

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**

**6М060400 – ФИЗИКА МАМАНДЫҒЫ БОЙЫНША  
ПРЕРЕКВИЗИТТЕР  
БАҒДАРЛАМАСЫ**

**Қостанай, 2018**

## Негізгі бөлім

### 1 Молекулалық физика

#### Модуль 1. Молекулалық физика негіздері

##### 1.1 Тепе-теңді макропараметрлері. Қысым және температура.

Термодинамикалық тепе-теңдік. Локальдық термодинамикалық тепе-теңдігі. Тепе-теңдіктің және локальды тепе-теңдіктің макропараметрлері. Тығыздық. Қоспада анықталатын компоненттің салыстырмалы мөлшерін сипаттайтын шама-концентрация. Қысым. Температура. Қысым мен температураның өлшеу тәсілдері, өлшемдері және өлшеу бірліктері. Менделеев-Клапейрон теңдеуі. Дальтон заңы. Паскаль заңы. Барометрлік формула. Идеал газдың ішкі энергиясы. Энергияның еркіндік дәрежелері бойынша тең үлесу принципі. Мольдік және меншікті жылусыйымдылық.

**1.2 Статистикалық әдіс.** Математикалық статистиканың негізгі түсініктері. Молекулалық жүйедегі кездейсоқ оқиғалар мен кездейсоқ шамалар. Броундық қозғалыс және оны молекулалық физикада байқалатын кездейсоқ шамалар мысалы ретінде қарастыру. Кездейсоқ оқиғаның ықтималдылығы. Ықтималдылық тығыздығы, нормалау шарты. Ықтималдылықтарды қосу және көбейту. Статистикалық орташалар. Дискретті және үзіліссіз кездейсоқ шамалардың орташа мәні. Термодинамикалық жүйелердің статистикалық ансамблі туралы түсінік. Ансамбль бойынша орташа мен уақыт бойынша орташаны анықтау. Эргодикалы гипотеза. Флуктуация. Кездейсоқ шамалар корреляциясы. Биномдық үлестірілу. Пуассон үлестірілуі. Гаусс үлестірілуі. Микрокүй мен макрокүй. Термодинамикалық ықтималдықты белгілі бір бір макрокүйге алып келетін микрокүйлер саны ретінде қарастыру.

##### 1.3 Молекулалардың жылдамдық бойынша максвеллдік үлестірілуі.

Максвелл үлестірілуі. Молекулалардың өзарасоқтығысы тепе-теңдік күйдегі газ молекулаларының жылдамдық бойынша максвеллдік үлестірілуін қамтамасыз ететін негізгі себеп. Толық тепе-теңдікте Максвелл функциясы және жылдамдықтар бойынша молекулалардың локальды тепе-теңдіктің максвелл үлестірілу функциясы. Газдағы молекулалардың сипаттауыш оташа жылдамдықтары. Берілген жылдамдықинтервалындағы молекула саны. Әр түрлі температураларда және газ қоспасындағы әртүрлі химиялық компоненттер үшін Максвелл үлестірілуі. Максвелл функциясының өлшемсіз түрі. Газдың кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі. Перрен тәжірибесі. Максвелл-Больцман үлестірілуі. Теріс температура.

**1.4 Термодинамиканың бірінші бастамасы.** Термодинамиканың зерттеу пәні. Термодинамиканың негізгі заңдары. Күй функциясы. Ішкі энергия-күй функциясы. Термодинамикадағы жұмыс және жылу ішкі энергияның өзгеру түрлері. Қайтымды және қайтымсыз процестер. Жылусыйымдылық. Жылусыйымдылық арасындағы қатынастар және оларды идеал газ молекулаларының еркіндік дәрежелері саны арқылы көрсету. Жылусыйымдылықтың классикалық теориясының жетімсіздігі.

Термодинамиканың бірінші бастамасы және идеал газ күй теңдеуін изопараметрлік процестерді сипаттау үшін қолдану. Ауысу процесінде, жүйе бір күйден екінші күйге өткендегі алынған жылу мөлшері және ішкі энергия мен жасалған жұмыстың өзгерісін анықтау. Изопроцестер. Адиабаттық процесс. Политроптық процесс. Политроптық процестің жылусыйымдылығының политроп көрсеткішіне тәуелділігі.

**1.5 Термодинамиканың екінші бастамасы.** Циклдік процестер. Цикл жұмысы. Карно циклі. Карно циклының пайдалы әсер коэффициенті. Қыздырғыш және тоңазытқыш машинасы. Карно теоремалары. Клаузиус теңсіздігі. Энтропия. Термодинамиканың екінші бастамасы. Кельвин тұжырымдамасы. Термодинамиканың екінші бастамасының екінші текті мәңгілік қозғалтқыш жасауға тиым салуы. Циклдардың техникада қолданылуы. Идеал газдың энтропиясы. Жылулық тластаудың көзі мен оны азайту тәсілдеріне қоршаған ортаны жылулық машиналарының тоңазытқыш ретінде пайдалануы. Оқшауланған жүйелерде энтропияның өсу заңы. Қайтымсыз процестегі энтропияның өзгерісі. Изопроцестердегі энтропияның өзгерісі. Температураның термодинамикалық шкаласы. Негізгі термодинамикалық тепе-теңдік. Максвелл қатынастары. Ле Шателье принципі.

### **1.6 Тасымалдау процестері.**

Орташа соқтығысу жиілігі. Молекулалардың еркін жүру жолы және еркін жолына кететін орташа уақыт, газодинамикалық қима. Молекулааралық әрекеттесу күштері және қарапайым потенциалдар: қатты сфера, Леннард-Джонс потенциалы. Сэзерленд потенциалы және басқалары. Біртексіз жүйелер макропараметрлердің градиенттері бар болатын жүйелер ретінде. Тасымалдау процестердің түрлері: тұтқырлық диффузия, термодиффузия. Затты, импульсті, энергияны тасымалдаудың физикалық мағынасы. Тасымалдау процестердің эксперименталды зерттеулері. Ньютонның тұтқыр үйкеліс заңы, Фурье заңы, Фик заңы. Тасымалдау коэффициенттері. Газдардағы тасымалдау процестерінің кинетикалық теориясы. Молекулалық қозғалыстарды сипаттайтын шамалар арқылы тасымалдау коэффициенттерін өрнектеу. Тасымалдау коэффициенттерінің қысым және температураға тәуелділігі. Теория мен тәжірибе салыстыру. Сиретілген газдардағы физикалық құбылыстар. Сұйықтардағы және қатты денелердегі құбылыстарының ерекшеліктері. Френкель формуласы.

## **Модуль 2. Молекулалық физиканың қосымша тараулары**

**2.1 Нақты газдар, сұйықтар және қатты денелер.** Нақты газдар қасиеттерінің идеал газдардың қасиеттерінен ауытқуы. Эндрюстің тәжірибелік изотермалары. Нақты газдар изотермаларынталдау. Нақты газдардың ерекшеліктерін ескертетін күй теңдеулері. Ван-дер-Ваальс изотермалары. Орнықсыз күйлер. Критикалық күйнің критикалық параметрлері. Джоуль-Томпсон эффектісі газдың нақты қасиеттерінің білдіруі ретінде. Ван-дер-Ваальс теңдеулері. Ван-дер-Ваальс изотермалары. Метастаорнықты күйлер. Критикалық температура. Критикалық күйлер. Келтірілген айнымаларындағы Ван-дер-Ваальс теңдеуі. Сәйкес келетін күйлер заңдары. Нақты газдың ішкі

энергиясы. Вириалды пішіндегі күй теңдеуі. Газдың нақты қасиеттерін білдіруі ретіндегі Джоуль-Томсон эффектісі. Газдардың сиретілуі үшін Джоуль-Томсон эффектісі. Газдардың кластерлері. Төмен температуралардағы заттардың қасиеттері.

Кристаллдық және аморфты зат күйлері. Кристалдардың симметрия элементтері. Кристалдардың классификациясы және кристаллографиялық жүйелер. Элементарлық ұяшық. Кристаллдардың физикалық типтері. Кристалдардағы дефектілері. Қатты денелердің жылусыйымдылықтары. Жылусыйымдылықтар классикалық теориясы. Дюлонг және Пти заңдары. Қатты денелердің кванттық теориясы. Жылусыйымдылықтардың температуралық тәуелділігі: теория және эксперимент. Сұйықтық кристаллдар.

## **2.2 Фазалық ауысымдар.**

Бірінші және екінші текті фазалық ауысымдар. Тәжірибелік нәтижелер. Үш фазалы жүйенің күй диаграммасы. Клапейрон –Клаузиус теңдеуі. Қалыпты және аномальдық заттарға арналған газ –сұйық-қатты денелер үшін күйлер диаграммасы. Үштік нүкте. Бірінші текті фазалық ауысымдар. Сұйық гелийдің қасиеттері. Гелийдің күй диаграммалары. Асқынаққыштық.

**2.3 Сұйықтар механикасының элементтері. Гидродинамика.** Сұйықты күйдің ерекшеліктері. Сұйық бетінің еркін энергиясы. Беттік керілу. Екі сұйықтың және сұйық пен қатты дененің шекарасындағы тепе-теңдік жағдайлары. Қисық беттің астындағы қысым. Сұйық ерітінділер. Лаплас формуласы. Капиллярлы құбылыстар. Плато тәжірибелері. Табиғаттық процестердің капиллярлы құбылыстардың ролі. Сұйық құрылысы. Бергі және алыс тәртібі. Сұйықтардағы молекулалардың жылулық қозғалысы. Қаныққан бу қысымының концентрацияға тәуелділігі. Рауль заңы. Генри заңы. Осмостық қысым. Вант-Гофф заңы.

## **2.4 Молекулалардың жылдамдық бойынша максвеллдік үлестірілуі.**

Максвелл үлестірілуі. Молекулалардың өзарасоқтығысы тепе-теңдік күйдегі газ молекулаларының жылдамдық бойынша максвеллдік үлестірілуін қамтамасыз ететін негізгі себеп. Толық тепе-теңдікте Максвелл функциясы және жылдамдықтар бойынша молекулалардың локальды тепе-теңдіктің максвелл үлестірілу функциясы. Газдағы молекулалардың сипаттауыш оташа жылдамдықтары. Берілген жылдамдық интервалындағы молекула саны. Әр түрлі температураларда және газ қоспасындағы әртүрлі химиялық компоненттер үшін Максвелл үлестірілуі. Максвелл функциясының өлшемсіз түрі. Газдың кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі. Перрен тәжірибесі. Максвелл-Больцман үлестірілуі. Теріс температура.

**2.5 Статистикалық физика.** Математикалық статистиканың негізгі түсініктері. Молекулалық жүйедегі кездейсоқ оқиғалар мен кездейсоқ шамалар. Броундық қозғалыс және оны молекулалық физикада байқалатын кездейсоқ шамалар мысалы ретінде қарастыру. Кездейсоқ оқиғаның ықтималдылығы. Ықтималдылық тығыздығы, нормалау шарты. Ықтималдылықтарды қосу және көбейту. Статистикалық орташалар. Дискретті және үзіліссіз кездейсоқ шамалардың орташа мәні. Термодинамикалық жүйелердің статистикалық ансамблі туралы түсінік. Ансамбль бойынша орташа мен уақыт бойынша

орташаны анықтау. Эргодикалы гипотеза. Флуктуация. Кездейсоқ шамалар корреляциясы. Биномдық үлестірілу. Пуассон үлестірілуі. Гаусс үлестірілуі. Микрокүй мен макрокүй. Термодинамикалық ықтималдықты белгілі бір бір макрокүйге алып келетін микрокүйлер саны ретінде қарастыру

**2.6 Термодинамиканың бірінші бастамасы.** Термодинамиканың зерттеу пәні. Термодинамиканың негізгі заңдары. Күй функциясы. Ішкі энергия-күй функциясы. Термодинамикадағы жұмыс және жылу ішкі энергияның өзгеру түрлері. Қайтымды және қайтымсыз процестер. Жылусыйымдылық. Жылусыйымдылық арасындағы қатынастар және оларды идеал газ молекулаларының еркіндік дәрежелері саны арқылы көрсету. Жылусыйымдылықтың классикалық теориясының жетімсіздігі. Термодинамиканың бірінші бастамасы және идеал газ күй теңдеуін изопараметрлік процестерді сипаттау үшін қолдану. Ауысу процесінде, жүйе бір күйден екінші күйге өткендегі алынған жылу мөлшері және ішкі энергия мен жасалған жұмыстың өзгерісін анықтау. Изопроцестер. Адиабаттық процесс. Әр түрлі координаттарда процестердің графиктері. Жұмыстық диаграмма, жылулық диаграмма. Политроптық процесс. Политроптық процестің жылусыйымдылығының политроп көрсеткішінің функциясы ретінде.

**2.7 Термодинамиканың екінші бастамасы.** Циклдік процесстер. Цикл жұмысы. Карно циклі. Карно циклінің пайдалы әсер коэффициенті (ПӘК). Қыздырғыш және тоңазытқыш машинасы. Карно теоремалары. Клаузиус теңсіздігі. Энтропия. Термодинамиканың екінші бастамасы. Кельвин тұжырымдамасы. Термодинамиканың екінші бастамасының екінші текті мәңгілік қозғалтқыш жасауға тиым салуы. Циклдардың техникада қолданылуы. Идеал газдың энтропиясы. Жылулық тластаудың көзі мен оны азайту тәсілдеріне қоршаған ортаны жылулық машиналарының тоңазытқыш ретінде пайдалануы. Оқшауланған жүйелерде энтропияның өсу заңы. Қайтымсыз процестегі энтропияның өзгерісі. Изопроцестердегі энтропияның өзгерісі. Температураның термодинамикалық шкаласы. Негізгі термодинамикалық тождествосы. Максвелл қатынастары. Қайтымсыз процестер туралы ұғымы.

**2.8 Кристаллдық күйлер. Нақты газдар, сұйықтар және қатты денелер.** Кристаллдық және аморфты зат күйлері. Кристалдар симметрия элементтері. Кристалдардың топтамасы және кристаллографикалық жүйелер. Элементарлық ұяшық. Кристалдардың физикалық типтері. Кристаллдардағы дефектілер. Қатты денелердің жылусыйымдылығы. Жылусыйымдылықтың классикалық теориясы. Дюлонг және Пти заңы. Қатты денелердің жылусыйымдылықтардың кванттық теориясы. Жылусыйымдылықтардың температуралық тәуелділіктері: теория және эксперимент. Сұйықты кристаллдар.

### **2.9 Фазалық ауысымдар.**

Бірінші және екінші текті фазалық ауысымдар. Тәжірибелік нәтижелер. Үш фазалы жүйенің күй диаграммасы. Клапейрон –Клаузиус теңдеуі. Қалыпты және аномальдық заттарға арналған газ –сұйық-қатты денелер үшін күйлер диаграммасы. Үштік нүкте. Бірінші текті фазалық ауысымдар. Сұйық гелийдің қасиеттері. Гелийдің күй диаграммалары. Асқынаққыштық

## Емтихан сұрақтары

1. Идеал газдың тәжірибелі заңдары.
2. Клапейрон – Менделеев теңдеуі.
3. Идеал газдар үшін молекула-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі.
4. Жылулық қозғалыстың энергиясы мен жылдамдықтар бойынша таратылуы үшін Максвелл заңы.
5. Барометрлік формула. Больцман үлестірімі.
6. Соққылардың орташа саны және молекуланың орташа еркіндік жол ұзындығы.
7. Опытное обоснование Молекула-кинетикалық теорияның тәжірибелі дәлелдемесі. Термодинамиалы тепе-теңді емес жүйелеріндегі тасымалдау құбылыстары.
8. Вакуум және оны алудың әдістері. Ультрасиретілген газдардың қасиеттері.
9. Молекулалардың еркіндік дәреже саны. Молекуланың еркіндік дәреже бойынша энергияның тепе-теңдік таралуының заңы.
10. Термодинамиканың бірінші бастамасы.
11. Көлем өзгерісі кезінде газ жұмысы.
12. Жылусыйымдылық.
13. Изопроцестер үшін термодинамиканың бірінші бастамасының қолдануы.
14. Адиабаталық процесс. Политропты процесс.
15. Дөңгелекті процесс (цикл). Қайтымды және қайтымсыз процесстер.
16. Энтропия, оның статистикалық түсініктемесі термодинамикалық ықтималдығы.
17. Термодинамиканың екінші бастамасы.
18. Жылулық қозғалтқыштар және суытқыш машиналар. Карно циклі және оның идеал газдар үшін ПӘКті.
19. Жылулық қозғалтқыштардың негізгі циклдары.
20. Термодинамикалық потенциалдар. Жүйелердің тепе-теңдік шарты.
21. Молекуларалық өзараәсерлесудің потенциалды энергиямен күштер.
22. Ван-дер-Ваальс теңдеуі.
23. Ван-дер-Ваальса изотермалары және оларға талдау.
24. Нақты газдың ішкі энергиясы.
25. Джоуль – Томсон эффектісі.
26. Газдардың сиретілуі.
27. Сұйқытардың қасиеттері. Беттік керілу.
28. Жұғуы.
29. Қисық имек бетінің астындағы сұйық қысымы.
30. Капиллярлы құбылыстар.
31. Қатты денелер. Моно- және поликристаллдар.
32. Қатты кристаллды денелердің типтері.
33. Кристалдардағы дефектілер.

34. Қатты денелердің жылусыйымдылықтары.
35. Булану, сублимация, еру және кристаллдану. Аморфты денелер.
36. I және II текті фазалар ауысымдар.
37. Күй диаграммасы. Үштік нүкте. Клапейрон-Клаузиус теңдеуі

## Ұсынылған әдебиеттер тізімі

### Негізгі:

1. Савельев И. В. Курс общей физики. Молекулярная физика и термодинамика. Книга 3. - М.: Астрель. АСТ, 2014. - 208 с.
2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: Учебник для физич. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1987. - 360 с: ил.
3. Кикоин А. К., Кикоин И. К. Молекулярная физика. - 2-е изд. М.: Наука, 1976. 480 с: ил.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика. - Изд. второе, испр. - М.: Наука, 2015. - 552 с.
5. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: Учеб. пособие. - Изд. 6-е, стер. -СПб.: Лань, 2013 - 416 с.
6. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 кн. Кн. II. Термодинамика и молекулярная физика / Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Сивухин Д. В., Яковлев И. А.; под ред. Д.В. Сивухина. - 5-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ, 2006. - 176 с.
7. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике: Учебное пособие. 5-е изд., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2007. - 288 с.
8. Молекулярная физика. Общий физический практикум. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений/ СИ. Исатаев, А.С. Аскарова, В.В. Кашкаров, И.Н. Корзун, И.В. Локтионова и др. - Алматы: Казак университеті, 2015.-177 с.
9. Волькенштейн В. С. Сборник задач по общему курсу физики: Учеб. пособие. - 11-е изд., перераб. - М: Наука, 1985 - 384 с.
- 10.Иродов Е. И. Физика макросистем. Основные законы. - 2-е изд., дополн. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 208 с.
- 11.Общий физический практикум. Молекулярная физика. Часть II: учебное пособие / И. Поярков, И. Корзун, М. Исатаев, О. Федоренко. -Алматы: Казак университеті, 2012. - 134 с.
- 12.Аскарова А.С., Молдабекова М.С. Молекулалық физика: Оқулық.- Алматы: Қазақ университеті, 2006.-246б.
- 13.Савельев И.В. Жалпы физика курсы. Т.1: Механика, тербелістер мен толқындар, молекулалық физика. Алматы: 2010-507б.
- 14.Жалпы физикалық практикум. Молекулалық физика/Исатаев С.И.және басқалар. Алматы. Қазақ университеті, 2002.-135б.
- 15.Қосымша:
- 16.Косов Н.,Сәметқызы М., Молекулалық физика. I бөлім.-Алматы: Рауан.1993.-104б.
- 17.Косов Н.,Сәметқызы М., Молекулалық физика. II бөлім.-Алматы: Рауан.1997.-94б.

### Қосымша:



1. Гельфер Я. М. История и методология термодинамики и статистической физики. - М.: Высш. шк., 1981. -536 с.
2. Телеснин Р. В. Молекулярная физика. - Изд.второе, доп.- М.: Высш. шк., 1973. - 360 с.
3. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэнде М. Фейнмановские лекции по физике. Т. 4. Кинетика. Теплота. Звук. -М.: Мир, 1978.-496 с.
4. Детлаф А. А., Яворский Б.М. Курс физики: Учебн. пособие для вузов. - М.: Высшая школа, 1999. - 718 с.
5. Трофимова Т. И. Курс физики. Учебное пособие. 8-е изд. - М.: Высш. шк., 2004. - 544 с.
6. Трофимова Т. И. Сборник задач по курсу физики с решениями: Учебн. пособие / Трофимова Т.И., Павлов З.Г. - 4-е изд. - М.: Высш. шк., 2003.-591 с.
7. Шебалин О. Д. Молекулярная физика. - М.: Высш. шк., 1978. - 167 с.
8. Астахов А. В. Курс физики. Том 1. Механика. Кинетическая теория материи. - М.: Наука, 1977. - 384 с.
9. Лабораторные занятия по физики. Под ред. Гольдина Л.Л. - М.: Наука, 1983.-794 с.
- 10.Физический практикум. Механика и молекулярная физика. Под ред. Ивероновой В. И. - М.: Наука, 1967. - 352 с.
- 11.Радченко И. В. Молекулярная физика. - М.: Наука, 1965. - 479 с.
- 12.Путилов К. А. Курс физики. Том 1. Механика. Акустика. Молекулярная физика. Термодинамика. - М.: ГИФМЛ, 1962. - 560 с.
- 13.Поль Р. В. Механика, акустика и учение о теплоте. - М: Наука, 1971.- 479 с.
- 14.Сахаров Д. И. Сборник задач по физике. - М.: Просвещение, 1967. - 288 с.
- 15.Косов Н. Д., Корзун И.Н., Косов В.Н. Молекулярная физика в вопросах и ответах. - Алматы: Казак университеті, 1999. - 143 с.
- 16.Корзун И. Н., Поярков И.В. Физика реального газа и жидкости. - Алматы: Казак университеті, 2007. - 166 с.
- 17.**Курлапов Л. И. Кинетическая теория необратимых процессов в газах: Монография. - Алматы, 2000. - 300 с.

## 2 Электродинамика

### Модуль 1 Электр және магнитостатика. Электромагнитті толқындар

**1.1 Электростатика.** Вакуумдегі электр өрісі. Векторлық өрістер және олардың қасиеттері. Кулон заңы. Қабаттасу принципі. Потенциал және өріс кернеулігі. Пуассон теңдеуі. Потенциалды мультиөрістер бойынша жіктеу. Электростатикалық өрістің энергиясы. Сыртқы өрістегі зарядтар жүйесінің энергиясы. Электростатикалық өрістің энергиясы үшін Максвелл формуласы. Заттағы электростатикалық өріс. Диполь. Өріс, энергия және диполдер өзараәсерлесуі. Поляризация векторы және байланысқан зарядтардың тығыздығы. Электр индукция векторы. Вакуумдегі және ортадағы шекаралық шарттары. Өрсітің микро және макро сипаттамалардың байланысы. Потенциалдарды анықтаудың есептер шешудің жалпы әдістері. Бірлік туралы теоремасы. Гриннің аэзалық теоремасы. Инверсия әдісі. Гриннің функциялар әдісі. Заттағы электростатикалық өрістің энергиясы мен күші. Диэлектриктердегі энергияның тығыздығы. Диэлектриктегі өрістің термодинамикалық мағынасы. Диэлектриктердегі көлемдік күштер.

**1.2 Магнитостатика** Токтар мен олардың өзараәрекеттесуі. Дифференциалды түрдегі Ом, Джоуль, Ампер заңдары. Магнит өрісі және токтардың магнитті өзараәсерлесуі. Токтардың әртүрлілігі. Магнитті орталар. Тұйық токтың магнитті моменті. Магниттеліну векторы. Магнит өрісінің керенулігі. Магнит индукция векторы. Максвелл теңдеуі. Максвелл теңдеулері тәжірибелі фактілердің жалпылама ретінде. Ұздіксіздік теңдеуі зарядтың сақталу заңы ретінде. Микроөрістер үшін Максвелл теңдеулер жүйесінің қолдануы туралы гипотезасы. Максвеллдің микроскоптық теңдеулері.

**1.3 Электромагнитті толқындардың сәулеленуі және таралуы.** Потенциалдар үшін Даламбер теңдеуі. Өріс кернеуліктер мен потенциалдар ара байланысы. Электромагниттік өріс үшін калибрлі инварианттылығы. Өзып жаатын потенциалдар. Электродинамикадағы сақталу заңдары. Умов – Пойтинг векторы. Электромагниттік өріс үшін импульс тығыздығының векторы. Электромагниттік толқындардың сәулеленуі. Электрлік дипольді сәулеленуі. Магнитті дипольді сәулеленуі. Орталардағы электромагниттік толқындардың таралуы.

### Модуль 2 Арнайы салыстырмалы теориясы және электродинамикадағы тұтас орталар

**2.1 Арнайы салыстырмалылық теория негіздері.** Біруақыттық салыстырмалдылығы. Лоренц түрленуі. Релятивистік кинематика. Релятивистік механика. Еркін бөлшектің Лагранж функциясы. Энергия, релятивистік бөлшектің функциясы. Релятивистік механикадағы қозғалыс заңы. Тұрақты күш әсерінен дене қозғалысы. Салыстырмалылық теорияның

төртөлшемді аппараты. Төрттер –векторлар ұғымы және төрттер-тензоры. АСТ инвариантары. Лоренцтің матрицалы түрлену пішіні. Лоренц түрлендірулердің геометриялық интерпретациясы. Механика заңдардың ковариантты жазуы. Электродинамика заңдардың ковариантты жазуы. Электромагниттік өрістің төртөлшемді сипаттамалары. Өріс тен зоры. Доплер эффектісі. Электромагниттік өріс үшін ең аз әрекет принципі. Энергия-импульс тензоры. Максвелл теңдеулердің ковариантты жазуы. Электронның электромагниттік массасы.

**2.2 Поляризацияланатын және магниттелінетін орталардың электродинамиксы.** Қалай болса да қозғалатын зарядтар өрісі. Электр және магниттік өрістер кернеуліктерін есептеуі. Өріс импульсі. Классикалық осциллятордың сәулеленуі. Сәулеленуге дербес міндеттері. Вавилов – Черенков сәулеленуі. Шашыраудың классикалық теориясы. Электромагниттік толқындардың еркін, байланысқан зарядтарда шашырауы. Спектралды сызықтың радиационды ені. Нормал және аномал дисперсиясы. Қозғалатын орталар электродинамикасының негіздері. Өріс векторлары үшін түрленулер заңдары. Қозғалыстағы өрістер үшін материалды теңдеулері. Магнитті гидродинамиканың элементтері. Стационарлы өрістрегі плазма. Қыйлысу өрістеріндегі бөлшектер қозғалысы. Плазманың диэлектрик және диамагнитті қасиеттері. Магнит ағынның квантталуы. Диэлектриктердің поляризациялану теориясы. Манетиктердің магниттелу теориясы. Квасисерпімді дипольді моментімен диэлектриктер. Тұрақты магнит моменті мен диэлектриктер. Комплексті диэлектрик қабылдағыштық. Магнетиктер типтері. Парамагнетизм. Диамагнетизм. Ферромагнетизм. Ферриттер. Антиферриттер. Асқынөткізгіштік.

### **Емтихан сұрақтары**

- 1) Вакуумдегі электростатикалық өрістер, векторлы өрістер және олардың қасиеттері.
- 2) Кулон заңы.
- 3) Қабаттасу принципі.
- 4) Өрістің кернеулігі мен потенциалы.
- 5) Пуассон теңдеуі.
- 6) Мультиөрістер бойынша потенциал жіктелуі.
- 7) Электростатикалық өрістің энергиясы.
- 8) Сыртқы өрістегі зарядтар жүйесінің энергиясы.
- 9) Электростатикалық өрістер үшін Максвелл формуласы.
- 10) Диполь, өріс, энергия және дипольдердің өзараәсерлесуі.
- 11) Поляризация векторы және байланысқан зарядтар тығыздығы.
- 12) Электрлік индукция векторы, вакуумдегі және өрістегі шекаралы шарттары, өрістің микро және макросипаттамалары.
- 13) Потенциалдарды табу туралы есептерді шешудің жалпы әдістері.
- 14) Бірлік туралы теоремасы.

- 15) Гриннің өзаралық теоремасы.
- 16) Инверсия әдісі.
- 17) Гриннің функциялар әдісі.
- 18) Заттағы электростатикалық өрістің күші мен энергиясы.
- 19) Диэлектриктердегі энергияның тығыздығы.
- 20) Диэлектриктердегі өріс энергиясының термодинамикалық мағынасы.
- 21) Диэлектриктердегі көлемдік күштер.
- 22) Электрлік токтар және олардың өзараәсерлесуі
- 23) Ом заңы.,
- 24) Джоуль- Ленц заңы.
- 25) Дифференциалды түрдегі Ампер заңы.
- 26) Магнит өрісі, токтардың магниттік өзараәсерлесуі, токтардың әртүрлілігі.
- 27) Магнитті орталар.
- 28) Тұйықталу токтың магнит моменті, магниттеліну векторы.
- 29) Магнит өрісінің кернеулігі.
- 30) магнит индукцияның векторы.
- 31) Максвелл теңдеулері, Максвеллдің тәжірибелік факітлердің жалпыламасы ретінде.
- 32) Ұздіксіздік туралы теоремасы зарядтың сақталу заңы ретінде.
- 33) Микроөрісте үшін Максвеллдің қолданулары туралы гипотезасы, Максвеллдің микроскопты теңдеулері.
- 34) Потенциалдар үшін Даламбер теңдеулері. Өріс кернеулігі мен потенциал арасындағы байланыс
- 35) Электромагнитті өрістің калибровты инварианттылығы.
- 36) Озып жатаын потенциалдар.
- 37) Электродинамикадағы сақталу заңдары.
- 38) Умов – Пойтинг векторы. Электромагнитті өріс импульс тығыздығының векторы.
- 39) Электромагнитті толқындардың сәулеленуі.
- 40) Электрлік дипольді сәулеленуі.
- 41) Магниттік дипольді сәулеленуі.
- 42) Оталардағы электромагниттік толқындардың таралуы.
- 43) Арнайы салыстырмалы теорияның негіздері
- 44) Біруақытшылық салыстырмалдығы, Лоренц түрленулері, релятивистік кинематика.
- 45) Релятивистік механика, еркін бөлшек үшін Лагранж функциясы, энергия, релятивистік бөлшектің импульсі.
- 46) Релятивистік механикадағы қозғалыс заңдары, тұрақты күш әсерінен дене қозғалысы.
- 47) Салыстырмалы теорияның төртөлшемді аппараты, төрттер-вектор және төрттер-тензор туралы теоремасы.
- 48) АСТ инварианттары.
- 49) Лоренц түрленулердің матрицалы пішіні.
- 50) Лоренц түрлендірулердің геометриялық итерпертациясы.

- 51) Механика заңдадың коварианттық жазуы.
- 52) Электродинамика заңдардың коварианттық жазуы.
- 53) Электромагнитті өрістің төртөлшемділік сипаттамалары. Өріс тензоры.
- 54) Доплер эффектісі.
- 55) Электромагнитті өрістер үшін ең аз әрекет принципі.
- 56) Энергия-импульс тензоры.
- 57) Максвелл теңдеуінің коварианттық жазуы.
- 58) Электронның электромагниттік массасы.
- 59) Қалай болса да қозғалған зарядтың өрісі. Электр және магнитті өрісінің кернеулігін есептеу.
- 60) Өріс импульсі. Классикалық осциллятордың сәулеленуі.
- 61) Сәулеленуге дербес есептер. Вавилов- Черенков сәулеленуі.
- 62) Шашыраудың классикалық теориясы.
- 63) Еркін, байланысқан зарядтардағы электромагниттік толқындардың шашырауы.
- 64) Спектралды сызықтың радиационды ені.
- 65) Қалыпты және аномал дисперсия.
- 66) Қозғалыстағы орталардың электродинамика негіздері. Өріс векторлары үшін түрлену заңдары.
- 67) Қозғалыстағы орталар үшін материалды теңдеулер.
- 68) Магнитті гидродинамиканың элементтері
- 69) Стационарлы өрістер үшін плазма
- 70) Қыилысқан өрістердегі бөлшектің қозғалысы.
- 71) Плазманың диэлектрлік және диамагниттік қасиеттері.
- 72) Магнит ағынның квантталуы
- 73) Диэлектриктердің поляризация теориясы.
- 74) Магнетиктердің магниттеліну теориясы.
- 75) Квазисерпімді дипольді моментті диэлектриктер.
- 76) Тұрақты магнит моменті болатын диэлектриктер. Комплексті диэлектрлік өтімділік.
- 77) Магнетиктер типтері. Парамагнетизм. Диамагнетизм. Ферромагнетизм. Ферриттер. Антиферриттер. Асқынөткізгіштік.

### **Ұсынылатын әдебиеттер тізімі**

#### **Негізгі:**

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества. –М: Наука, 1989.- 504с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля.-Т2/под ред. П.И. Питаевского. – М:Физматлит, 2001.-530с.
3. Матвеев А.Н. Электродинамика. – М:Высшая школа, 1980.-383 с.
4. Пеннер Д.И., Угаров В.А.Электродинамика и СТО. – М:Просвещение, 1980.-271с.

5. Терлецкий Я.В. Рыбаков Ю.П. Электродинамика – М: Просвещение, 1980.-271с.

**Қосымша:**

6. Ландау П.Д.Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. – Т8 – М: Физматлит, 2003.-651с.

7. Батыгин Т.Т. Топтыгин И.Н. Современная электродинамика. – М Институт компьютерных исследований, 2003.-351с.

8. Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. Классическая электродинамика.-М: Наука:1985 – 400с.

### 3 Кванттық механика

#### Модуль 1. Кванттық механика негіздері

**1.1 Кванттық механиканың принциптері мен постулаттары.** Кіріспе. Микробөлшек түсінігі. Квантты механикадағы өлшеулер. Гейзенбергтің анықталмаушылық принциптері. Толқындық функция және оның физикалық мағынасы. Толқынды функцияларға талаптар. Нормалау түсінігі. Ықтималдық ұғымы. Толқынды функциялардың өлшемділігі. Квантты механикадағы ықтималдығы. Суперпозиция принципі.

**1.2 Физикалық шамалардың операторлары.** Операторлар арқылы динамикалық анықтамалдықтарды ұсыну. Операторлардың сызықтығы және эрмиттігі. Физикалық шамалардың оташа мәндері. Коммутаторлары. Координаттар, импульстер, кинетикалық және потенциалды энергиялар, қозғалыс мөлшерінің моменті операторлары

**1.3 Операторлардың меншікті мәндер және меншікті функциялары.** Эрмитті операторлар меншікті мәндері үшін және меншікті функциялар үшін теңдеулер. Дискретті және үздіксізді спектрлері. Нормалану қасиеттері, ортогоналдық және үздіксіздік дискретті спектр үшін толықтыру қасиеттері. Қандай да болсын функцияны қатарға жіктеу постулаты.

**1.4 Меншікті мәндер және меншікті функциялар анықталатын теңдеуді шешу мысалдары.** Импульс операторының меншікті мәндері мен меншікті функциялар. Дирактың Дельта-функциясы және оның қасиеттері. Бірнеше шамалардың анықталған мәндері. Микрожүйелерді толық квантомеханикалық сипаттау. Физикалық шамалар үшін анықталмағандық қатынасы.

**1.5 Шредингердің толық уақыттан тәуелді теңдеуі.** Шредингердің толқындық теңдеуін негіздеу. (ШТ). «Энергия-уақыт» шамалары үшін Гейзенбергтің анықталмағандық қатынасы. Уақыт бойынша дербес туынды операторы. Гамильтон операторы және Шредингер теңдеуі шешімдерінің классификациясы. Операторлардың уақыт бойынша толық туындысы туралы постулат. Квантомеханикалық шамалардың уақыт бойынша өзгеруі. Қозғалыс интегралдар. Сақталу заңдары.

**1.6 Шредингердің стационар теңдеуі.** Бірөлшемді ШТ нің шешімдеріне қойылатын жалпы талаптар. Модельді есептер. Шексіз терең тікбұрышты бірөлшемді потенциалдық шұңқыр. Толқындық функциялардың түйіндік сипаты. Ықтималдық тығыздығының графиктік бейнеленуі. Тереңдігі шектелген потенциалдық шұңқыр. Логарифмдік туындылардың теңдік шарты.

#### Модуль 2. Кванттық механика әдістері.

**2.1 Сызықтық гармониялық осциллятор.** Классикалық және квантомеханикалық гармониялық осциллятор. Гармониялық осцилляторлар өлшемсіз айнымалар арқылы жазылған ШТ. Толқындық функцияның асимптотикалық сипаты. Эрмит полиномы және оның қасиеттері. Гармониялық осциллятор үшін толқындық функция: нормалау, рекуррентті

катынастыру, дифференциалдау ережелері. Кванттық энергетикалық спектрлер. Вириал теоремасы. Кванттық күйлердің жұптылығы.

**2.2 Микробөлшектердің потенциалдық тосқауыл арқылы өтуі.** Кванттық механикадағы үздіксіздік теңдеуі. Ықтималдық тогының тығыздығы. Бөлшектер санының сақталу заңдары. Потенциалдық тосқауыл ұғымы. Бікбұрышты шексіз созылған потенциалдық тосқауыл. Туннельдік эффект. Кез-келген пішіндегі потенциалдық тосқауылдың өткізгіштігі. Металдан шыққан электрондардың салқын эмиссиясы.

**2.3 Кванттық көріністер теориясы.** Көріністер туралы түсінік. Импульстік көріністе толқындық функцияларды және координата мен импульс операторларын анықтаудың әдісі. Импульсті көріністегі коммутациялық қатынастар. Формфактор туралы түсінік. Сызықты гармониялық осциллятор.

**2.4 Оталық өрістердегі қозғалыстың жалпы қасиетері.** Оталық-симметриялы өрістер. Орталық өрістер үшін фактоизациялық жуықтау. Қозғалыс мөлшерінің моментінің жалпы теориясы. Қозғалыс интегралдары. Кванттық механиканың матрицалық тұжырымдамасы. Екі моментті векторлық қосу. Шредингердің радиал теңдеуін шешу. Орталық өрістер үшін алынған шешімдердің ноль және шексіздіктегі сипатының жалпы қасиеттері. Еркін қозғалыс. Кванттық ротатор. Сфералық потенциалды шұңқыр. Үшөлшемді осциллятор. Ядролық қабықшалар туралы ұғым.

**2.5 Сутегітәріздес атом теориясы.** Атомдарда ядроның массалар центрінің қозғалысын ескерген кезде энергетикалық спектрлердегі түзету. Спектралдық сызықтардың изотоптық ығысуы. Сутегі изотоптарының массалары. Кулондық потенциалға еңгізілетін дипольдық түзету. Сілітілік элементтер спектрлерінің ажырауы. Мезоатомдардың қасиеттері мен синтезі. Позитронийдің элементар моделі.

**2.6 Кванттық механиканың жуықтап есептеу әдістері.** Стационарлық күй үшін ұйтқу теориясы. Энергияға және толқындық функцияға түзетулер енгізу. Ғасырлық теңдеу. Ұйтқу арқылы азғындалуды жою және оның физикалық мағынасы. Рэлей-Ритцтің вариациялық әдісі.

**2.7 Кванттық механикадағы тепе-тең бөлшектер жүйелері.** Тепе-тең бөлшектер үшін ажыратылмастық статистикалыра. Симметриялы және антисимметриялы толқындық функциялар. Паулидің тыйым салу принципі.

### **Емтихан сұрақтары**

1. Жылулық сәулелену. Жылулық сәулелену заңдары.
2. Абсолют кара дененің сәуле шығарғыштық қабілетін есептеу.
3. Фотондар. Абсолют кара дененің жылулық сәулелену үшін Планк формуласы.
4. Сыртқы және ішкі фотоэффект.
5. Электромагнитті сәулеленудің шашырауы. Комптон эффектiсi.
6. де-Бройль толқындары. Микробөлшектердің толқындық қасиететрі. Корпускулалы-толқындық дуализм.



7. Де-Бройль гипотезаның эксперименталды дәлілдемелері. Техникада материя толқындардың қолданулары. Электронография және нейтронография.
8. Микробөлшектердің күй функциясы.
9. Квантты суперпозиция принципі.
10. Гейзенбергтің анықталмаушылық принципі.
11. Гейзенбергтің анықталмаушылық принциптерінен негізгі қорытындылары. Кванттық корреляциялар.
12. Еркін микробөлшектің толқындық функциясы. Толқындық пакет.
13. Шредингердің стационарлы емес теңдеуі.
14. Шредингердің стационарлы теңдеуі.
15. Релятивистік бөлшек үшін Клейн-Гордон-Фок теңдеуі.
16. Жоғары потенциалды табалдырық аймағында бөлшек қозғалысы. Туннельді эффект.
17. Табиғатта туннельді эффект құбылысы. Техникада туннельді эффектiнiң қолдануы.
18. ДТөмен потенциалды табалдырық аймағында бөлшек қозғалысы. Резонансты энергия деңгейде тосқауылдан бөлшектің шағылуы. Рамзауер эффектiсi.
19. Шекті және шексіз қабырғалары тікбұрышты потенциалды шұңқырдағы микробөлшек.
20. Квантты гармониялық осциллятор.
21. Квантты-механикалық бақылаулары мен операторлары. Динамикалық айнымаларының квантталуы.
22. Квантты және классикалы физика теңдеулерінің байланыс теңдеулері.
23. Бақылаулардың біруақытты өлшемдері шарттары. Операторлық түрдегі анықталмаушылықтар қатынастары. Квантты механиканың принциптері.
24. Бақылаулардың оташа мәндерінің эволюциясы.
25. Стационарлы күйлер. Эренфест теоремасы.
26. Квантты механикада мимметрия және қозғалыс интегралдар. Нётер теоремасы.
27. Соотношение неопределенности «Энергия-уақыт» анықталмаушылық қатынастары.
28. Кванттық механиканың матрицалы пішіні. Ұсыныстар (көріністер) теориясы.
29. Импульс моменті операторы үшін коммутациондық қатынастар.
30. Орбиталды момент.
31. Магнитті момент.
32. Орталықсимметриялы өрістегі қозғалыс.
33. Ұйтқу теориясы.
34. Толық момент.
35. Спин.
36. Спин операторы.

37. Көпшілік бөлшектер жүйесі.
38. Паули принципі.
39. Кванттық механиканың копенгагенсті концепциясы.
40. Кванттық механиканың көпәлемдік концепциясы.

### **Ұсынылатын әдебиеттер тізімі**

#### **Негізгі:**

1. Давыдов А. С. Квантовая механика. Санкт-Петербург, 2013. 703 с.
2. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики: Учебное пособие. Изд. 7-е, стереотип.- СПб.: Лань, 2014.- 664 с.
3. Шпольский Э. В. Основы квантовой механики и строение оболочки атома. Т. 2, М., 2013. 448 с.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. Физматлит, 2014. 800 с.
5. Матвеев А. Н. ОНИКС МИР и ОБРАЗОВАНИЕ: Атомная физика, 2007. 432 с.
6. Елютин П. В., Кривченков В. Д. Квантовая механика с задачами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. 300 с.
7. Қожамқұлов Т.Ә., Жүсіпов М.Ә., Имамбеков О.И. Кванттық механика, Алматы, Қазақ университеті, 2006.
8. Қожамқұлов Т.Ә., Жүсіпов М.Ә., Имамбеков О.И. Кванттық механика есептерінің жинағы, Алматы, Қазақ университеті, 2007

#### **Қосымша:**

9. Стояновский А. В. Введение в математические принципы квантовой теории Москва 2007. 230 с.
10. Суханов А. Д., Голубева О. Н. Лекции по квантовой физике. М.: Высшая школа, 2006. 528 с.
11. Гааз А. Волны материи и квантовая механика. ЛИБРОКОМ, 2010. 168 с.
12. Л. де Бройль. Квантовая механика и теория света. МГУ, 2011. 618 с.
13. Балашов, В. В. Курс квантовой механики. Учебное пособие. М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2001. - 335 с.
14. Фок В. А. Начала квантовой механики: Учебное пособие. Изд. 5-е.- М.: Изд-во ЛКИ, 2008.- 374 с.
15. Иродов И. Е. Атомная и ядерная физика Сборник задач. - М.: 2002. - 448 с.
16. Галицкий В. М. Задачи по квантовой механике. М., 2001.
17. Барабанов А. Л. Квантовая механика. В 2-х частях. 2005 год. 97с, 102 с.
18. Демидович Б. П. Математические основы квантовой механики. Уч. пособие. 2-е изд. 2005 год. 199 стр.