

<b>«ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІ» КеАҚ</b>		
4 деңгейлі СМК құжаты	№ ____ басылым ____.____. 2026 ж.	ФП 042-2.07-2026
PhD-докторантураға түсу емтихандарының бағдарламасы		

Физика және химия ғылымдары зерттеу мектебі




«Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасы

**D090 Физика**  
**білім беру бағдарламалары тобы бойынша**  
**PhD-докторантураға түсу емтиханының**  
**БАҒДАРЛАМАСЫ**

Семей – 2026 ж.

**1 ӘЗІРЛЕНДІ**



Құрастырғандар:

Степанова О.А., т.ғ.к., профессор, кафедра меңгерушісі  «17» 02 2026 ж.  
(КОЛЫ)Ермоленко М.В., т.ғ.к., қауымдастырылған  
профессор, аға оқытушы «17» 02 2026 ж.  
(КОЛЫ)Хажидинова А.Р., PhD, қауымдастырылған  
профессор м.а., аға оқытушы «17» 02 2026 ж.  
(КОЛЫ)**2 ТАЛҚЫЛАНДЫ**«Техникалық физика және жылу энергетикасы» кафедрасының отырысында  
«17» 02 2026 ж. № 7 хаттамасы

Кафедра меңгерушісі

 «17» 02 2026 ж. О.А. Степанова  
(КОЛЫ) (аты-жөні)**3 КЕЛІСІЛДІ**

ФКДАО басшысы

 «02» 03 2026 ж. С.К. Касымов  
(КОЛЫ) (аты-жөні)**4 БЕКІТІЛДІ**Басқарма мүшесі –  
ғылым жөніндегі проректоры «02» 03 2026 ж. Ж. Қалибекқызы  
(КОЛЫ) (аты-жөні)  


## 1. Кіріспе

PhD-докторантураның арнайы пәндері бойынша оқуға түсу емтиханының бағдарламасы жоғары білім беру (бакалавриат) және жоғары оқу кейінгі білім (магистратура) бағдарламалар көлемінде құрастырылған.

D090 – Физика білім беру бағдарламалары тобы бойынша мамандарды даярлау деңгейіне қойылатын негізгі талаптар:

Докторантураға түсуге үміткердің міндетті түрде **түсінігі болу керек:**

– физика ғылымының қазіргі жағдайы мен даму перспективалары, оның ішінде фундаменталды және қолданбалы зерттеулердің басым бағыттары туралы;

– ғылыми танымның әдістемелік негіздері, теориялық және эксперименттік зерттеулерді ұйымдастыру принциптері туралы;

– физиканың жоғары технологияларды, энергетиканы, материалтануды және өзге де салаларды дамытудағы рөлі туралы;

– ғылыми зерттеулерде қолданылатын қазіргі ақпараттық технологиялар мен бағдарламалық құралдар туралы;

**құзыреттілігі болу керек:**

– физикалық құбылыстар мен процестерді талдау және сипаттау үшін математикалық аппаратты қолдану;

– ғылыми әдебиетті сыни талдау, ғылыми ақпаратты қорытындылау және жүйелеу;

– физикалық процестерді модельдеу үшін қазіргі заманауи бағдарламалық кешендер мен бағдарламалау тілдерін қолдану;

– рецензияланатын басылымдарда ғылыми жарияланымдарды дайындау.

**дағдыға ие болу керек:**

– қазіргі ғылыми жабдықтарды пайдалана отырып теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізу;

– статистикалық әдістерді қолдану арқылы эксперименттік деректерді өңдеу, талдау және визуализациялау;

– ғылыми мақалалар, есептер, диссертациялық материалдар және презентациялар дайындау;

– халықаралық ғылыми деректер базалары мен ақпараттық ресурстармен жұмыс істеу;

– ғылыми зерттеу нәтижелерін конференциялар, семинарлар және ғылыми форумдарда ұсыну.

Докторантураға түсу емтиханы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрінің 2018 жылғы 31 қазандағы № 600 бұйрығымен бекітілген жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білімнің білім беру бағдарламаларын іске асыратын білім беру ұйымдарына оқуға қабылдаудың үлгілік қағидаларына сәйкес жазбаша немесе компьютерлік форматта өткізіледі.

## **2. Пән атаулары және олардың негізгі тараулары**

### **2.1. Жалпы физика. Механика**

1-ші тақырып. Кинематика

Механикалық қозғалыс. Векторлар. Жылдамдық. Үдеу. Қатты дене үдемелі қозғалысы.

2-ші тақырып. Материалдық нүктенің динамикасы

Инерциалды санақ жүйелері. Инерция заңы. Күш пен масса. Ньютонның екінші заңы. Ньютонның үшінші заңы. Күштер. Ауырлық күші мен салмақ. Серпімді күштер. Үйкеліс күштері.

3-ші тақырып. Сақталу заңдары

Сақталатын шамалар. Импульсті сақтау заңы. Энергия және жұмыс. Векторлардың скаляр көбейтіндісі. Кинетикалық энергия және жұмыс. Жұмыс. Консервативті күштер. Сыртқы күш өрісіндегі материалдық нүктенің потенциалдық энергиясы. Өзара әрекеттесудің потенциалдық энергиясы. Энергияны сақтау заңы. Денелердің соқтығысуы. Күш моменті. Бұрыштық импульстің сақталу заңы.

4-ші тақырып. Қатты дене механикасы

Айналмалы қозғалыстың кинематикасы. Қатты дененің жазықтықтағы қозғалысы. Қатты дененің масса центрінің қозғалысы. Қатты дененің қозғалмайтын осьтің бойымен айналуы. Инерция моменті. Айналатын дененің кинетикалық энергиясы. Жазық қозғалыстағы дененің кинетикалық энергиясы. Гироскоптар.

5-ші тақырып. Инерциялық емес санақ жүйелері

Инерция күштері. Инерцияның центрифугалық күші. Кориолис күші. Сұйықтардың механикасы. Сұйықтықтардың қозғалысының сипаттамасы. Бернулли теңдеуі. Тесіктен сұйықтықтың ағуы. Тұтқырлық. Құбырлардағы сұйықтық ағымы. Сұйықтар мен газдардағы денелердің қозғалысы.

6-шы тақырып. Арнайы салыстырмалылық теориясының элементтері

Галилейдің салыстырмалылық принципі. Арнайы салыстырмалылық теориясының постулаттары. Лоренц түрлендірулері. Лоренц түрлендірулерінің салдары. Интервал. Жылдамдықты түрлендіру және қосу. Релятивистік импульс. Энергия үшін релятивистік өрнек. Масса мен тыныштық энергиясы арасындағы байланыс. Массасы нөлге тең бөлшектер. Ньютон механикасының қолдану шегі.

7-ші тақырып. Гравитация

Бүкіләлемдік тартылыс заңы. Гравитациялық өріс. Ғарыш жылдамдығы. Салыстырмалылық теориясы.

### **2.2. Термодинамика және молекулалық физика**

1-ші тақырып. Температура

Температура және термодинамикалық тепе-теңдік. Термоскоп және температуралық нүктелер. Эмпирикалық температура шкаласы. Идеал газ температурасының шкаласы. Термометрлердің түрлері. Халықаралық практикалық

температура шкаласы. Шартты газдардың заңдылықтары. Күй теңдеуі және оның шексіз аз процестер үшін салдары. Макроскопиялық параметрлер.

2-ші тақырып. Термодинамиканың бірінші заңы

Квазистатикалық процестер. Макроскопиялық жұмыс. Адиабаталық қабықтағы жүйе үшін термодинамиканың бірінші заңы. Ішкі энергия. Жылу мөлшері. Термодинамиканың бірінші заңын математикалық тұжырымдау. Гесс заңы. Жылу сыйымдылығы. Шартты газдың ішкі энергиясы. Джоуль заңы. Роберт Майер теңдеуі. Адиабатикалық процесс. Пуассон теңдеуі.  $C_p / C_v$ -ді Клеман және Дезорм әдісі бойынша анықтау. Газдардағы дыбыс жылдамдығы. Бернулли теңдеуі. Тесіктегі газ шығыны.

3-ші тақырып. Термодинамиканың екінші бастамасы

Термодинамиканың екінші заңын білдіретін негізгі постулаттың әр түрлі тұжырымдамалары. Қайтымды және қайтымсыз процестер. Карно циклі және Карно теоремасы. Термодинамикалық температура шкаласы. Идеал газ термометрінің шкаласымен термодинамикалық температура шкаласының сәйкестігі. Газ термометрінің шкаласын термодинамикалық шкалаға келтіру. Клаузиус теңсіздігі (нақты жағдай үшін). Жалпы Клаузиус теңсіздігі. Динамикалық қыздыру принципі. Клаузиус теңдігі. Энтропия. Энтропияның өсу заңы. Төте-тең емес күйлерге энтропия ұғымын қорыту. Газ диффузиясы кезіндегі энтропияның жоғарылауы. Гиббс парадоксы. Термодинамикалық функциялар. Джоуль-Томсон әсерінің термодинамикалық теориясы. Максималды жұмыс және бос энергия. Гальваникалық элементтің электр қозғаушы күші. Термодинамикалық тұрақтылықтың жалпы критерийлері. Ле Шателье-Браун принципі және термодинамикалық төте-теңдіктің тұрақтылығы.

4-ші тақырып. Жылуөткізгіштік

Жылу өткізгіштік теңдеуі. Стационарлық жылу өткізгіштік проблемалары. Стационарлық емес тапсырмалар. Бірегейлік теоремасы. Температураның суперпозиция принципі. Температура толқындары. Жартылай кеңістікті салқындату мәселесі. Сыртқы жылу беру.

5-ші тақырып. Заттың молекулалық-кинетикалық теориясы.

Газ қысымы молекулалық-кинетикалық теория тұрғысынан. Газ молекулаларының жылулық қозғалысының жылдамдығы. Фотонды газ қысымы. Температураның молекулалық-кинетикалық мәні. Жылу қозғалысының кинетикалық энергиясының трансляциялық еркіндік деңгейлері бойынша біркелкі үлестірілуі. Кинетикалық энергияның еркіндік дәрежелері бойынша біркелкі таралуы. Броундық қозғалыс. Броундық айналмалы қозғалыс. Заттардың молекулалық-кинетикалық теориясының идеалды газдардың жылу сыйымдылығының классикалық теориясы. Молекулалық-кинетикалық теория тұрғысынан газды адиабаталық қыздыру және салқындату. Қатты денелердің (кристалдардың) жылу сыйымдылығының классикалық теориясы. Жылу сыйымдылықтарының классикалық теориясының жеткіліксіздігі. Кванттық теория тұжырымдамасы (сапалы қарастыру).

6-шы тақырып. Статистикалық таралым

Газ молекуласының жылдамдықтарының үлестірілуі. Максвеллдің жылдамдықты тарату заңы. Молекулалардың жылдамдықтардың абсолюттік шамалары бойынша таралуы. Молекулалардың орташа жылдамдықтары. Толықтай тепе-теңдік принципі. Больцманның таралу заңы. Энтропия және ықтималдылық. Флуктуация. Больцман статистикасындағы ең ықтимал тарату әдісі. Ферми-Дирак және Бозе-Эйнштейн статистикасы. Нернст теоремасы. Эйнштейннің жылу сыйымдылық туралы кванттық теориясы.

7-ші тақырып. Газдардағы тасымалдау құбылыстары

Еркін жүгіріп өту орташа ұзындығы. Тиімді қима. Газдағы молекулалар сәулесінің әлсіреуі. Газдардың тұтқырлығы және жылу өткізгіштігі. Газдардағы өздік диффузия. Диффузия мен бөлшектердің қозғалғыштығы арасындағы байланыс. Газдардағы шоғырландыру диффузиясы. Броундық қозғалыс диффузиялық процесс ретінде. Газдардағы жылулық диффузия. Сиретілген газдардағы құбылыстар. Тікелей құбыр арқылы ультра сиретілген газдың молекулалық ағыны.

8-ші тақырып. Нақты газдар

Молекулалық күштер және шартты газдар заңдарынан ауытқу. Ван-дер-Ваальс теңдеуі. Дитеричи теңдеуі. Ван-дер-Ваальс газының изотермалары. Нақты газ изотермалары. Максвелл ережесі. Заттардың газ тәрізді және сұйық күйлерінің үздіксіздігі. Критикалық жағдайдағы заттың қасиеттері. Критикалық параметрлерді анықтау. Ван-дер-Ваальс газының ішкі энергиясы. Ван-дер-Ваальс газына Джоуль-Томсон эффектісі. Төмен температураны және сұйылтылған газдарды алу әдістері.

9-шы тақырып. Беттік керілу

Беттік керілудің термодинамикасы. Сұйықтықтың қисық бетінің қарама-қарсы жақтарындағы қысым айырмасы. Лаплас формуласы. Кіші амплитудалық капиллярлық-гравитациялық толқындар.

10-шы тақырып. Фазалық тепе-теңдік және фазалық түрлендірулер

Фазалар мен фазалық түрлендірулер. Химиялық біртекті зат фазаларының тепе-теңдік шарты. Клапейрон-Клаузиус теңдеуі. Булану және конденсация. Балқу және кристалдану. Қаныққан бу қысымының температураға тәуелділігі. Қаныққан будың жылу сыйымдылығы. Үштік нүкте. Күй диаграммалары. Сұйықтықтың қайнатылуы және қызып кетуі. Қаныққан бу қысымының сұйықтық бетінің қисықтығы тәуелділігі. Метастабильді күйлер. Екінші түрдегі фазалық түрлендірулер. Сұйықтар мен газдардың конвективті тұрақтылығы.

11-ші тақырып. Ерітінділер

Денелердің ерігіштігі. Осмос және осмостық қысым. Рауль заңы. Қайнау температурасын көтеру және ерітіндінің қату температурасын төмендету. Фазалық ереже. Екілік қоспалардың күй диаграммалары.

12-ші тақырып. Кристалдардың симметриясы және құрылымы

Денелердің симметриясы. Кристалды торлар. Кристалдық жүйелер. Кеңістік топтар және кристалдардың кристалдық кластары. Миллер индекстері және бағыт көрсеткіштері. Химиялық элементтер мен қосылыстардың торлары. Кристалдардағы ақаулар.

### **2.3. Жалпы физика курсы. Электр энергиясы**

#### **1-ші тақырып. Вакуумдағы электр өрісі**

Электр заряды. Кулон заңы. Электр өрісі. Өріс кернеулілігі. Потенциал. Зарядтар жүйесінің өзара әсерлесу энергиясы. Электр өрісінің кернеулілігі мен потенциал арасындағы байланыс. Диполь. Үлкен қашықтықтағы зарядтар жүйесінің өрісі. Векторлық өрістердің қасиеттерін сипаттау. Электростатикалық өрістің циркуляциясы және роторы. Гаусс теоремасы.

#### **2-ші тақырып. Диэлектриктердегі электр өрісі**

Полярлы және полярсыз молекулалар. Диэлектриктердің поляризациясы. Диэлектрик ішіндегі өріс. Көлемдік және беттік байланысқан зарядтар. Электрлік ығысу векторы. Екі диэлектриктің шекарасындағы жағдайлар. Диэлектриктегі зарядқа әсер ететін күштер. Сегнетоэлектрики.

#### **3-ші тақырып. Электр өрісіндегі өткізгіштер**

Өткізгіштегі зарядтардың тепе-теңдігі. Сыртқы электр өрісіндегі өткізгіш. Электр сыйымдылық. Конденсаторлар.

#### **4-ші тақырып. Электр өрісінің энергиясы**

Зарядталған өткізгіштің энергиясы. Зарядталған конденсатордың энергиясы. Электр өрісінің энергиясы.

#### **5-ші тақырып. Тұрақты электр тоғы.**

Электр тоғы. Үздіксіздік теңдеуі. Электр қозғаушы күш. Ом заңы. Өткізгіштердің кедергісі. Тізбектің әртекті телімі үшін Ом заңы. Тармақталған тізбектер. Кирхгоф ережелері. Тоқтың қуаты. Джоуль-Ленц заңы.

#### **6-шы тақырып. Вакуумдағы магнит өрісі**

Тоқтың өзара әрекеттесуі. Магнит өрісі. Қозғалмалы зарядтың өрісі. Био-Савар заңы. Лоренц күші. Ампер заңы. Магниттік әрекеттесу релятивистік эффект ретінде. Магнит өрісіндегі тоқ контуры. Тоқ контурының магнит өрісі. Магнит өрісіндегі қозғалмалы ток арқылы орындалатын жұмыс. Магнит өрісінің дивергенциясы және роторы. Электромагниттік және тороидтық өріс.

#### **7-ші тақырып. Заттағы магнит өрісі**

Магнетикті магниттендіру. Магнит өрісінің кернеулілігі. Магнетиктердің ішіндегі өрісін есептеу. Екі магнетиктің шекарасындағы жағдайлар. Магнетик түрлері. Магнитомеханикалық құбылыстар. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм.

#### **8-ші тақырып. Электромагниттік индукция**

Электромагниттік индукция құбылысы. Индукцияның электр қозғаушы күші. Магниттік индукцияны өлшеу әдістері. Фуко тоқтары. Өзіндік индукция құбылысы. Тізбекті жабу және ашу кезіндегі тоқ. Өзара индукция. Магнит өрісінің энергиясы. Ферромагнетиктің магниттелуін қалпына келтіру жұмысы.

#### **9-шы тақырып. Максвелл теңдеулері**

Құйынды электр өрісі. Ығысу тоғы. Максвелл теңдеулері.

10-шы тақырып. Электр және магнит өрістеріндегі зарядталған бөлшектердің қозғалысы

Біртекті магнит өрісіндегі зарядталған бөлшектің қозғалысы. Қозғалыстағы зарядталған бөлшектердің электр және магнит өрістерінің ауытқуы. Электронның заряды мен массасын анықтау. Иондардың меншікті зарядын анықтау. Бұқаралық спектрографтар. Зарядталған бөлшектер үдеткіштері.

11-шы тақырып. Металдардың электр өткізгіштігінің классикалық теориясы

Металдардағы ток тасымалдағыштардың табиғаты. Металдардың қарапайым классикалық теориясы. Холл эффектісі.

12-шы тақырып. Газдардағы электр тоғы

Өзін-өзі ақтамайтын және өзін-өзі өткізбейтін. Өзін-өзі ақтамайтын газ разряды. Иондау камералары мен есептегіштер. Өздігінен шығарылатын разрядта ток тасымалдағыштардың пайда болуына әкелетін процестер. Газды шығару плазмасы. Жарқырау. Доғалық разряд. Ұшқыннан және тәжден шығарындылар.

13-шы тақырып. Электрлік тербелістер

Квазистационарлық тоқтар. Белсенді кедергісі жоқ тізбектегі еркін тербелістер. Еркін бәсеңдейтін тербелістер. Мәжбүрлі электрлік тербелістер. Айнымалы ток.

## 2.4. Қатты дене физикасы

1-ші тақырып. Кристал құрылымы және оны анықтау әдістері

Кристалдардың нүктелік симметриясы. Кеңістіктегі кристалды тор. Кристалдардың трансляциялық симметриясы. Bravais аударма торларының кристаллографиялық координаттар жүйесі. Түйінді жазықтықтар мен түзулердің кристаллографиялық белгілері. Трансляциялық симметрия элементтері. Кері тор. Кристалдық химияның негізгі түсініктері. Қатты денелердің атомдық құрылымын анықтау әдістері. Кристалдардың симметриясы және физикалық қасиеттері.

2-ші тақырып. Атомаралық өзара әрекеттесу. Қатты денелердегі байланыстардың негізгі түрлері

Қатты денелердің классификациясы. Байланыс түрлері. Байланыс энергиясы. Молекулалық кристалдар. Иондық кристалдар. Ковалентті кристалдар. Металдар.

3-ші тақырып. Қатты денелердегі ақаулар

Ақаудың жіктелуі. Жылу нүктесінің ақаулары. Нүктелік ақаулардың тепе-теңдік концентрациясы. Екілік кристалдардағы жылулық ақаулар. Радиациялық ақаулар. Дислокация. Бургерлердің контуры және векторы. Мінсіз кристалда дислокацияның пайда болуына қажет кернеулер. Дислокациялық қозғалыс. Дислокациялық стресс. Дислокация энергиясы. Дислокациялардың нүктелік ақаулармен өзара әрекеттесуі. Дислокация көздері. Қаптама ақаулары және ішінара дислокация. Дән шекаралары.

4-ші тақырып. Қатты денелердің механикалық қасиеттері

Қатты денелердің кернеулік және деформациялық күйлері. Серпімділік. Изотропты қатты денелерге арналған Гук заңы. Анизотропты қатты денелерге арналған Гук заңы. Қатты заттардың пластикалық қасиеттері. Морт сыну.

5-ші тақырып. Кристалдық тор атомдарының тербелісі

Біртекгі ішек бір өлшемді тербелісі. Монокристалдардағы серпімді толқындар. Бір атомды сызықтық тізбектің тербелісі. Бір өлшемді тордың негізі бар тербелісі. Үш өлшемді тордың атомдарының тербелісі.

6-шы тақырып. Қатты денелердің жылулық қасиеттері

Қатты денелердің жылу сыйымдылығы. Дулонг-Пети заңы. Эйнштейннің жылу сыйымдылығы теориясы. Дебайдың жылу сыйымдылығы теориясы. Фонондар концепциясы негізінде жылу сыйымдылығының формуласын шығару. Металдардың жылу сыйымдылығы. Қатты денелердің жылулық кеңеюі. Қатты денелердің жылу өткізгіштігі. Атомдық тербелістерге байланысты жылу өткізгіштік. Металдардың жылу өткізгіштігі. Қатты денелердегі диффузия.

7-ші тақырып. Қатты денелердің зоналық теориясының негіздері

Қатты денелерді электр өткізгіштік мәні бойынша жіктеу. Қатты дене үшін Шредингер теңдеуі. Бір электронды жуықтау Блок функциялары. Электронның толқын векторының кристалдағы қасиеттері. Бриллюин аймақтары. Ферми беті. Кристалдағы электрондардың энергетикалық спектрі. Кронигтің моделі - Пенни. Зоналарды электрондармен толтыру. Металдар, диэлектриктер, жартылай өткізгіштер. Электронның тиімді массасы. Кристалдағы қоспа атомдарының энергетикалық деңгейлері. Жер бетімен байланысты локализацияланған мемлекеттер.

8-ші тақырып. Қатты денелердің электрлік қасиеттері

Металдардың негізгі қасиеттері. Металдардың электр өткізгіштігі. Жартылай өткізгіштердің меншікті өткізгіштігі. Қоспалы жартылай өткізгіштердің өткізгіштігі. Диэлектриктердің электр өткізгіштігі. Қатты денелердің қатты электр өрістеріндегі қасиеттері. Холл эффектісі. Қатты денелердің электрлік қасиеттеріне беткі деңгейлердің әсері.

9-шы тақырып. Диэлектриктердің қасиеттері

Диэлектриктердің поляризациясы. Электрондық серпімді поляризация. Иондық серпімді поляризация. Дипольды серпімді поляризация. Термиялық поляризацияның ерекшеліктері. Иондық жылу поляризациясы. Электрондық жылу поляризациясы. Дипольдік жылу поляризациясы. Диэлектрлік тұрақты мен поляризация арасындағы байланыс. Диэлектрлік тұрақтының жиілікке тәуелділігі. Нонцентросимметриялық емес диэлектриктердің поляризациясының кейбір ерекшеліктері. Сеоэлектриктер. Диэлектрлік жоғалту.

10-шы тақырып. Қатты денелердің магниттік қасиеттері

Магниттердің жіктелуі. Диамагнетизмнің табиғаты. Парамагнетизмнің табиғаты. Қатты денелердің диамагнетизмі және парамагнетизмі. Ферромагнетизм. Вайсс молекулалық өрісі. Дорфманның тәжірибесі. Алмасу әрекеттестігі және оның ферромагнетизмнің басталуындағы рөлі. Айналымды толқындар. Антиферромагнетизм және ферромагнетизм. Ферромагниттік домендер. Магнитті резонанс.

11-ші тақырып. Өткізгіштік

Нөлдік қарсылық. Өткізгіштік ауысу температурасы. Керемет диамагнетизм. Сыни магнит өрісі. Кристалдың құрылымы және изотоптық әсері. Меншікті жылуға электронды үлес. Электромагниттік сәулеленудің жұтылуы. Магниттік ағынды кванттау. Джозефсон әсерлері. Жоғары температуралы асқын өткізгіштік. Ф. мен Г. Лондоновтың асқын өткізгіштік теориясы. Гинзбург-Ландау теориясы. Электрондар арасындағы тарту. Купер жұптары. Бардин-Купер-Шриеффер теориясы.

12-ші тақырып. Қатты денелердің оптикалық қасиеттері

Жарықтың қатты денемен әрекеттесу типтері. Оптикалық тұрақтылар. Жарықтың кристалдармен жұтылуы. Жартылай өткізгіштердегі рекомбинациялық сәулелену. Өздігінен және индукцияланған эмиссия. Қатты күйдегі лазерлер.

13-ші тақырып. Аморфты қатты денелердің физикалық қасиеттері

Аморфты қатты денелердің құрылымы. Кристалл емес қатты денелердің энергетикалық спектрі. Аморфты жартылай өткізгіштер. Аморфты жартылай өткізгіштерді қолдану. Аморфты диэлектриктер. Аморфты металдар.

### 3. Ұсынылатын әдебиеттер тізімі

1. Кириченко Н.А., Крымский К.М. Общая физика. Механика: учебное пособие. – М.: МФТИ, 2013. – 290 с.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. – СПб.: Лань, 2016. – 432 с.
3. Кириченко П. А. Термодинамика, статистическая и молекулярная физика/ Учебное пособие. 3-е изд. – М.: Физматкнига, 2005. – 176 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физика. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 352 с.
5. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И.В. Савельев. – СПб.: Лань, 2016. – 432 с.
6. Савельев И.В. Курс общей физики, том II. Электричество и магнетизм, – СПб.: Лань, 2011. – С.352.
7. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. – М.: Высшая школа. – 3-е изд. – М., 2000. – 494 с.