядро синтезини (ICF) амалга ошириш учун илмий комплекс. Қурилиш 12 йил давом этди ва тахминан 4 млрд. доллар сарфланди. Комплекс 192 та кучли қувватли лазердан иборат бўлиб, уларнинг пуслари кўп босқичли кучайтирилгандан сўнг бир вақтнинг ўзида термоядровий ёқилғиси билан миллиметр нишонга йўналтирилади. Лазерни ўрнатиш қуввати 500 ТВтни ташкил қилади. Нишоннинг ҳарорати ўн миллионлаб даражага етади, шу билан бирга 1000 марта сиқилади - натижада ичидаги босим газ гигантининг ядросидаги каби бўлади.

192 та алоҳида нурлар таркибида дейтерий (битта нейтронли водород) ва тритий (икки нейтронли водород) атомлари бўлган нишонга яқинлашганда, атомларнинг ядролари бирлашиб, энергия портлашини ҳосил қилади. 2013 йилда иншоотда термоядро реакцияси ёқилди, унинг давомида дунёда биринчи марта реакция пайтида чиқарилган энергия нишонда ютилган энергиядан ошиб кетди.



*180 майдонга эга ITER комплексининг улкан қурилиш майдончаси*

National Ignition Facility (NIF) ni қамраб оладиган лойиҳа ICF (Халқаро термоядровий экспериментал реактор), дунёдаги энг катта 23000 тонна термоядровий реактор, бу термоядро энергиясидан фойдаланишнинг тижорат фойдасини исботлаши керак. Дарҳақиқат, ICF ўн йил давомида қурилган ва термоядро реакторини концептуал ўрганиш 1989 йилда тугатилган.

Бутун дунё реактор устида ишламоқда - Россия, Ҳиндистон, Япония, Хитой, Жанубий Корея ва АҚШ, шунингдек бутун Европа Иттифоқи. Бу бюджетни ҳисобга олган ҳолда ажабланарли эмас - 19 миллиард евро. Бу инсоният тарихидаги энг қиммат тажрибалардан бири (таққослаш учун, КАК нархи "атиғи" 4,4 миллиард долларга тенг).

Дейтерий-тритий аралашмаси юз миллион Целсийдан юқори ҳароратгача қиздирилиши керак бўлган лойиҳа 2025 йилгача ишга туширилмайди. Агар ҳаммаси яхши бўлса, инсоният нефт ва газга энг истиқболли алтернативани олади.

## **2. Экспериментал физиканинг тадқиқот натижаларини таълим жараёнида қўллаш**

Илм-фан ёки техника, саноат ёки қилоқ хўжалиги, космонавтика ёки тиббиёт бўлсин, унинг фаолиятининг ҳар қандай соҳасида инсон доимо у ёки бу катталиқни - ҳаво ҳарорати ёки тоғ баландлиги, жисм ҳажми ёки археологик топилмаларнинг ёшини ўлчаш зарурати билан дуч келади ... Баъзан ўлчовлар зарур махсус ишлаб чиқарилган асбоблар ёки асбоблар (ўлчагич, термометр, мувозанат ...) билан бажарилиши мумкин. Бироқ, кўпинча бизни қизиқтирадиган

катталиқни тўғридан-тўғри аниқлаш ўрнига, бутунлай бошқаларини ўлчаш керак, сўнгра керакли миқдорни тегишли формулалар ёрдамида ҳисоблаш керак.

Дарсликларни ўрганиш ҳали физикани ўзлаштириш ва тегишли масалаларни ўзлаштиришни англамайди. Инсон ўзи пайдо бўлган саволларга ўзи жавоб топганда ҳақиқий таълим олади. Физикани ўқитишни физик экспериментсиз тасаввур қилишнинг иложи йўқ. Яхши ташкил этилган намоиш экспериментлари, фронтал ва лаборатория ишисиз физика бўйича ўқув материалларини тушуниш ва ўзлаштириш, атрофимиздаги олам ва ҳаёт кўникмаларни эгаллашни таъминлаш мумкин эмас. Физик эксперимент, атрофдаги табиатни ўрганиш учун восита бўлиб, талаба дунёнинг муҳимлигига ишонч ҳосил қилади, унинг идрок этилиши талабанинг ўзига хос мулоҳазалари мевасига айланади, унинг ҳис-туйғуларига таъсир қилади ва уйғотади.

Экспериментнинг аҳамияти шундан иборатки, талабаларга ҳиссиётлар орқали янги билимларни етказишда у ўрганилаётган ҳодисалар тўғрисида дастлабки ғояларни шакллантиради.

Психологлар томонидан олиб борилган тадқиқотлар тасвирларнинг тафаккур унумдорлигига таъсирини турли фаолиятларда ишончли тарзда намоиш этади. Шунинг учун тафаккурнинг ҳаёлий томонини ривожлантириш талаба ақл-идроқини ривожлантиришнинг муҳим қисмидир. Бунда тажриба муҳим рол ўйнайди.

Амалий тадқиқотлар жараёнида талабалар қуйидаги махсус кўникмаларни эгаллайдилар:

- моддалар ва жисмларнинг ҳодисаларини, хусусиятларини кузатиш ва ўрганиш;
- физик катталиқларни ўлчашни амалга ошириш;
- физик катталиқлар орасидаги функционал муносабатларни топиш;
- физик қурилмаларни бошқариш;
- физик жараёнларнинг динамикасини, ўзаро боғлиқлигини аниқлаш;
- фаразларни илгари суриш, тажриба натижаларини муҳокама қилиш,
- мунозарада қатнашиш;
- хулоса чиқариш.

Экспериментал кўникмаларни шакллантириш ва ривожлантириш усулларида бири бу эксперимент характеридаги муаммоларни ҳал қилишдир. Муаммоларни ечиш ҳар қандай даражадаги мавзунини (хусусан, физикани) тўлиқ ўрганиш учун ажралмас қисмдир. Муаммоларни ҳал қилиш жараёнида ақлий фаолиятнинг асосий қонуниятлари намоён бўлади. Янги тушунчаларни киритиш билан вазифаларни белгилаш билимга бўлган эҳтиёжнинг пайдо бўлишига ва уни олиш усуллари ўзлаштиришга ёрдам беради.



Физик тушунчаларни ассимиляция қилиш даражаси, муаммоларни ҳал қилиш жараёнида аниқ физик ҳодисаларни таҳлил қилиш учун уларни онгли равишда ишлатиш қобилияти билан баҳоланиши мумкин. Муаммоларни ечиш физиканинг асосий қонунларини яхшироқ англаш ва эса сақлашга имкон беради, умумий назарий қонунларни индивидуал конкрет ҳолатларда қўллаш қобилиятини тарбиялайди. Бундай ҳолда, қонунларни, формулаларни, график боғлиқликларни, ҳисоб-китобларни ва бошқаларни ўрганиш, уларни муайян физик ҳолатларда фаол қўллаш, ўлчаш, ўқитиш таҳлили мавжуд бўлганда, муаммоларни ҳал қилиш физикани ўқитиш усулларида бириктирилади.

Вазифалардан тизимли фойдаланиш талабаларнинг билимни мустақил эгаллашлари учун ушбу усулдан фойдаланиш қобилиятини ривожлантиради.

Экспериментал муаммо - бу маълумотлар тўғридан-тўғри талабалар олдида, тажриба ёрдамида олинади. Ёки экспериментал вазифалар деганда табиий ёки виртуал физик экспериментни жалб қилиш зарур бўлган вазифалар тушунилади. Бундай ҳолда, экспериментдан фойдаланиш ҳам маълумотларни олиш, ҳам қарорни исботлаш учун, ҳам натижани тасдиқлаш учун амалга оширилади.

Муаммони ҳал қилиш - бу муаммонинг мазмунида тасвирланган мавзунини ўзгартириш жараёни. Ушбу мавзунини ўзгартириш муайян усуллар, услублар ва воситалар билан амалга оширилади. Муаммони ҳал қилиш трансформация жараёнининг ўзи ҳақидаги билимларни ўз ичига олади ва эвристик ва алгоритмик рецептлар шаклида тақдим этилиши мумкин бўлган баъзи ақлий ҳаракатлар ва операциялар ёрдамида амалга оширилади. Шундай қилиб, Н.Ф.Искандер экспериментал муаммоларни "уларни ҳал қилиш учун фаол объект-когнитив фаолиятни талаб қиладиган ҳақиқий муаммоли вазиятларнинг белги моделлари" деб атайдди.

Экспериментал муаммоларнинг афзалликлари қуйидагиларни ўз ичига олади:

- тадқиқотчилик қобилиятларини эгаллаш;
- тезкор қарор қабул қилиш фаоллигини ошириш;
- мантиқий фикрлашни ривожлантириш;
- ижодий қобилиятларни ривожлантириш;
- ўз-ўзидан фаол билим олишга интилиш, дунёни фаол билишга интилишни тарбиялаш.

Кўпинча, умумий физика курсидаги амалий машғулотларда, ўқув вақтининг камлиги сабабли ҳисоблаш муаммолари, камдан-кам ҳолларда эса экспериментал масалалар кўриб чиқилади.

Тайёрланган экспериментал масалаларнинг етарли миқдори ишни индивидуализация қилишга, кучли ва кучсиз талабалар учун муаммоларни танлашга имкон беради. Бир хил топшириқ, уни қўллаш усулини ўзгартириб,

лаборатория машғулотининг турли босқичларида ишлатилиши мумкин. Бундай вазифаларни бажариш жараёнида талабалар нафақат экспериментал қобилиятларини ривожлантиради, шу билан ўзларининг ривожланишининг энг юқори даражасига эришадилар, назарияни амалиёт билан боғлайдилар, балки кейинги касбий фаолиятга ҳам тайёрланадилар.

Экспериментал физика бўйича тадқиқот натижаларини таълимга татбиқ этишда ушбу фанни ўрганишни тугатган талабалар:

- ҳақиқий физик объектларнинг физик хусусиятларини ўрганишнинг замонавий усуллари ва бу ҳолда ишлатиладиган асбобларнинг ишлашининг асосий тамойиллари тўғрисида тасаввурга эга бўлиш;

- замонавий ривожланиб келаётган физика ва наноструктурали материалларнинг физик хусусиятларини олиш ва ўзгартиришнинг асосий усуллари тўғрисида билимларга эга бўлиш;

- ҳар хил усуллар ёрдамида олинadиган маълумотлар ва уларнинг қиёсий хусусиятлари ҳақида билимга эга бўлиш, керакли экспериментал усулни танлаш имкониятига эга бўлиш.

Бундай кўникмаларни ўзлаштириш учун замонавий физикани ривожлантириш ва тадқиқот усуллари билан шуғулланиш учун экспериментал физикада қуйидаги изланишлар ва йўналишлар устида иш олиб бориш таклиф этилади:

• Физика ривожланган сари экспериментдаги устувор йўналишларнинг ўзгариши.

• Замонавий экспериментнинг ўзига хос хусусиятлари.

• Ҳақиқий физик объектларнинг физик хусусиятларини ўрганиш.

• Электрон микроскопни узатиш ва сканерлаш.

• Электрон спектроскопия.

• Кристал структурасининг сифатини ва атомларининг жойлашишини ионли каналлизация техникаси ёрдамида аниқлаш.

• Иккиламчи ионли масс-спектрометрия.

• Зондларни микроскопия қилиш усуллари.

• Туннел, атом кучи ва магнит куч микроскопи.

• Нанолитография учун сканерлаш туннел микроскопидан фойдаланиш.

• Резонансли магнитланиш усуллари

• Рентген тадқиқот усуллари (рентген-структуравий таҳлил, силжиган нурларда юпқа плёнкаларнинг тузилишини ўрганиш, рентген-люминесценция таҳлили).

• Оптик спектроскопия.

• Наноструктурали материалларни олишнинг замонавий усуллари.

• Ион-плазма усуллари (ион нурларини синтез қилиш усули).





**Мустаҳкамлаш учун саволлар:**

1. Замонавий изланишлар натижасида олимлар Стандарт Модел доирасида қандай маълумотларни топдилар?
2. Стандарт моделдан оғиш қандай зарраларни топишга ёрдам беради?
3. Нейтринослар нима?
4. Daya Bay - Хитойда нейтрин тебранишини ўрганиш бўйича экспериментларни тушунтиринг.
5. Қора материя нима?
6. NEPTUNE обсерваторияси қандай вазифаларни амалга оширади?
7. National Ignition Facility инерциал термоядро синтезини (ICF) амалга ошириш учун илмий комплекс томонидан олиб борилаётган ишларни тушунтиринг.
8. Экспериментал кўникмаларни шакллантириш ва ривожлантириш усулларини таърифланг.
9. Экспериментал муаммоларнинг афзалликлари нималарни ўз ичига олади?

## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

### 1-амалий машғулот: Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари, йўналишлари, тенденциялари (2 соат)

**Ишдан мақсад:** Мавзуни интерфаол усуллар, баҳс мунозаралар орқали ҳар томонлама мустаҳкамлаш, тингловчиларнинг фикр ва таклифларини тинглаш.

**Масаланинг қўйилиши:** "Тадқиқот инфратузилмаси хизматлари бўйича Европа портали" (<http://www.riportal.eu/public/index.cfm?fuseaction=ri.search>) махсус порталида турли хил илмий соҳаларга оид Европада муҳим бўлган 625 тадқиқот инфратузилмаси ҳақида батафсил маълумотлар билан танишиш.

*Мавзу бўйича бажариладиган амалий машғулотда тингловчилар турли интерфаол усуллар қўллаган ҳолда қуйидаги вазифаларни бажарадилар:*

1. Замонавий тадқиқотлар хусусиятлари билан танишиб чиқинг.
2. "Тадқиқот инфратузилмаси хизматлари бўйича Европа портали" (<http://www.riportal.eu/public/index.cfm?fuseaction=ri.search>) махсус порталидан физик илмий соҳаларга оид Европада муҳим бўлган тадқиқот ишлари билан батафсил танишинг ва замонавий эксперимента физикадаги муаммоларни аниқланг.
3. Аниқланган муаммолар бўйича 1 та мавзуда кластер тузинг ва уни изоҳланг.
4. ESFRIning асосий вазифаси нималардан иборат эканлигини аниқланг ва кластер тузинг, кластерни изоҳланг

### Назорат саволлари:

1. Замонавий физикада Оламнинг қандай структуравий даражасини ажратиб туради ва улар нималардан иборат?
2. Элементар зарралар физикасидаги асосий муаммоларни тушунтиринг.
3. Ядро физикасидаги асосий муаммоларни тушунтиринг.
4. Астрофизикада асосий муаммоларни тушунтиринг.
5. Оптик ва квант электроникада асосий муаммоларни тушунтиринг.
6. Плазма тадқиқотларининг аҳамияти қандай ҳолатлар билан боғлиқ?
7. Компютер техникасидаги тараққиёт қандай физика ютуқларига асосланади?
8. Янги тадқиқот инфратузилмасини ривожлантириш бўйича Европа концепцияси бир қандай босқичларни ўз ичига олади?
9. "Mega-Science" 4 та йирик инфратузилма лойиҳаларига киритилган ишларни таърифлаб беринг

10. Статистик назариялар асосида физиканинг қайси масалалари тушунтирилади?

### Фойдаланиладиган адабиётлар:

1. Тельнов В.И. Современная экспериментальная физика Новосибирский Государственный университет.
2. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physically self-consistent basis of modern cosmology // Гравитация и космология. — 2001. — Т. 7. — № 3. — с. 183—188.
3. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // Гравитация и космология. — 1997. — Т. 3. — № 1. — с. 43-47.
4. Хлопов М. Ю. Космомикрофизика. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 112 с. — ISBN 5-354-00288-5.
5. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М., 1975; Зельдович Я. Б., Хлопов М. Ю. Масса нейтрино в физике элементарных частиц и космологии ранней Вселенной // Успехи физических наук. 1981. Т. 135. № 9; Сахаров А. Д. Космомикрофизика – международная наука // Вестник АН 1989. № 4;
6. Хлопов М. Ю. Основы космомикрофизики. М., 2004.
7. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 145—148. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
8. Засов А. В., Постнов К. А. Общая Астрофизика. — Фрязино: Век 2, 2006. — С. 421—432. — 496 с. — ISBN 5-85099-169-7.
9. Горбунов Д. С., В. А. Рубаков. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. — М.: ЛКИ, 2008. — С. 45—80. — 552 с. — 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. Дата обращения 4 декабря 2010. Архивировано 16 августа 2012 года. (from NASA's WMAP Documents page)

**2-амалий машғулот: Замонавий космология ва унинг шаклланиши, олиб борилаётган тадқиқотлар. Космологиянинг асосий концептуал қарашлари. Замонавий космология - фактлар, ғоялар. Замонавий физиканинг ечилмаган муаммолари (2 соат)**

**Ишдан мақсад:** Мавзуни интерфаол усуллар, баҳс мунозаралар орқали ҳар томонлама мустаҳкамлаш, тингловчиларнинг фикр ва таклифларини тинглаш.

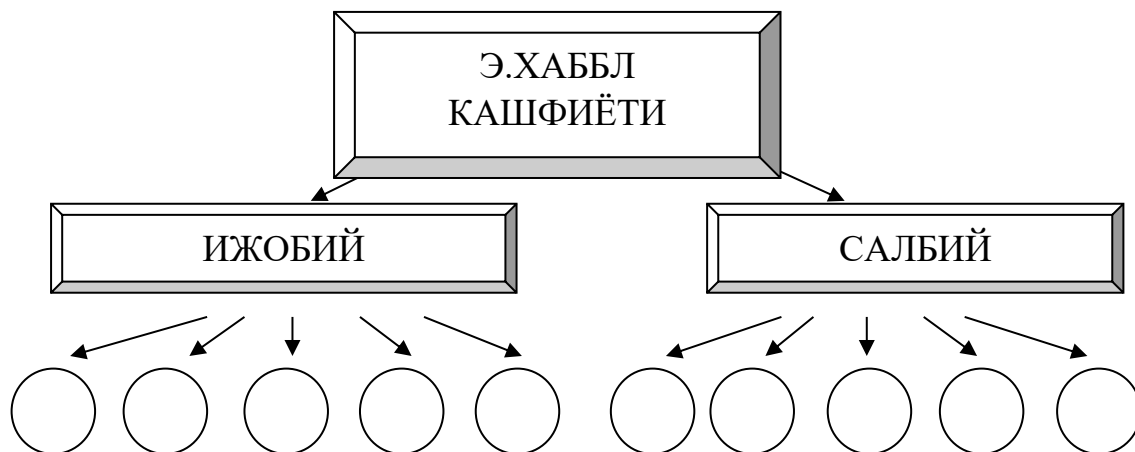
**Масаланинг қўйилиши:** Замонавий космология ва унинг шаклланишидаги масалаларни таҳлил қилиш. Космологиянинг асосий концептуал қарашлари, фактлар, ғоялар ва унда олиб борилаётган тадқиқотлар билан танишиш ва таҳлил қилиш.

*Мавзу бўйича бажариладиган амалий машғулотда тингловчилар турли интерфаол усуллар қўллаган ҳолда қўйидаги вазифаларни бажарадилар:*

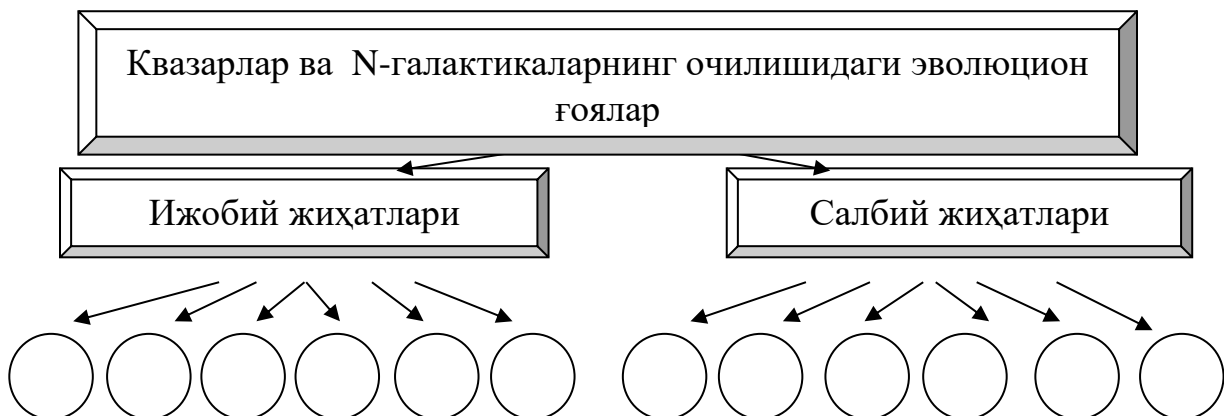
5. Замонавий космология ва унинг шаклланишида А.А.Фридман, Э.Хаббл, М.Планк, А.Эйнштейн қарашларини таҳлил қилинг. Бу фикрларнинг ўхшашлик ва фарқли томонларини таҳлил қилинг.

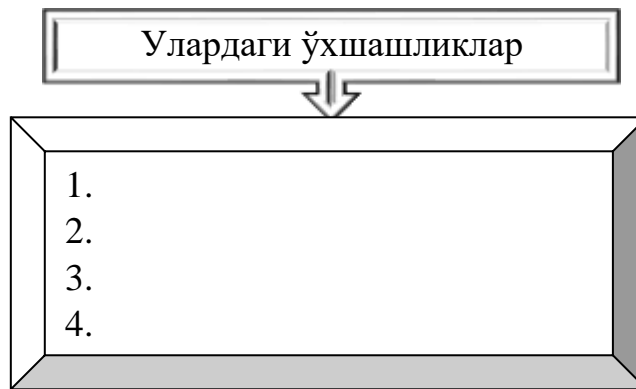
6. Ушбу номи келтирилган олимларнинг фикрларни намунадагидек таҳлил қилинг

*Намуна*



4. Замонавий космология соҳасида олиб борилаётган тадқиқотларни таҳлил қилинг:





### Назорат саволлари:

1. Замонавий физикада квант ва релятивистик физиканинг ривожланишига хисса қўшган олимларнинг кашфиётларини тушунтиринг.

2. "Хаббл доимийси" атамасини тушунтиринг ва у бугунги кунда нечага тенг?

3. Космологияда эволюция асосий омил ҳисобланади, бунинг сабабини тушунтиринг.

4. уфқнинг катталигидан каттароқ масофа билан ажратилган иккита фазовий нуқта ўтмишда ҳеч қачон ўзаро таъсир қилмаган, бунинг сабабларини тушунтиринг.

5. Кенгайиш қонуни экспериментал равишда Э.Хаббл томонидан нимага асослаб тушунтирилади?

6. Коинотнинг катта ўлчамли тузилиши таниқли олим, академик Я.Б.Зельдович асарларида қандай талқин қилинади?

7. Реликт нурланиш нима?

8. Реликт нурланиш анизотропиясини тушунтиринг.

9. Катта ўлчамли реликт нурланишнинг анизотропиясини ўрганишда амалга оширилаётган ишларни тушунтиринг.

10. WMAP иши натижасида олинган стандарт космологик моделнинг асосий параметрлари нималардан иборат?

### Фойдаланилган адабиётлар:

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](http://nasa.gov). Дата обращения 4 декабря 2010. Архивировано 16 августа 2012 года. (from NASA's WMAP Documents page)

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



3. Майкл Роуэн-Робинсон. Космология = Cosmology / Перевод с английского Н. А. Зубченко. Под научной редакцией П. К. Силаева. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — С. 96—102. — 256 с. — ISBN 976-5-93972-659-7.
4. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology
5. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. — М.: УРСС, 2002. — С. 251—259. — 384 с. — 1700 экз. — ISBN 5-354-00058-0.
6. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М., 2002. — С. 144. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
7. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 104—106. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
8. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.
9. Д. С. Горбунов, В. А. Рубоков. Джинсовская неустойчивость в ньютоновой теории тяготения // Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. — М.: Краснад, 2010. — С. 335—371. — 568 с. — ISBN 978-5-396-00046-9.
10. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. Reheating after inflation. — Phys. Rev. Lett., 1994.
11. Астрономия XXI век / Под ред. В. Г. Сурдина. — 2-е. — Фрязино: Век 2, 2008. — С. 414—416. — 608 с. — ISBN 978-5-85099-181-4.
12. Victor J Stenger. Is the Universe fine-tuned for us? (англ.).  
Архивировано 16 июля 2012 года.
13. Tegmark Max. The Interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words?. — Fortschritte der Physik, 1998.
14. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. — 1999. — 464 с. — ISBN 0-375-70811-1.
15. Baum L. and P.H. Frampton. Turnaround in Cyclic Cosmology. — Physical Review Letters,

**3-амалий машғулот: Экспериментал физика тадқиқотлари.  
Космомикрофизика. Космомикрофизикадаги муаммолар (4-соат)**

**Ишдан мақсад:** Мавзуни интерфаол усуллар, баҳс мунозаралар орқали ҳар томонлама мустаҳкамлаш, тингловчиларнинг фикр ва таклифларини тинглаш.

**Масаланинг қўйилиши:** Замонавий тезлаткичлар. Катта адрон коллайдери мавзусидаги билим ва тасаввурларини ривожлантириш.

Мавзу бўйича бажариладиган амалий машғулотда тингловчилар турли интерфаол усуллар қўллаган ҳолда қўйидаги вазифаларни бажарадилар:

1. Тезлатгичлар мақсад-вазифалари, турлари, ишлаш принциплари муҳокама ва таҳлил қилинади.
  2. Тезлатгичларнинг фан-техника тараққиётидаги ўрни таҳлил қилинади.
  3. Катта адрон коллайдери мақсад-вазифалари чуқур таҳлил қилинади.
  4. Катта адрон коллайдерининг тузулиши, қисмлари, ишлаш принципи таҳлил қилинади.
  5. Катта адрон коллайдерда олинган натижалар, уларнинг аҳамияти таҳлил қилинади.
  6. Катта адрон коллайдери фаолиятининг (сарфланган маблағ, электр таъминоти,...каби) ижтимоий томонлари таҳлил қилинади.
  7. Коллайдер фаолиятига жамоатчилик муносабати тўлароқ ўрганилади.
  8. Катта адрон коллайдери истиқбол режалари батафсил ўрганилади.
- Ушбу вазифаларни интерфаол усуллар ёрдамида ҳал қилиш орқали тингловчилар
- тезлаткичлар, уларнинг вазифалари, турларини таҳлил қилишади;
  - Катта адрон коллайдери тузилиши ва ишлаш принципини таҳлил қилишади;
  - мақсад ва вазифалари ҳамда ўзига хослик томонлари чуқур ўрганилади;
  - олинган натижалар ва уларнинг муҳимлиги таҳлил қилинади;
  - унда бажарилиши режалаштирилаётган истиқбол экспериментларни изоҳлашади;
- чуқур таҳлиллар асосида мавзунини мустаҳкамлашади ва хулосалар чиқаришади.

### **Назорат саволлари:**

1. Тезлаткичлар ва уларнинг вазифасини тушунтиринг?
2. Катта адрон коллайдери мақсад-вазифаларини тушунтиринг?
3. Катта адрон коллайдери тузулиши ва ишлаш принципини тушунтиринг?
4. Катта адрон коллайдери лойиҳаси ва қурилиш тарихини изоҳланг?
5. Катта адрон коллайдери фаолиятига жамоатчиликнинг муносабати қандай?
6. Катта адрон коллайдерда эришилган натижаларни тушунтиринг?
7. Истиқболдаги тадқиқот ишларини тушунтиринг?
8. Катта адрон коллайдери истиқболини тушунтиринг?

### **Фойдаланган адабиётлар:**

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. — Т. 698, № 2. — С. 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. — Т. 698, № 1. — С. 14-20. —

#### **4-амалий машғулот: Нанофизика ва нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар. Замонавий космология ва экспериментал физика тадқиқотлари натижаларини таълимда қўллаш**

**Ишдан мақсад:** Мавзуни интерфаол усуллар, баҳс мунозаралар орқали ҳар томонлама мустаҳкамлаш, тингловчиларнинг фикр ва таклифларини тинглаш.

**Масаланинг қўйилиши:** Нанофизика ва нанотехнологиялар мавзусидаги билим ва тасавурларини ривожлантириш

Ушбу мавзу бўйича бажариладиган амалий машғулотда тингловчилар турли интерфаол усуллар қўллаган ҳолда қуйидаги вазифаларни бажарадилар:

1. Нанофизика фани шаклланиши тарихи, мақсад-вазифаларини муҳокама ва таҳлил қилинади.

2. Нанофизика тадқиқот усуллари, олинган натижалар муҳокама ва таҳлил қилинади.

3. Нанотехнологияларнинг шаклланиш тарихи, мақсад-вазифалари таҳлил қилинади.

4. Нанотехнологиялар соҳасида эришилган ютуқлар, уларнинг фан-техника ривожига ўрни муҳокама ва таҳлил қилинади.

5. Нанотехнологияларни назорат қилиш органлари, уларнинг мақсад-вазифалари ўрганилади.

6. Нанотехнологияларга жамият муносабати таҳлил қилинади.

Ушбу вазифаларни интерфаол усуллар ёрдамида ҳал қилиш орқали тингловчилар нанофизика ва нанотехнологияларнинг

- шаклланиш тарихи;

- уларнинг юзага келишига олиб келган асослар;

- мақсад-вазифалари;

- бу соҳалардаги эришилган ютуқлар;

- бу соҳалар фаолиятига жамиятнинг муносабати;

- истиқболдаги режалар каби масалаларни чуқур таҳлил қилиш асосида мавзуни мустаҳкамлаш ва хулосалар чиқаришди.

### Назорат саволлари:

1. Фан тараққиёнининг ўзига хос хусусиятларини тушунтиринг.
2. Янги фанларнинг шаклланиши ва уларнинг юзага келишидаги асосларни тушунтиринг.
3. Нанофизиканинг шаклланиши, мақсад ва вазифаларини тушунтиринг.
4. Нанотехнологияларнинг пайдо бўлиши, мақсад ва вазифаларини тушунтиринг.
5. Нанофизика ва нанотехнологиялар эришган ютуқларини тушунтиринг.
6. Бу фанларнинг ривожланишига жамиятнинг муносабати қандай?

### Фойдаланган адабиётлар:

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. ISSN 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

## V. ГЛОССАРИЙ

<p>1.</p>	<p><b>Космология – cosmology.</b>          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>          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>.          Religious or mythological cosm</p>
<p>2.</p>	<p><b>Астрофизика- 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.          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>
<p>3.</p>	<p><b>Кузатув астрономияси- 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>Нанотехнология – 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>Нанотехнологиядаги асосий тушунчалар -</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>Наноматериаллар- 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>Элементар заррча - 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>Ядро физикаси- 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>Қора ўра - 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.

**Қора ўраларнинг физик хусусиятлари- 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>Сингулярлик- Singularity</b></p> <p>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>Гравитацион коллапс- Gravitational collapse</b></p> <p>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>Коинотнинг катта ўлчамли тузилиши - 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>
<p>6.</p>	<p><b>Хаббл доимийси - 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.

**Реликт нурланиш - 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>Экспериментал физика - 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.</p> <p>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>Экспериментал физикада тадқиқотлар</b>  <b>Experimental physics - 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.</p> <p>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</p>

	<p>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>Мультикоинот-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>Астрозарралар физикаси- 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>Катта адрон коллайдери- 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</p>

and laboratories, as well as more than 100 countries. It lies in a tunnel 27 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. ФЙДАЛАНГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

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. - Т. 698, № 2.- С. 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. —Т. 698, № 1. — С. 14-20.
5. Тельнов В.И. Современная экспериментальная физика Новосибирский Государственный университет.
6. Belotsky K. M., Khlopov M. Yu. Cosmoparticle physics as a physicallyself-consistent basis of modern cosmology // *Гравитация и космология*. — 2001. — Т. 7. — № 3. — с. 183—188.
7. Khlopov M. Yu., Sakharov A. S. Cosmoparticle physics as a way to physics of gravity // *Гравитация и космология*. — 1997. — Т. 3. — № 1. — с. 43-47.
8. Хлопов М. Ю. Космомикрофизика. — М.: Едиториал УРСС, 2003. — 112 с. — ISBN 5-354-00288-5.
9. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строеение и эволюция Вселенной. М., 1975; Зельдович Я. Б., Хлопов М. Ю. Масса нейтрино в физике элементарных частиц и космологии ранней Вселенной // *Успехи физических наук*. 1981. Т. 135. № 9; Сахаров А. Д. Космомикрофизика – международная наука // *Вестник АН* 1989. № 4;
10. Хлопов М. Ю. Основы космомикрофизики. М., 2004.
11. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 145—148. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
12. Засов А. В., Постнов К. А. Общая Астрофизика. — Фрязино: Век 2, 2006. — С. 421—432. — 496 с. — ISBN 5-85099-169-7.
13. Горбунов Д. С., В. А. Рубаков. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. — М.: ЛКИ, 2008. — С. 45—80. — 552 с. — 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. Дата обращения 4 декабря 2010. Архивировано 16 августа 2012 года. (from NASA's WMAP Documents page)
15. Planck Collaboration. Planck 2013 results. XVI. Cosmological parameters. — arXiv:1303.5076.
16. Майкл Роуэн-Робинсон. Космология = Cosmology / Перевод с английского Н. А. Зубченко. Под научной редакцией П. К. Силаева. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. — С. 96—102. — 256 с. — ISBN 976-5-93972-659-7.
17. [0806.1065] B2FH, the Cosmic Microwave Background and Cosmology
18. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. — М.: УРСС, 2002. — С. 251—259. — 384 с. — 1700 экз. — ISBN 5-354-00058-0.
19. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М., 2002. — С. 144. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
20. Сажин М. В. Современная космология в популярном изложении. — М.: 2002. — С. 104—106. — 240 с. — 2500 экз. — ISBN 5-354-00012-2.
21. Robert Brandenberger. Topics in Cosmology. — 2007. — arXiv:hep-th/0701157.
22. Д. С. Горбунов, В. А. Рубоков. Джинсовская неустойчивость в ньютоновой теории тяготения // Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. — М.: Краснад, 2010. — С. 335—371. — 568 с. — ISBN 978-5-396-00046-9.
23. Lev Kofman, Linde Andrei, Starobinsky Alexei A. Reheating after inflation. — Phys. Rev. Lett., 1994.
24. Астрономия XXI век / Под ред. В. Г. Сурдина. — 2-е. — Фрязино: Век 2, 2008. — С. 414—416. — 608 с. — ISBN 978-5-85099-181-4.
25. Victor J Stenger. Is the Universe fine-tuned for us? (англ.). Архивировано 16 июля 2012 года.
26. Tegmark Max. The Interpretation of Quantum Mechanics: Many Worlds or Many Words?. — Fortschritte der Physik, 1998.
27. Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. — 1999. — 464 с. — 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. Горбунов Д. С., Рубоков В. А. Джинсовская неустойчивость в ньютоновой теории тяготения // Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. — М.: Краснад, 2010. — 568 с. — ISBN 978-5-396-00046-9.

32. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. — М.: Физматлит, 2006. — С. 493—494. — (Теоретическая физика).