

СРО тапсырмасы.

Орындаған: Мұрат Аружан Айдосқызы.
М24-025 тобы.

Жетекші: Абдрасилова Венера Оңалбаевна.

Тақырыбы: "Кванттық физика: Негізгі ұғымдар, теориялар және қолдану салалары."

Жоспар:

1. Кіріспе

Кванттық физиканың пайда болуы

Классикалық физикамен салыстыру

2. Кванттық теорияның негіздері

Кванттау принципі

Де Бройль толқындары

Шредингер теңдеуі және толқындық функция

Гейзенбергтің анықталмаушылық принципі

3. Кванттық механиканың негізгі құбылыстары

Суперпозиция және кванттық интерференция

Кванттық туннельдеу

Спин және Паули принципі

Кванттық ұлғаю және Бозе-Эйнштейн конденсаты

4. Кванттық физиканың эксперименттері

Қос саңылау тәжірибесі

Фотозффе́кт құбылысы

Эйнштейн-Подольский-Розен (EPR) парадоксы

Кванттық телепортация

5. Кванттық теорияның қолдану салалары

Лазерлер және кванттық оптика

Жартылай өткізгіштер және транзисторлар

Кванттық компьютерлер

Криптография және кванттық байланыс

6. Кванттық физиканың философиялық аспектілері

Копенгаген интерпретациясы

Көпәлемдік интерпретация

Кванттық өлшеу мәселесі

7. Қорытынды

Кванттық физиканың болашағы

Ғылым мен технологияға ықпалы

Кванттық физика: Негізгі ұғымдар, теориялар және қолдану салалары

1. Кіріспе

Кванттық физика – микродеңгейдегі (атомдар, электрондар, фотондар) құбылыстарды сипаттайтын физиканың бір саласы. Бұл ғылым XX ғасырдың басында Макс Планктың сәулелену кванттары туралы идеясынан басталды. Ол классикалық физикада шешілмеген көптеген мәселелерді түсіндіруге көмектесті. Кейіннен Альберт Эйнштейн, Нильс Бор, Вернер Гейзенберг, Эрвин Шредингер және басқа да ғалымдар кванттық механиканы дамытуға үлкен үлес қосты.

Классикалық физика Ньютон механикасына негізделген және макроәлемді жақсы сипаттайды, бірақ атомдар мен субатомдық бөлшектер деңгейінде оның заңдары жұмыс істемейді. Осылайша, кванттық физика бөлшектердің мінез-құлқын түсіндіруге мүмкіндік береді, олардың толқындық және корпускулярлық қасиеттерін қарастырады. Көптеген тәжірибелер кванттық заңдардың классикалық түсініктерге қарама-қайшы екенін көрсетті, бұл жаңа ойлау парадигмасын талап етті.

2. Кванттық теорияның негіздері

Кванттау принципі

Макс Планк энергияның үздіксіз емес, тек белгілі бір дискретті мәндерде (кванттарда) бөлінетінін көрсетті. Бұл принцип атомдық және молекулалық деңгейдегі құбылыстарды түсіндіруде негізгі рөл атқарады. Осы қағида арқылы қарадененің сәуле шығару мәселесі шешілді. Электрондар атом ішінде тек белгілі бір рұқсат етілген деңгейлерде ғана бола алады, олардың арасындағы көшу кезінде фотондар жұтылады немесе шығарылады.

Де Бройль толқындары

Луи де Бройль заттың бөлшектерінің толқындық қасиеттері бар екенін болжады. Бұл идея кейін электрондардың дифракция құбылысымен расталды. Де Бройль толқындарының ұзындығы бөлшектің импульсіне кері пропорционалды: мұнда – Планк тұрақтысы, – бөлшектің импульсі. Бұл толқындық қасиеттер барлық микробөлшектерге тән.

Шредингер теңдеуі

Эрвин Шредингер атомдағы электронның қозғалысын сипаттайтын толқындық теңдеу ұсынды. Бұл теңдеу бөлшектің ықтимал орналасуын анықтайтын толқындық функцияны сипаттайды: мұнда – Гамильтониан операторы, – толқындық функция, – жүйенің энергиясы. Бұл теңдеу арқылы кванттық жүйелердегі бөлшектердің ықтимал қозғалысын есептеуге болады.

Гейзенбергтің анықталмаушылық принципі

Вернер Гейзенберг бөлшектің жылдамдығы мен координатасын бір уақытта дәл анықтау мүмкін еместігін дәлелдеді. Бұл кванттық механиканың іргелі қағидаларының бірі. Ол келесі теңдеумен өрнектеледі: мұнда – координатаның белгісіздігі, – импульстің белгісіздігі, – Планк тұрақтысы бөлінген. Бұл принцип атомдық және субатомдық жүйелердегі белгісіздікті көрсетеді.

3. Кванттық механикада микробөлшектердің (атомдар, электрондар, фотондар) ерекше мінез-құлықтарын сипаттайтын бірқатар негізгі құбылыстар бар. Төменде кванттық механиканың маңызды құбылыстары туралы түсініктемелер берілген:

3.1. Суперпозиция және кванттық интерференция

Суперпозиция

Кванттық жүйе бір уақытта бірнеше ықтимал күйдің қосындысы ретінде көрініс табуы мүмкін. Мысалы, бөлшектің толқындық функциясы бірнеше базис күйдің қосындысы ретінде жазылады. Бұл принцип кванттық өлшеу кезінде жүйенің бір нақты күйге "құлап" кетуіне себеп болады.

Кванттық интерференция

Суперпозиция нәтижесінде бөлшектердің ықтималдық амплитудалары бір-бірімен интерференциялай алады. Егер екі немесе одан да көп ықтималдық амплитуда бір-бірімен қосылса, олар бір-бірін күшейтіп немесе әлсіретіп, интерференция өрнегін береді. Бұл құбылыс екі щірке немесе көпжолалы интерференция тәжірибелерінде айқын көрінеді.

3.2. Кванттық туннельдеу

Классикалық физикада бөлшек белгілі бір энергиядан төмен тосқауылдан өте алмайды. Алайда, кванттық механикада бөлшектер толқындық сипатқа ие болғандықтан, олар тосқауылдың классикалық шегінен тыс аймаққа таралу ықтималдығына ие болады.

Кванттық туннельдеу — бұл бөлшектің потенциалдық тосқауыл арқылы өтіп кетуі, яғни классикалық тұрғыда тыйым салынған аймаққа енуі. Бұл құбылыс ядролық реакцияларда, жартылай өткізгіштік құрылғыларда (мысалы, туннельдік диодтар) және сканирленетін туннель микроскопияда қолданылады.

3.3. Спин және Паули принципі

Спин

Спин — элементар бөлшектердің ішкі бұрылыс моменті, яғни табиғи магнитті моментімен сипатталады. Спин мәндері дискретті болады (мысалы, электрон үшін). Спин кванттық механиканың маңызды қасиеті болып табылады, ол бөлшектердің өзара әрекеттесуінде, магниттік қасиеттерінде және кванттық статистикада айқын көрінеді.

Паули шығу принципі

Паули принципі (немесе Паули тыйым салу принципі) фермиондарға тән қасиет: екі бірдей фермион бір кванттық күйде бір мезгілде бола алмайды. Бұл принцип атомдық

құрылым мен электрондық қабаттардың қалыптасуын түсіндіреді. Ол химиялық қасиеттер мен заттың физикалық құрылымына әсер етеді.

3.4. Кванттық ұлғаю және Бозе-Эйнштейн конденсаты

Кванттық ұлғаю (Стимуляцияланған эмиссия)

Кванттық ұлғаю кезінде бөлшектер (мысалы, фотондар) белгілі бір күйде болған кезде, қосымша бөлшек сол күйге өту ықтималдығы артады. Бұл құбылыс лазерлердің жұмыс істеуінің негізі болып табылады: белгілі бір резонаторда фотондардың стимулденген эмиссиясы нәтижесінде олардың саны экспоненциалды түрде артады.

Бозе-Эйнштейн конденсаты (БЭК)

Бозе-Эйнштейн конденсаты — бір кванттық күйге көп бөлшектердің (бозондардың) жинақталуымен пайда болатын ерекше агрегаттық күй. Бұл құбылыс өте төмен температурада байқалады. БЭК-де бөлшектер өзара когерентті мінез-құлық көрсетеді, нәтижесінде олар бір үлкен кванттық күйді бөліседі.

Бұл құбылыс теориялық болжаудан кейін 1995 жылы алғаш рет эксперименталды түрде алына бастады және кванттық статистика мен сұйықтықтардың қасиеттерін тереңірек түсінуге септігін тигізді.

4. Кванттық физиканың эксперименттері

4.1. Қос саңылау тәжірибесі

Электрондар мен фотондар толқындық-үлестік дуализмді көрсетеді.

Интерференция өрнегі суперпозиция принципін дәлелдейді.

Өлшеу кезінде интерференция жойылып, бөлшектердің нақты траекториясы анықталады.

4.2. Фотозэффект құбылысы

Жарықтың квантталғанын (фотондар түрінде) дәлелдейді.

Альберт Эйнштейн 1905 жылы түсіндіріп, фотон энергиясы формуласымен анықталатынын көрсетті.

Күн батареялары, жарықдиодтар және фотоэлектрондық құрылғылардың негізі.

4.3. Эйнштейн-Подольский-Розен (EPR) парадоксы

Кванттық механиканың толықтығын сынау үшін 1935 жылы ұсынылған.

Кванттық шатасудың (энтанглмент) табиғатын зерттейді.

Белл теңсіздігі арқылы эксперименталды түрде расталып, кванттық байланыс мүмкіндігін көрсетті.

4.4. Кванттық телепортация

Кванттық күйді қашықтықта тасымалдау эксперименттері 1997 жылы жүзеге асырылды.

Кванттық шатасу принципіне негізделген.

Кванттық байланыс және болашақ кванттық желілер үшін маңызды.

5. Кванттық теорияның қолдану салалары

5.1. Лазерлер және кванттық оптика

Лазерлер кванттық ұлғаю (стимуляцияланған эмиссия) принципіне негізделген.

Оптикалық коммуникация, медицина, өнеркәсіп және ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылады.

5.2. Жартылай өткізгіштер және транзисторлар

Жартылай өткізгіштердегі энергия деңгейлері кванттық механика арқылы сипатталады.

Транзисторлар, интегралдық схемалар және компьютерлік процессорлардың негізгі элементтері.

5.3. Кванттық компьютерлер

Кванттық биттер (кубиттер) суперпозиция және шатасу (энтанглмент) құбылыстарын қолданады.

Классикалық компьютерлер шеше алмайтын күрделі есептерді жылдам шешуге мүмкіндік береді.

5.4. Криптография және кванттық байланыс

Кванттық кілттерді бөлу (QKD) арқылы ақпарат қауіпсіздігін қамтамасыз етеді.

Кванттық интернет пен шифрлау жүйелерін дамытуда қолданылады.

6. Кванттық физиканың философиялық аспектілері

6.1. Копенгаген интерпретациясы

Нильс Бор мен Вернер Гейзенберг ұсынған (1920-1930 жж.).

Кванттық жүйе өлшенгенге дейін суперпозиция күйінде болады.

Өлшеу кезінде толқындық функция «құлдырайды» (collapses) және нақты нәтиже береді.

Классикалық детерминизмнен бас тартып, ықтималдықты негізгі қағида ретінде қарастырады.

6.2. Көпәлемдік интерпретация

Хью Эверетт III (1957) ұсынған.

Өлшеу кезінде толқындық функция құлдырамайды, керісінше, барлық ықтимал нәтижелер параллель әлемдерде жүзеге асады.

Әр өлшеу кезінде әлем тармақталып, шексіз параллель шындықтар түзіледі.

6.3. Кванттық өлшеу мәселесі

Кванттық жүйенің суперпозициядан нақты күйге қалай өтетіні (құлдырау механизмі) түсініксіз.

Өлшеу жүйеге қалай әсер ететіні және бақылаушының рөлі туралы даулы сұрақтар бар.

Декогеренция теориясы өлшеу нәтижесінде кванттық суперпозицияның классикалық күйге айналуын түсіндіруге тырысады.

Бұл философиялық интерпретациялар кванттық механиканың фундаменталды табиғаты туралы терең сұрақтар тудырып, оны түсінудің әртүрлі жолдарын ұсынады.

7. Қорытынды

7.1.Кванттық физиканың болашағы

Кванттық компьютерлер есептеу жылдамдығын арттырып, криптография мен деректерді өңдеуде төңкеріс жасайды.

Кванттық интернет пен қауіпсіз байланыс жүйелері жаңа коммуникация стандарттарын қалыптастырады.

Жаңа материалдар мен нанотехнологиялар кванттық механиканың негізінде дамиды.

7.2.Ғылым мен технологияға ықпалы

Жартылай өткізгіштер мен транзисторлар қазіргі электрониканың негізі болып табылады.

Лазерлер медицинада, өнеркәсіпте және оптикалық байланыста кең қолданылады.

Кванттық физика фундаменталды ғылымнан практикалық технологияларға дейін кеңейіп, болашақ инновациялардың негізгі қозғаушы күші болуда.

