**Дәріс 2. Эксперименттік физика**

Кіріспе

Эксперименттік физика – физикалық құбылыстар мен эксперименттерді бақылаумен айналысатын физика саласындағы пәндер мен ішкі пәндердің категориясы. Әдістер пәннен пәнге, қарапайым эксперименттер мен бақылаулардан, мысалы, Кавендиш тәжірибесінен Үлкен адрон коллайдері сияқты күрделіректерге дейін өзгереді.

Эксперименттік физика мәліметтерді жинауға, деректерді жинау әдістеріне және егжей-тегжейлі тұжырымдамаға (қарапайым ойлау эксперименттерінен тыс) және зертханалық эксперименттерді жүргізуге қатысты физиканың барлық пәндерін біріктіреді. Оны көбінесе теориялық физикаға қарсы қояды, ол табиғат туралы білім алудан гөрі оның физикалық мінез-құлқын болжау және түсіндірумен көбірек айналысады.

Тәжірибелік және теориялық физика табиғаттың әртүрлі аспектілерін қарастырғанымен, екеуі де оны түсінудің мақсаты бір және симбиотикалық қатынаста болады. Біріншісі ғалам туралы деректерді береді, оларды түсіну үшін талдауға болады, ал екіншісі деректерге түсініктеме береді және осылайша деректерді қалай жақсы алу және эксперименттерді қалай жүргізу керектігі туралы түсінік береді. Теориялық физика сонымен қатар ғаламды жақсырақ түсіну үшін қандай деректер қажет және оны алу үшін қандай эксперименттер жасалуы керек екендігі туралы түсінік бере алады.

Жеке сала ретінде эксперименттік физиканың негізін қазіргі заманғы Еуропаның басындағы физиктер ғылыми революция деп аталатын кезеңде Галилео Галилей, Кристиан Гюйгенс, Иоганнес Кеплер, Блез Паскаль және Исаак Ньютон сияқты ғалымдар салды. 17 ғасырдың басында Галилей заманауи ғылыми әдістің негізгі идеясы болып табылатын физикалық теорияларды тексеру үшін эксперименттерді кеңінен пайдаланды. Галилео динамикадағы бірнеше нәтижелерді, атап айтқанда, кейінірек Ньютонның қозғалыс заңдарының бірінші заңы болған инерция заңын тұжырымдап, сәтті сынақтан өткізді. Галилейдің «Екі жаңа ғылым» романында Симплисио мен Сальвиати кейіпкерлері арасындағы диалог кеменің қозғалысын (қозғалатын жақтау сияқты) және кеме жүктерінің оның қозғалысына немқұрайлы қарайтынын талқылайды. Гюйгенс импульсты сақтаудың ерте түрін көрсету үшін голландтық канал бойымен қайықтың қозғалысын пайдаланды.

Эксперименттік физика өзінің шарықтау шегіне Исаак Ньютонның (1643–1727) 1687 жылы Philosophiae Naturalis Principia Mathematica басылымын жариялауымен жетті деп саналады. 1687 жылы Ньютон физиканың толық және сәтті екі заңын егжей-тегжейлі баяндайтын «Элементтер» еңбегін жариялады: Ньютонның қозғалыс заңдары, осыдан классикалық механика туындайды; және негізгі ауырлық күшін сипаттайтын Ньютонның бүкіләлемдік тартылыс заңы. Екі заң да экспериментпен жақсы үйлеседі. Принциптер сонымен қатар сұйықтық динамикасына бірнеше теорияларды енгізді.

17 ғасырдың аяғынан бастап термодинамиканы физик және химик Бойль, Янг және тағы басқалар жасады. 1733 жылы Бернулли термодинамикалық нәтижелерді алу үшін классикалық механикамен қатар статистикалық дәлелдерді қолданып, статистикалық механика саласын бастады. 1798 жылы Томпсон механикалық жұмыстың жылуға айналуын көрсетті, ал 1847 жылы Джоуль энергияның, оның ішінде жылу түрінде де сақталу заңын механикалық энергия сияқты тұжырымдады. Людвиг Больцман он тоғызыншы ғасырда статистикалық механиканың қазіргі формасына жауапты болды.

Классикалық механика мен термодинамикадан басқа, физикадағы тәжірибелік зерттеулердің тағы бір үлкен саласы электр тогының табиғаты болды. 17-18 ғасырлардағы Роберт Бойл, Стивен Грей, Бенджамин Франклин сияқты ғалымдардың бақылаулары кейінгі жұмыстарға негіз болды. Бұл бақылаулар сонымен қатар электр заряды мен ток туралы негізгі түсінігімізді анықтады. 1808 жылға қарай Джон Далтон әртүрлі элементтер атомдарының салмағы әртүрлі екенін анықтап, атомның қазіргі теориясын ұсынды.

Ганс Кристиан Эрстед электр тогы мен магнетизм арасындағы байланысты алғаш рет жақын маңдағы электр тогы арқылы компас инесінің ауытқуын байқағаннан кейін ұсынды. 1830 жылдардың басында Майкл Фарадей магнит өрісі мен электр бір-бірін тудыруы мүмкін екенін көрсетті. 1864 жылы Джеймс Клерк Максвелл Корольдік қоғамға электр және магнетизм арасындағы осы қатынасты сипаттайтын теңдеулер жинағын ұсынды. Максвелл теңдеулері де жарықтың электромагниттік толқын екенін дұрыс болжады. Астрономиядан бастап, натурфилософияның принциптері кристалданған физиканың іргелі заңдарына айналды, олар кейінгі ғасырларда тұжырымдалып, нақтыланды. 19 ғасырға қарай ғылым арнайы зерттеушілері бар бірнеше салаларға бөлініп кетті, физика саласы логикалық басымдыққа ие болғанымен, ғылыми зерттеулердің барлық саласына жеке меншік құқығын талап ете алмады.



CMS детекторының көрінісі, CERN-дегі LHC эксперименттік әрекеті.

Эксперименттік физиктердің көрнекті жобаларының кейбір мысалдары:

Алтын иондары (бұл бірінші ауыр иондық коллайдер) және протондар сияқты ауыр иондармен соқтығысатын релятивистік ауыр иондық коллайдер Брукхавен ұлттық зертханасында, Лонг-Айленд, АҚШ-та орналасқан.

Электрондарды немесе позитрондар мен протондарды біріктіретін және Гамбургте, Германияда орналасқан DESY құрамына кіретін HERA.

LHC немесе Үлкен адрон коллайдері 2008 жылы аяқталды, бірақ бірқатар сәтсіздіктерге ұшырады. LHC жұмысын 2008 жылы бастады, бірақ 2009 жылдың жазына дейін техникалық қызмет көрсету үшін жабылды. Аяқталғаннан кейін ол әлемдегі ең қуатты коллайдер болып табылады және Женева маңындағы Франция-Швейцария шекарасындағы CERN-де орналасқан. Коллайдер 2010 жылдың 29 наурызында толықтай іске қосылды, бұл бастапқыда жоспарланғаннан бір жарым жылға кешіктірілді.

LIGO, гравитациялық толқындық лазерлік интерферометр обсерваториясы — ғарыштық гравитациялық толқындарды анықтауға және астрономиялық құрал ретінде гравитациялық толқынды бақылауларды дамытуға арналған ауқымды физика эксперименті және обсерваториясы. Қазіргі уақытта екі LIGO обсерваториясы бар: Ливингстондағы LIGO Ливингстон обсерваториясы, Луизиана және Ричленд, Вашингтон маңындағы LIGO Ханфорд обсерваториясы.

JWST немесе Джеймс Уэбб ғарыштық телескопы 2021 жылы ұшырылады деп жоспарланған. Ол Хаббл ғарыштық телескопының мұрагері болады. Ол инфрақызыл диапазонда аспанды зерттейді. JWST негізгі мақсаттары ғаламның бастапқы кезеңдерін, галактикалардың пайда болуын, сондай-ақ жұлдыздар мен планеталардың пайда болуын және өмірдің пайда болуын түсіну болады.

**Әдіс**

Эксперименттік физика эксперименталды зерттеудің екі негізгі әдісін қолданады: басқарылатын эксперименттер және табиғи эксперименттер. Бақыланатын эксперименттер зертханаларда жиі пайдаланылады, өйткені зертханалар басқарылатын ортаны ұсына алады. Табиғи тәжірибелер, мысалы, астрофизикада әрекет ететін айнымалыларды бақылау мүмкін емес аспан объектілерін бақылау кезінде қолданылады.

**Белгілі экспериментерге мыналар жатады:**

1. 2 градус өрісі бар галактикалардың қызыл ығысуына шолу
2. 2 микрон бүкіл аспанға түсіру (2MASS)
3. Қоңырау сынағы эксперименттері
4. BOOMERanG эксперименті
5. Камераның қараңғылық эксперименттері
6. Кавендиш тәжірибесі
7. Ғарыштық фондық зерттеуші
8. Коуэн-Рейнстің нейтрино тәжірибесі
9. Дэвиссон-Гермер тәжірибесі
10. Қос саңылау тәжірибесі
11. Фуко маятнигі
12. Франк-Герц тәжірибесі
13. Гейгер-Марсден тәжірибесі
14. Гравитация зонд А
15. Гравитация зонд B
16. Хафель-Китинг тәжірибесі
17. Үйге арналған эксперимент
18. LIGO
19. Мұнай тамшылары тәжірибесі
20. Мишельсон-Морли эксперименті
21. Sloan Digital Sky Survey
22. Штерн-Герлах тәжірибесі
23. Wilkinson микротолқынды анизотропиялық сенсор
24. Ву эксперименті

Кейбір белгілі эксперименттік әдістерге мыналар жатады:

1. Кристаллография
2. Эллипсометрия
3. Фарадей торы
4. Интерферометрия
5. NMR
6. лазерлік салқындату
7. Лазерлік спектроскопия
8. Раман спектроскопиясы
9. Сигналдарды өңдеу
10. Спектроскопия
11. STM
12. Рентгендік спектроскопия
13. Серпімсіз нейтрондардың шашырауы