

## *Дәріс 4.*

### **Әлемнің эволюциясы**

**Дәрістің мақсаты** – Әлем эволюциясының тұжырымдамасын қарастыру, оның дамуының негізгі кезеңдерін талдау. Әлемнің құрылымы мен қасиеттерін қалыптастырған іргелі процестердің әсерін зерттеу.

#### **Дәрістің жоспары:**

1. Әлем эволюциясының теориялары.
2. Эксперименттік зерттеулер.
3. Әлемнің кеңею теориясы.
4. Әлемнің эволюциясына әртүрлі факторлардың әсері.

#### **Әлем эволюциясының теориялары**

Әлемнің дамуының негізгі кезеңдері туралы қазіргі тұжырымдар келесі теорияларға негізделген:

- Фридманның әлемнің кеңеюі теориялары;
- Үлкен жарылыс теориялары (ыстық әлем теориялары);
- Инфляция теориясы;
- Ірі масштабты құрылымды қалыптастырудың иерархиялық теориясы;
- Жұлдызды популяция теориялары [1].

Әлемнің уақыт бойынша артқа қарай кеңеюінің негізін ғарыштық сингулярлық нүктеге әкеледі, ол нүктенің маңында физиканың қазіргі белгілі заңдары орындалмайды. Осы ғарыштық сингулярлықтан қазіргі кезге дейін кеңею уақыты Әлемнің жасы деп аталады; әр түрлі мәліметтерге сәйкес, қазір әлемнің жасы шамамен 14 миллиард жыл [2]. Бүкіл даму тарихын бірнеше келесідей кезеңдерге бөлуге болады:

Әлемнің бүкіл даму тарихын кеңею кезеңдеріне бөлуге болады:

- 1.Планк дәуірі - қазіргі физика жұмыс істей бастайтын кезең.
- 2.Инфляциялық кезең. Бұл кезеңде Әлемнің көлемінің күрт өсуі байқалады, ал соңында қатты қызады.
- 3.Радиациялық үстемдік кезеңі. Ерте әлемнің негізгі кезеңі. Бұл кезеңде температура төмендей бастайды және басында электрлік әлсіз өзара әрекеттесу күшті өзара әрекеттесуден бөлінеді, содан кейін кварктар түзіледі. Адрондардың және лептондардың дәуірлері өзгергеннен кейін, нуклеосинтез дәуірінде бізге таныс химиялық элементтер пайда болады [3].
- 4.Заттың (тозаңның) үстемдік ету дәуірі. Осы дәуірдің басында электромагниттік сәулелену заттан бөлініп, реликті фон түзіледі. Содан кейін қараңғы ғасырлар келеді. Олар алғашқы жұлдыздардың сәулеленуі затты қайта иондаған кезде аяқталады.
- 5.Λ-үстемдік. Қазіргі дәуір.

Реликті фонның пайда болу сәті заттың эволюциясы үшін шекаралық болып табылады. Егер оған дейін ол толығымен кеңеюмен анықталса, кейін гравитациялық өзара әрекеттесуі болады. Ол жұлдыздардың, галактикалардың

жұлдыздар шоғырының пайда болуына, сондай-ақ соңғысының бірігуіне жауап береді [1, 2].

Реликті фонның құрылуы Әлемнің кеңеюінен туындаған салқындауының арқасында мүмкін болды. Гравитациялық үстемдік дәуірінің аяқталуын алдын-ала анықтаған және одан туындаған дәл осындай процесс аса жаңа жұлдыздардың жарылыстарына байланысты химиялық құрамның өзгеруі болды.

Планк дәуірі-біз байқаған Әлемнің тарихындағы ең алғашқы дәуір, ол туралы кез-келген теориялық болжамдар бар. Бұл дәуірде Әлемнің заты  $\sim 10^{19}$  ГэВ энергияға ие болды, тығыздығы  $\sim 10^{97}$  кг / м<sup>3</sup> және  $\sim 10^{32}$  К температурада болды. Ертедегі Әлем энергияның тығыздығы, температурасы мен қысымы өте жоғары гетерогенді және изотропты орта болды. Әлемнің кеңеюі мен салқындауы нәтижесінде газдан сұйықтықтың конденсациясына ұқсас фазалық ауысулар болды, бірақ қарапайым бөлшектерге қатысты. Ол Планк уақытынан кейін аяқталды (10-43 секунд, Үлкен жарылыстан кейін). Планк дәуірінен кейін гравитациялық өзара әрекеттесу басқа іргелі өзара әрекеттесулерден бөлінді [3]. Қазіргі космология Планк дәуірінің соңында Әлемнің дамуының екінші кезеңі – Ұлы бірігу дәуірі басталды, содан кейін Симметрияның бұзылуы тез арада ғарыштық инфляция дәуіріне әкелді деп санайды.

### **Эксперименттік зерттеулер**

Планк дәуірі туралы болжамдарды негіздейтін эксперименттік деректер соңғы уақытқа дейін іс жүзінде болмады, бірақ WMAP зондының соңғы нәтижелері ғалымдарға Әлемнің өмір сүру секундының алғашқы 10-12 бөлігі туралы гипотезаларды тексеруге мүмкіндік берді (дегенмен WMAP тіркеген реликті сәулелену – Әлем бірнеше жүз мың жыл болған кезде пайда болды). Бұл уақыт аралығы Планк уақытынан әлі де көбірек болса да, қазіргі уақытта эксперименттер жалғасуда (Планк жобасын қоса алғанда), "зерттелген" уақыттың шекарасын Әлем пайда болу уақытына жақындатуға мүмкіндік беретін және мүмкін Планк дәуірі туралы ақпарат беретін айтарлықтай нәтижелері бар [3].

Сонымен қатар, алғашқы Әлемдегі процестер туралы кейбір түсініктер бөлшектердің үдеткіштерінен мәліметтер береді. Мысалы, ауыр иондық релятивистік коллайдердегі (RHIC) тәжірибелер кварк-глюон плазмасының (заттың алғашқы күйлерінің бірі) газға қарағанда сұйықтық сияқты әрекет ететінін анықтады. Үлкен адрон коллайдерінде материяның бұрынғы күйлерін зерттеуге болады, бірақ қазіргі уақытта Планк энергиясының реттік энергиясын алуға мүмкіндік беретін қолданыстағы немесе жоспарланған үдеткіштер жоқ (шамамен  $1,22 \times 10^{19}$  ГэВ).

### **Әлемнің кеңею теориясы**

Әлемнің кеңеюі - бұл ірі масштабты процесс, космологиядағы негізгі ұғымдардың бірі болып табылады. Бақылаулар мен теорияға сәйкес, Әлем кеңейіп келеді, яғни ондағы барлық галактикалар мен басқа нысандар бір-бірінен алшақтайды [1].

Әлем Үлкен жарылыс деп аталатын бастапқы өте тығыз және өте ыстық күйден кеңейеді. Ол миллиардтаған жылдармен өлшенеді және Әлемнің жасын

және оның қаншалықты кеңейетінін бағалауға мүмкіндік береді. Бұл кеңейтуді сипаттау үшін Әлемнің кеңею жылдамдығы мен сипатын бағалауға мүмкіндік беретін әртүрлі параметрлер қолданылады. Осындай параметрлердің бірі – кеңею жылдамдығы. Бұл әлемдегі заттардың бір-бірінен қаншалықты тез алыстап бара жатқанын көрсетеді. Тағы бір параметр-Әлемнің өлшемдерін анықтайтын масштабты ұзындық. Ол мегапарсекпен өлшенеді және Әлемнің қаншалықты үлкен екенін және ондағы қандай объектілер болуы мүмкін екенін бағалауға мүмкіндік береді.

Әлемнің эволюциясын және оның параметрлерін түсіну үшін космологиялық эволюция теңдеулерін шешу қажет. Бұл теңдеулер уақыт өте келе Әлемнің өлшемдері мен тығыздығының қалай өзгеретінін сипаттайды. Космологиялық эволюцияны шешу үшін қолданылатын негізгі теңдеулердің бірі Фридман теңдеуі деп аталады. Ол материя мен энергияның тығыздығы сияқты Әлемнің параметрлерін оның кеңеюімен байланыстырады [1, 2].

Фридман теңдеуінің шешімі уақыт бойынша Әлемнің өлшемдері мен тығыздығының қалай өзгеретінін анықтауға мүмкіндік береді. Параметрлердің мәндеріне байланысты Әлемнің әртүрлі модельдері бар, мысалы, ашық кеңістік моделі, жалпақ кеңістік моделі және жабық кеңістік моделі. Фридман теңдеуін шешу үшін қараңғы материя және қара энергия сияқты әлемнің әртүрлі компоненттерінің үлестерін ескеру қажет. Себебі, бұл компоненттер Әлемнің кеңеюіне және оның параметрлеріне әсер етеді.

### **Әлемнің эволюциясына әртүрлі факторлардың әсері**

Әлемнің эволюциясы оның кеңеюі мен дамуына әсер ететін келесідей факторлардың өзара әрекеттесуімен анықталады:

#### **-Қараңғы материя**

Қараңғы материя – бұл электромагниттік сәуле шығармайтын және жұтпайтын, гравитациялық өзара әрекеттесуден басқа қарапайым затпен әрекеттеспейтін заттың гипотетикалық түрі. Ол Әлем массасының едәуір бөлігін құрайды және оның эволюциясына айтарлықтай әсер етеді. Қараңғы материя қарапайым материяны тартылыс күшімен тартады, галактикалардың пайда болуына және Әлемнің ауқымды құрылымына ықпал етеді [2].

#### **-Қараңғы энергия**

Қараңғы энергия – бұл Әлемнің кеңістігін толтыратын және теріс қысымға ие энергия түрі. Бұл Әлемнің жеделдетілген кеңеюінің себебі болып табылады. Қараңғы энергия Әлемнің энергиясының көп бөлігін құрайды және оның эволюциясында маңызды рөл атқарады.

#### **-Зат және сәулелену**

Зат пен сәулелену де Әлемнің эволюциясына әсер етеді. Кәдімгі материя мен қараңғы материяны қоса алғанда, зат гравитациялық түрде тартылып, галактикалардың пайда болуына және Әлемнің ауқымды құрылымына ықпал етеді. Фотондар сияқты сәулелену Әлемнің кеңеюіне және оның параметрлеріне әсер етеді [3].

#### **-Инфляция**

Инфляция – Әлемнің алғашқы сатысында экспоненциалды кеңею кезеңі. Инфляция кезінде кеңістіктің соншалықты тез кеңеюінен, материя мен энергия

тығыздығындағы шамалы ауытқулар күшейіп, болашақта галактикалар мен басқа құрылымдардың пайда болуына негіз болады.

Әлемнің эволюциясында қараңғы материя, қара энергия, зат және сәуле сияқты әртүрлі компоненттерінің өзара әрекеттесуі де маңызды рөл атқарады. Өзара әрекеттесу Әлемдегі энергия мен массаның таралуындағы өзгерістерге әкелуі мүмкін және оның одан әрі эволюциясына әсер етуі мүмкін.

-Ұлы бірігу дәуірі

Ұлы бірігу дәуірі (ҰБД) – Әлемнің дамуының екінші кезеңін анықтау үшін космологияда қолданылатын ұғым болып табылады. Кеңейіп келе жатқан Әлемнің космологиялық моделіне сүйене отырып, ҰБД уақыт өте келе ~10-43 секундтан материяның тығыздығы  $1092 \text{ г/см}^3$  және температура  $1032 \text{ К}$  болған кезде басталды деп есептеледі. Фазалық ауысу Әлемнің экспоненциалды кеңеюін тудырды, бұл өз кезегінде инфляция дәуіріне көшуді тудырды [3].

ҰБД Планк дәуірінен кейінгі және инфляция дәуірінен бұрынғы ерте Әлемнің эволюциясындағы кезең болды. Ұлы бірігу дәуірі басталғаннан бері кванттық әсерлер әлсіреп, ЖСТ Заңдары күшіне енеді. Гравитациялық өзара әрекеттесуді дәуірлердің шекарасындағы басқа іргелі өзара әрекеттесулерден — Планк пен Ұлы бірлестіктен бөлу бастапқы материяның фазалық ауысуларының біріне әкелді, оның тығыздығының біртектілігінің бұзылуымен бірге жүрді. Планк дәуірінің соңындағы іргелі өзара әрекеттесулердің бірігуінен ауырлық күші (бірінші бөліну) бөлінгеннен кейін, төрт өзара әрекеттесудің үшеуі — электромагниттік, күшті және әлсіз өзара әрекеттесулер — электродролық өзара әрекеттесу ретінде әлі де біріктірілген.

ҰБД кезінде Әлемнің температурасы біріктіру теориясының тән температура градиенттерімен салыстырылды деп саналады. Егер ұлы бірлестіктің энергиясы  $1015 \text{ ГэВ}$  қабылдаса, бұл  $1027 \text{ К}$ -нен жоғары температураға сәйкес келеді.

ҰБД шамамен 10-34 секундта аяқталды деп есептеледі. Үлкен жарылыс кезінен бастап, материяның тығыздығы  $1074 \text{ г/см}^3$ , ал температурасы  $1027 \text{ К}$ , бұл  $1014 \text{ гэВ}$  энергиясына сәйкес келеді — осы кезде күшті ядролық өзара әрекеттесу бастапқы өзара әрекеттесуден бөлінген. Бұл бөліну келесі фазалық ауысуға және соның салдарынан Әлемнің кеңеюіне, инфляциялық кеңеюі және заттың тығыздығы мен оның таралуының айтарлықтай өзгеруіне әкелді [3].

-Инфляция дәуірі

Үлкен жарылыстан кейін 10-36 мен 10-32 аралығында, инфляция дәуірінде Әлем әлі күнге дейін сәулеленуге толы, кварктар, электрондар және нейтрино түзіле бастады. Кеңею дәуірінің алғашқы кезеңдерінде пайда болған кварктар мен гиперондар тез ыдырайды. Осы кезең аяқталғаннан кейін Әлемнің құрылымындағы материалы кварк – глюон плазмасы болды. Уақыт өте келе температура бариогенез деп аталатын келесі фазалық ауысу мүмкін болатын мәндерге дейін төмендеді. Температураның одан әрі төмендеуі келесі фазалық ауысуға әкелді — физикалық күштер мен элементар бөлшектердің қазіргі түрінде пайда болуы, бұл электрлік әлсіз өзара әрекеттесу дәуірі, кварк дәуірі, адрон дәуірі, лептон дәуірі арқылы нуклеосинтез дәуіріне көшуге әкелді [3].

Қорыта келгенде, Әлем өз бастауын алған Үлкен жарылыстан кейін алғашқы элементар бөлшектер бірігіп, алғашқы мезетте протоатомдар түзеді. Уақыт өте келе ғарыштық инфляция мен гравитациялық өзара әрекеттесу нәтижесінде алғашқы галактикалар пайда болды. Бұл галактикаларда туылған жұлдыздар планеталарды, соның ішінде біздің жерді қалыптастыру үшін қажет ауыр элементтердің синтезделетін орындарына айналды. Галактикалар мен жұлдыздардың кейінгі дамуымен олардың ядроларында ядролық реакциялар пайда болып, ауыр элементтер пайда болды, мысалы көміртегі, оттегі, және басқалар. Бұл элементтер жұлдызды аса жаңа жұлдыздардың жарылыстары нәтижесінде қоршаған кеңістікке лақтырылды. Осындай элементтермен қаныққан жұлдызаралық бұлттар жаңа жұлдыздардың пайда болуы мен планетарлық жүйелердің пайда болу орындарына айналды.

### **Әдебиеттер тізімі:**

1. Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков. Вселенная в прошлом. // Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. — Москва: ЛКИ, 2008. — 552 с.
2. Edward W. Kolb; Michael S. Turner. The Early Universe. — Basic Books, 1994. — С. 447
3. А. В. Засов, К. А. Постнов. Общая Астрофизика. — Фрязино: Век 2, 2006. — С. 421—432. — 496 с.