

## КІРІСПЕ

Қабылдау емтиханының мақсаты докторантураға түсушілердің білім деңгейін және оқуға уәждемесін анықтау болып табылады.

Қабылдау емтиханының міндеттері:

- мамандық мәселелерінде үміткерлердің құзыретін анықтау;
- оқуға және одан әрі кәсіби қызметке уәждемені анықтау;
- докторантурада оқу үрдісінде болашақ докторанттың өзіндік ғылыми, оқытушылық және инновациялық қызметке дайындығын анықтау.

Докторантураға түсу емтиханы компьютерлік форматта өткізіледі және келесі тапсырма түрлерін қамтиды:

- эссе жазу;
- докторантурада оқуға дайындығына тест;
- білім беру бағдарламасы тобының бейіні бойынша емтихан сұрақтарына жауаптар.

D090 - Физика беру бағдарламаларының тобы бойынша докторантураға түсу емтиханына емтихан билеттерінің келесі сұрақтары ұсынылады.

## БІРІНШІ БЛОК БОЙЫНША СҰРАҚТАР

Механика. Ілгерлемелі және айналмалы қозғалыстың материалдық нүктесінің динамикасы. Жалпы жылдамдықтар мен координаттар. Үздіксіз ортадағы механикалық тербелістер мен толқындар  
Инерциялық емес санақ жүйелеріндегі қозғалыс. Инерциялық емес жүйелер үшін динамика заңдары. Галилей мен Лоренц түрлендірулері.  
Қатты дене динамикасы. Инерция моменттері, күш және импульс. Эйлер бұрыштары. Эйлер теңдеулері. Денелердің өзара әрекеттесуі.  
Кеплер заңдары және бүкіләлемдік тартылыс күші. Ғарыш жылдамдығы.  
Қатты дене кинематикасы және динамикасы. Инерция моменті, импульс моменті, күш моменті. Гюйгенс-Штайнер теоремасы.  
Гидродинамиканың негізгі заңдары. Олардың физикалық мағынасы. Бернулли теңдеуін шығару және оның салдары. Сұйықтар мен газдардағы қысым. Үздіксіздік теңдеуі  
Молекулалық физика. Идеал газ. Молекулалық-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі.  
Идеал газдың күй теңдеуі. Изопроцестер. Адиабатикалық және политропты процестер.  
Идеал газдың жылу сыйымдылығы.  $C_v$  және  $C_p$  жылу сыйымдылықтары. Майер формуласының физикалық мәні. Фазалық кеңістік. Микроскопиялық және макроскопиялық параметрлер. Статистикалық таралу. Статистикалық тәуелсіздік.  
Нақты газдар. Нақты газдың ішкі энергиясы. Гей-Люссак және Джоуль-Томсон әсері. Газдардың сұйылтуы.  
Газдардағы тасымалдау процестері. Фик заңы. Фурье заңы. Ньютон формуласы. Ван-дер-Ваальс теңдеуі. Ван-дер-Ваальс изотермалары. Критикалық параметрлер. Клаузиус теңсіздігі.  
Энтропия. Энтропияның физикалық мәні. Ықтималдылық және энтропия. Сұйықтықтардың қасиеттері. Беттік керілу. Жұғу. Қисықтық бетіндегі қысым. Капиллярлық құбылыстар.  
Бірінші текті фазалық ауысулар. Клайперон-Клаузиус теңдеуі. Үштік нүкте. Күй диаграммасы.  
Физикалық термодинамика. Термодинамикалық тепе-теңдік және тепе-теңдік күй параметрлері. Күй функциялары және процестің функциялары. Термодинамиканың бастаулары.  
Броундық қозғалыс. Кездейсоқ процестер. Кездейсоқ процестердің ықтималдылығы. Флуктуация. Құрылғылардың флуктуацияға сезімталдық шегі. Нанотехнология және материалдар.  
Электр және магнетизм. Электр және магнит өрістеріндегі зарядталған бөлшектердің қозғалысы. Жылжымалы заряд өрісі.  
Сыртқы өрістегі зарядтар жүйесінің дипольдық және мультиполдық моменттері. Тұрақты магнит өрісі. Магниттік момент.

Көлемдік және беттік токтардың магнит өрісі. Электромагниттік өрістің тензоры. Өріске арналған Лоренц түрлендірулері. Өріс инварианттары. Электромагниттік өріс потенциалдарының мультполдық кеңеюі.

Біртекгі ортадағы нүктелік, көлемдік беттің және сызықтық зарядтардың өрісі. Гаусс теоремасы. Конформды бейнелек әдісі. Суперпозиция принципі. Электромагниттік толқындардың поляризациясы. Жалпы қасиеттері. Сызықтық және дөңгелек поляризацияның ерекше жағдайлары. Эллиптикалық поляризациясы бар толқын.

Сыртқы магнит өрісіндегі шектеулі ток таралуына әсер ететін күш пен момент. Магнит индукциясы мен өрісінің шекаралық шарттары.

Оптика Жарық интерференциясы. Голографиялық жазу және кескіндерді көбейту әдістері. Жарықтың қос сәуле сыну және материалдардың табиғи оптикалық белсенділігі.

Жарық дифракциясы. Фраунгофер дифракциясы. Френель дифракциясы. Корню спиралі. Жарық дисперсиясы. Жарық дисперсиясының электрондық теориясы. Жарықтың жұтылуы. Доплер эффектісі.

Молекулалық спектрлер. Молекуладағы атомдар арасындағы байланыстың түрлері. Айналым, тербелмелі-айналым спектрлер. Электронды-тербелмелі спектрлер.

Атомдық және ядролық физика. Ядроның тамшы және қабықшалы модельдері. Дискретті спектр күйлерінің энергетикалық деңгейлері және толқындық функциялары.

Элементар бөлшектердің спині. Спин операторлары және спиндік функциялар. Коммутациялық қатынастар.

Атом ядроларының қасиеттері. Радиоактивтілік. Нуклон-нуклондық өзара әрекеттесуі және ядролық күштердің қасиеттері. Атом ядроларының модельдері. Ядролық реакциялар. Ядролық сәулеленудің затпен өзара әрекеттесуі. Бөлшектер және өзара әрекеттесу. Үдеткіштер. Ядролық сәулелену мен бөлшектердің спектроскопиясы. Электромагниттік өзара әрекеттесу. Күшті және әлсіз өзара әрекеттесу.

Сутегі атомы. Сутегі атомының спектрі. Резерфорд тәжірибелері және Бор постулаттары тұрғысынан атом моделі. Тұрақты электр өрісіндегі сутек атомы, Штарк эффектісі.

Ядролардың негізгі қасиеттері. Атом ядросының байланыс энергиясы. Ядролық күштер. Екі нуклонның жүйесі.

Электродинамика Интегралды және дифференциал түріндегі Максвелл теңдеулері және олардың мәні. Үздіксіздік теңдеуі.

Электромагниттік толқындар. Монохроматтық жазықтық толқыны. Жазық электромагниттік толқындардың поляризациясы.

Еркін және байланысқан зарядтар. Еркін және байланысқан зарядтар жүйесі үшін өрістің орташа теңдеулері. Электрондық теориясының микроскопиялық өрісіне арналған Максвелл-Лоренц теңдеулері.

Кванттық механика. Бақыланатын физикалық шамалар және сызықтық өздігінен байланысатын операторлар..

Моменттің матрицалық теориясы. Кванттық механиканың матрицалық тұжырымдамасы. Матрица элементтерін есептеу. Екі дене есебі.

Заттың конденсиялық күйі. Кристалдық күй, сұйықтар. Фазалық ауысу. Аморфты денелер.

Ван-дер-Ваальс күштері. Дисперсиялық өзара әрекеттесу. Бағдарлық өзара әрекеттесу. Индукциялық өзара әрекеттесу.

Кристалдық торлар. Трансляциялық симметрия. Тор векторлары.

Элементар ұяшық. Алғашқы ұяшық. Кері тор. Кері тордың қасиеттері.

Кристалдық топтар. Кристалдар сингониясы. Рентгендік дифракция.

Кристалдардағы байланыстың түрлері (ван-дер-Ваальс күштері, иондық кристалдар, ковалентті кристалдар, металл кристалдары, сутектік байланыс).

Нағыз кристалдар. Кристалл құрылымындағы ақаулар.

Дислокация. Шеттік мен бұрандалардың (винтовая) дислокациясы.

Кристалдық периодты өрісіндегі электрондар.

Қатты денелердің механикалық қасиеттері. Серпімді және пластикалық деформация. Гук заңы. Дислокация туралы түсінік. Дислокацияның негізгі түрлері: сызықтық дислокация. Бюргерс векторы.

Қатты денелердің жылулық қасиеттері. Тордың қалыпты тербелісі туралы түсінік. Бірдей атомдардың сызықтық торының қалыпты тербелісі. Екі атом негізіндегі сызықтық тордың қалыпты тербелісі.

Тордың қалыпты тербелісінің спектрі. Дебай жиілігі. Дебайға тән температура. Фонондар туралы түсінік.

Қатты дененің меншікті жылуы. Электрондық газдың жылу сыйымдылығы.

Қатты денелердің жылу өткізгіштігі.

Қатты денелердің аймақтық теориясы. Кристалдардағы электрондардың қоғамдастырылуы (обобществление). Кристалдағы электрондардың энергетикалық спектрі.

Электрон энергиясының толқын векторына тәуелділігі. Электронның тиімді массасы. Өткізгіштер, диэлектриктер және жартылай өткізгіштер.

Қатты денелердің электр өткізгіштігі. Сыртқы өріс әсерінен электрондар дрейфі. Релаксация уақыты және еркін жол. Өткізгіштің меншікті өткізгіштігі.

Таза металдардың электр өткізгіштігі. Жартылай өткізгіштердің меншікті өткізгіштігі. Жартылай өткізгіштердің қоспалық өткізгіштігі.

Түйіспелік (контактные) құбылыстар. Шығу жұмысы. Адсорбциялық қабаттардың жұмыс функциясына әсері. Екі металдың түйісуі. Түйісу потенциалдарының айырмашылығы.

Электрлік қасиеттері бойынша аймақтық теориясы негізінде қатты денелердің классификациясы.

### ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х томах. - СПб.: Лань, 2016.; Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. - М.: Физматлит, 2017.
2. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.; Зисман, Г.А.

- Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
3. Стерхов, К.В. Курс общей физики: Учебное пособие Т.3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц КПП. - СПб.: Лань КПП, 2016. - 496 с.;
  4. Савельев, И.В. Курс физики. В 3 т. Т. 3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, стер. - СПб.: Лань, 2016. - 308 с.
  5. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.; Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
  6. Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.-2016. – 187 с.; Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в10т. Т.3 Квантовая механика.(нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
  7. Чеботарев С.Н. Физика конденсированного состояния: лекции. Учебное пособие.-ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017–91 с.; Делоне Н.Б. Основы физики конденсированного вещества. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.-236 с.
  8. Алешкевич, В.А. Оптика. Универсальный курс общей физики / В.А. Алешкевич. - М.: Физматлит, 2011. - 320 с.
  9. Бармасов, А.В. Курс общей физики для природопользователей. Колебания и волны. / А.В. Бармасов. - СПб.: ВHV, 2012. - 256 с.
  10. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. / Б.В. Бондарев. - М.: Высшая школа, 2005. - 560 с.
  11. Бондарев, Б.В. Курс общей физики. В 3-х т.Т. 1. Механика: Учебник для бакалавров / Б.В. Бондарев. - М.: Юрайт, 2013. - 353 с.
  12. Валишев, М.Г. Курс общей физики: Учебное пособие / М.Г. Валишев, А.А. Повзнер. - СПб.: Лань, 2010. - 576 с.  
Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
  13. Козлов, В.Ф. Курс общей физики в задачах / В.Ф. Козлов и др. - М.: Физматлит, 2010. - 264 с.
  14. Николаев, В.И. Трудные графики в курсе общей физики / В.И. Николаев, Т.А. Бушина. - СПб.: Лань, 2014. - 208 с.
  15. Фирганг, Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики: Учебное пособие / Е.В. Фирганг. - СПб.: Лань, 2008. - 352 с.
  16. Фирганг, Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики: Учебное пособие / Е.В. Фирганг. - СПб.: Лань, 2009. - 352 с.
  17. Фриш, С.Э. Курс общей физики. Т.3. Оптика. Атомная физика / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2006. - 656 с.
  18. Фриш, С.Э. Курс общей физики: Учебник Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2007. - 480 с.

19. Фриш, С.Э. Курс общей физики: Учебник Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с.
20. Фриш, С.Э. Курс общей физики: Учебник Т.2. Электрические и электромагнитические явления / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2008. - 528 с.
21. Фриш, С.Э. Курс общей физики: Учебник Т.2. Электрические и электромагнитические явления / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. - СПб.: Лань, 2007. - 528 с.

## ЕКІНШІ БЛОК БОЙЫНША СҰРАҚТАР

Жылулық қозғалыс энергиялары және жылдамдықтары бойынша Максвелл таралуы. Молекулалардың ықтимал жылдамдығы. Орташа арифметикалық жылдамдық. Молекулалардың орташа квадраттық жылдамдығы. Молекуланың еркіндік дәрежелерінің саны. Молекулалардың еркіндік дәрежелері бойынша энергияның біркелкі таралу заңы.

Кванттық механиканың математикалық аппараты. Операторлар коммутациясы және оның физикалық мәні. Гейзенбергінің белгісіздік қатынасы. Импульс операторы. Меншікті мәндер және өзіндік функциялар. Толқындық функцияның координаталық және импульстік көріністері. Уақытқа қатысты физикалық шама туындысының операторы.

Орталық өрістегі қозғалыс. Жалпы қасиеттері. Дискретті спектр күйлерінің классификациясы. Радиалды толқындық функция теңдеуі. Паули теңдеуі Зарядталған бөлшектің магнит өрісіндегі қозғалысы. Спин  $\frac{1}{2}$  матрицалары. Паули матрицаларының қасиеттері.

Екінші кванттау. Фермиондар, жою және түзілу операторлары, коммутация қатынастары. Зеeman эффектiсi (қарапайым және күрделi). Ритц әдiсi. Шамамен есептеулер үшiн вариациялық әдiстi қолдану. Дискреттi спектр күйлерi арасындағы шектеулi уақытқа әсер ететiн ауытқулар әсерiнен ауысу ықтималдығы.

Блох функциясы және оның қасиеттері. Блох функциясының теңдеулері. Кристалл өрісіндегі электрон. Күшті байланыс жағдайы. Төменгі энергия деңгейлерін шамамен есептеу. Кристалл өрісіндегі электрон. Әлсіз байланыс жағдайы. Сыртқы өрістің әсерінен кристаллдағы электронның қозғалысы.

Импульс моменті. LS- және jj- байланысы. Кванттық механикадағы алмасу әсерлесуі. Пара- және ортелий. Теңдік принципі. Ферми-Дирак және Бозе-Эйнштейн статистикасы.

Бір өлшемді потенциалдық тосқауылдан бөлшектердің өтуі және шағылысуы. Импульс моментінің операторы. Меншікті теңдеулерді шешу. Сфералық функциялар. Жоғары және төмен операторлар.

Металдардың, жартылай өткізгіштердің және диэлектриктердің электрлік қасиеттері. Электр кедергісін өлшеу әдістері.

Потенциалдың жалпы көрінісі. Потенциалы әр түрлі екі көрші өткізгіш жарты шарлар. Электромагниттік өрістің төртөлшемді потенциалы.

Материалдардың магниттік сипаттамалары және оларды зерттеу әдістері. Вибромагнитометрдің құрылымы және жұмыс істеу принципі. Бархаузен шуы.

Нейтронды сәулелер арқылы конденсацияланған заттарды зерттеудің эксперименттік әдістері.

Акустикалық эмиссия әдісімен беттік–беріктелген металдардың ақау құрылымын зерттеу.

Электрондардың кері шашыраған дифракция суреттерін алу принципі. Кичуци сызықтары. EBSD әдісінің мүмкіндіктері.

Магнитостатиканың дифференциалдық теңдеулері және Ампер заңы. Дөңгелек ток контурының векторлық потенциалы және магниттік индукциясы. Шектелген ток таралуының магнит өрісі.

Дипольдік сәулелену. Соқтығысулардағы дипольдік сәулелену. Магнит өрісі. Био-Саварт-Лаплас заңы және оның әртүрлі конфигурациядағы денелерден магнит өрісін есептеуге қолданылуы.

Электр өрісіндегі өткізгіштер. Электр өрісінің энергиясы. Сыртқы өрістегі заряд пен зарядтар жүйесін орын ауыстыру бойынша жұмыс. Молекулалық поляризация модельдері. Диэлектриктердегі электр өрісінің энергиясы. Интеграл түріндегі Максвелл теңдеулері. Еркін қозғалатын зарядтың электромагниттік өрісінің тензоры. Электромагниттік өрістің импульсі. Жарық қысымы.

Максвелл теңдеулерін электродинамикалық потенциалдар әдісімен шешу. Даламбер теңдеулері.

Ферми функциясы және оның қасиеттері. Ферми энергиясы. Ферми беті. Ферми энергиясы аса түзілген жағдай үшін температураның функциясы ретінде. Ең қарапайым жағдайдағы Ферми энергиясының сандық бағасы (квадраттық дисперсия заңы).

Кристалдағы электрондар энергиясы. Металдардың электрондық жылу сыйымдылығы. Металдардың электр және жылу өткізгіштік коэффициенті. Видеман-Франц заңы. Магнитті кедергі.

Металдар мен жартылай өткізгіштердегі Холл эффектісі. Қатты денелерді магниттік қасиеттері бойынша жіктеу. Диамагнетиктер, парамагнетиктер, ферромагнетиктер, антиферромагнетиктер, әлсіз ферромагнетиктер, ферримагнетиктер.

Монохроматтық және нақты электромагниттік толқындар. Фазалық және топтық жылдамдықтар. Шашырау мәселесі. Кванттық-механикалық тұжырымдау және шешу принциптері. Шашырау амплитудасы мен қимасы.

Металдан жартылай өткізгішке түйісу. Бекіту (запорный) қабаты. Жартылай өткізгіштің энергетикалық деңгейлеріне байланыс өрісінің әсері. Жартылай өткізгіш-метал түйісуіндегі майысу.

Өткізгіштіктің әр түрлі типтерімен екі жартылай өткізгіштің түйісуі. p-n-өткелінің тепе-теңдік күйі. P-n-өткелінің түзеткіш әрекеті. P-n-өткелінің вольтамперлік сипаттамасы.

Лоренц түрлендірулері. Сағаттар синхронизациясы және бір мезгілде болатын оқиғалардың салыстырмалылығы. Лоренц түрлендірулері. Релятивистік кинематика.

Релятивистік динамика. Релятивистік бөлшектің импульсі мен энергиясы. Ньютонның релятивистік бөлшек үшін екінші заңы. Релятивистік бөлшек үшін энергия мен импульс арасындағы байланыс. Эйнштейн формуласының тыныштық энергиясы.

Қазіргі физиканың принциптері. Симметрия принципі және сақталу заңдары. Бір-бірін толықтыратын принцип және белгісіздік қатынасы. Суперпозиция принципі. Симметрия және суперсимметрия саласындағы заманауи зерттеулер. Металдарды термиялық өңдеу түрлері. Болатты термиялық өңдеу теориясының негіздері.



Негізгі түрлендірулердің механизмі. Перлиттің аустенитке айналуы. Баяу салқындату кезінде аустениттің перлитке айналуы.

Жоғары салқындату жылдамдығында аустениттің мартенситке айналуы. Мартенситтің перлитке айналуы.

Болатты химиялық термиялық өңдеу. Химия-термиялық өңдеу түрлерінің мақсаты мен технологиясы: карбюризация. Қатты цементтеу. Газдық цементация.

Цементтелген қабаттың құрылымы. Цементациядан кейінгі термиялық өңдеу. Азоттау. Цианизация және нитроцементация. Диффузиялық металдандыру.

Металды беріктендіру әдістері. Болатты термомеханикалық өңдеу. Болат бөлшектерінің беттік қатаюы. Жоғары жиілікті токтармен қатаю.

Иондық байланыс Потенциалдық энергияның арақашықтыққа тәуелділігі. Иондардың өзара әрекеттесу энергиясы. Тордың пайда болған энергиясы. Ковалентті байланыс: электрондарды қоғамдастандыруы. Металл байланысы. Су тектік байланыс.

Идеал және нақты газдардың термодинамикасы. Күй теңдеулері. Қоспалар және олардың сипаттамалары. Изопарометриялық процестер. Жылу сыйымдылығы. Термостат және адиабаталық қабық.

Термодинамикалық потенциалдар әдісі. Лежандра түрлендіруі. Сипаттамалық функциялар. Потенциалдар әдісіндегі Максвеллдің қатынастары

Материалдарды термиялық өңдеу технологиялары. Металл материалдарын термиялық өңдеу. Жылу цехтарының жабдықтары. Болат дайындамалар мен бұйымдарды термиялық өңдеу технологиялары. Шойындарды термиялық өңдеу. Түсті металдар мен қорытпаларды термиялық өңдеу

Термодинамика негіздері және қайтымсыз процестер. Энтропия өндірісі. Баланстық қатынастар. Ашық жүйелер термодинамикасы. Мезоскопиялық жүйелер термодинамикасы.

Химиялық термодинамика. Химиялық түрленулер кезіндегі күй функцияларының өзгеруі. Реакциялардың жылулық эффектілері.

Нанотехнология - жаңа ғылыми-техникалық революцияның негізі. Ғылым дамуының заманауи мәселелері: наноөлшемдерге көшу, ғылыми зерттеулердің пәнаралық байланысы, органикалық (жабайы табиғат) және бейорганикалық (физикалық-химиялық, техникалық жүйелер және т.б.) әлемдерді зерттейтін ғылымдар арасындағы алшақтықты азайту.

Қазіргі заманғы физика: ғылым мен техниканың интеграциясы. Басқарылатын термоядролық синтез. Кванттық электроника. Қолданылған рентгендік оптика. Туннель эффектісінің техникалық қолданылуы. Материяның өзін-өзі ұйымдастыру қасиеттері.

Қазіргі заманғы проблемалар. Асқынөткізгіштік. Классикалық және кванттық Холл эффектілері. Джозефсон әсері және оны практикалық қолдану. Кванттық туннельдеу эффектісі. Нанокұрылымды материалдарды зерттеу үшін қолданылатын туннельдік әсер және микроскопия.

Қазіргі заман физикасының пәні мен міндеттері. Физикалық зерттеу әдістері: эмпирикалық және теориялық. Физикалық шамаларды бағалаудың заманауи әдістері.

Физика дамуының негізгі кезеңдері. Кеңістік, уақыт және жылдамдық - бұл Аристотельден, Ньютоннан Эйнштейнге дейінгі ұғымдардың эволюциясы. Ғылыми-техникалық революция тұжырымдамасы. Әлемнің ғылыми картиналарының эволюциясы. Әлемнің қазіргі заманғы физикалық бейнесі. Стандартты үлгі. Үлкен жарылыс және стандартты үлгі. Қара материя және қара энергия. Әлемдегі материя түрлерінің жүйелілігі. Зерттеу кезеңдері. Физикалық құбылыстар және олардың модельдері. Модельдің негізгі параметрлері және соңғы жағдайларды талдау. Өлшемдік талдау. Физикалық көріністер. Физикалық шамалар. Халықаралық жүйе (SI). Негізгі және алынған физикалық шамалар. -теоремасы. Масштаптау. Өлшемсіз шамалар. Мәселелерді шешуге арналған өлшемді талдау. Физикалық модельдер. Зат, кеңістік және уақыт туралы қазіргі түсініктер. Жалпы және арнайы салыстырмалылық теориялары. Кванттық физиканың негізгі идеялары мен принциптері. Элементар бөлшектердің қазіргі кездегі түсініктері. Микроәлемнің құрылымы. СЫЗЫҚТЫҚ өзін-өзі қосатын операторлардың өзіндік функциялары мен өзіндік мәндері. Физикалық шамалардың орташа мәндерінің дамуы. Эренфест теңдеуі. Эренфест теоремасы. Декарттық және сфералық координаттар жүйелеріндегі кванттық гармоникалық осциллятор. Толқындық функциялар және энергия спектрі. Спин. Дирак және Клейн-Гордон теңдеулері, олардың қасиеттері мен байланысы. Құру және жою операторлары.

### ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х томах. - СПб.: Лань, 2016.; Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. - М.: Физматлит, 2017.
2. Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.- 2016. – 187 с.;
3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т.3 Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
4. М.В. Денисенко Вычисление Блоховских функций электрона в одномерном периодическом потенциале.-Учебно-методическое пособие.-2010; В.Н.Глазков, «Квантовая макрофизика», 03.03.2016.
5. Е.А.Раджабов Методы экспериментальной физики конденсированного состояния Часть 1. Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах – Учебное пособие- Иркутск: изд-во Иркут.гос.ун-та, 2013. – 100с.; В.Н. Варюхин, Е.Г. Пашинская, А.В. Завдоев, В.В. Бурховецкий.
6. В.Н. Варюхин, Е.Г. Пашинская, А.В. Завдоев, В.В. Бурховецкий. Возможности метода дифракции обратнорассеянных электронов для анализа структуры деформированных материалов. Киев: Наукова думка, 2014.- 104 с.;
7. Мамыкин А.И. Рассадина А.А. Контактные явления в полупроводниках. –СПб: НИУ ИТМО, 2014–34 с.; Клюбин В.В. Физические основы микроэлектроники

8. В.Н.Глазков Контактные явления в полупроводниках. Построение энергетических диаграмм контактов полупроводников.- Заметки к лекциям по общей физике.-Москва.-2018.
9. Н.К. Оконская, О.А. Резник. Философские проблемы науки и техники. Учебное пособие.- Пермь, 2013
- 10.Теплухин Г.Н., Гропянов А.В. Металловедение и термическая обработка:учеб. пособие / СпбГТУ РП. - СПб., 2011 169с.;
- 11.Г. Н. Гаврилов, Е. Н. Каблов, В. Т. Ерофеев [и др.]. Материаловедение. обработки : учеб. пособие– Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019.
- 12.Машков, Ю. К. М38 Материалы и методы нанотехнологии : конспект лекций- Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014 – 136 с.
- 13.Н.К. Оконская, О.А. Резник. Философские проблемы науки и техники. Учебное пособие.- Пермь, 2013
- 14.Чуев А.С. Система физических величин и закономерных размерностных взаимосвязей между ними./ Журн. «Законодательная и прикладная метрология». №3 - 2007. С.30-33. 4.;
- 15.Чуев А.С. Анализ новых физических величин: «поляризуемость вакуума» и «удельная кинетическая индуктивность» в системе физических величин и закономерностей.2011 г.
- 16.Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.- 2016. – 187 с.; Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в10т. Т.3 Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
- 17.Бондарев, Б.В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.; Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
- 18.Стерхов, К.В. Курс общей физики: Учебное пособие Т.3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц КПТ. - СПб.: Лань КПТ, 2016. - 496 с.;
- 19.Савельев, И.В. Курс физики. В 3 т. Т. 3.: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, стер. - СПб.: Лань, 2016. - 308 с.
- 20.Бондарев, Б.В. Курс общей физики. Кн. 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика: Учебник. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 441 с.; Зисман, Г.А. Курс общей физики: Учебное пособие. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.
- 21.Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.- 2016. – 187 с.; Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в10т. Т.3 Квантовая механика.(нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
- 22.Чеботарев С.Н. Физика конденсированного состояния: лекции. Учебное пособие.-ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2017–91 с.; Делоне Н.Б. Основы физики конденсированного вещества. -М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.-236 с.

## ҮШІНШІ БЛОК БОЙЫНША СҰРАҚТАР

Металл үлгілерін рентгендік құрылымдық талдау. Рентгендік дифракция принципі. Рентгендік сәулеленудің генерация принципі. Вульф-Брэгг шарты. Металл үлгілерінің рентген спектрлік талдауы. Рентгендік флуоресценциялық талдау. Үлгіні дайындау және орнату. Өлшеулер жүргізу. Деректерді өңдеуді талдау. Когерентті шашырау аймақтарын, микро және макрокернеулерді есептеу.

Ультрадыбыстық ақауларды анықтау. Ультрадыбыстық толқындардың кристалда таралуының негізгі заңдылықтары. Дыбыстың жылдамдығына кристалдық тор ақауларының әсері. Сигналды өлшеу әдістері. Кедергілер фонында сигналдарды бөлу әдістері, сигналдардың бөлінуі мен бөлінуін анықтау әдістері

Синхротронды сәулелену (СС). Синхротронды сәулелену теориясы. Синхротронды сәулелену көзі. СС спектроскопиясы. СС бар құрылымдық зерттеулер: синхротронды сәулеленудің технологиялық қолданылуы.

Жарықтанжырғыш электрондық микроскопия. Кескіндерді алу принципі. Сканерлейтін электронды микроскоптағы дифракциялық заңдылық пен кескіндерді қалыптастыру. Ашық өрісті және қара өрісті суреттер. Үлгіні дайындау. Электронография.

SIMS, ОЖЕ-спектрометриясы. Десорбциялық талдау әдістері. Термиялық десорбция, электронды стимуляцияланған десорбция, фотодорбция, иондық әсер ету десорбциясы, өрісті десорбция. Қазіргі заманғы масс-спектрометрлер. Жұқа қабықшалар мен жабындардың беттік морфологиясын атомдық микроскопия әдісімен зерттеу.

Атомдық күштік микроскопиясының (АКМ) жанасу, байланыссыз және жартылай контактілі жұмыс режимдері. Леннард-Джонстың потенциалы. Туннельді сканерлеудің артықшылықтары мен кемшіліктері және атомдық күш микроскопиясы. Қолданыс шектеулері.

Металдар мен қорытпалардың спектрлік анализі. Элементар бөлшектердің өзара әрекеттесуін зерттеу әдістері. Қатты денелердің құрылымы мен олардың жұмыс сипаттамалары арасындағы байланыс.

Фондық және кристалдардың электронды спектрлерін зерттеудің тәжірибелік әдістері. Элементар бөлшектерді детектирлеудің физикалық принциптері.

Сканерлеу зондтарының микроскопиясы (СЗМ). Кескіндерді алу принципі. СЗМ - тұрақты ток және тұрақты биіктік режимдеріндегі өлшемдер

Электронды сканерлеу микроскопиясы. Кескіндерді алу принципі. Артылықшылықтар мен кемшіліктер. Фрактографиялық талдау

Оптикалық микроскоптың жұмыс істеу принципі, үлкейтуі және дәлдік қабілеттілігі. Оптикалық профилометрия. Металлографиялық зерттеулер. Кристаллдар бағдарын анықтау. Түйіршік құрылымын тексеру.

Материалдардың соққыға беріктігін анықтау. Суық сынғыштық шегі. Беріктік сынауларындағы қателіктер көздері.

Үйкеліс және тозу. Үйкеліс коэффициентін өлшеу. Материалдардың тозуға төзімділігін бағалау әдістері

Біртекті статикалық созылу сынаулары кезіндегі механикалық сипаттамаларын анықтау.

Үлгілердің микроқаттылығын өлшеу. Қаттылықты өлшеу әдістері. Бринелл, Роквелл және Виккерс қаттылығы. Батыру әдісін қолданумен микромеханикалық зерттеулерге арналған қондырғы. Микроқаттылықты тексеру нәтижелерінен қаттылықты есептеу.

Наноиндентирлеу. Құрылғының жұмыс істеу принципі. Наноиндентирлеу әдісімен анықталған жұқа қабықшалардың механикалық сипаттамаларына төсеніш қаттылығының әсері. Оливер-Фарр әдісімен анықтау индентирлеу параметрлерін анықтау.

Конденсациялық күйдегі заттың фазалық ауысуларының температурасын анықтау. Термогравиметриялық талдау және дифференциалды сканерлеу калориметриясы.

Классикалық теорияның шектеулері және кванттық түсініктерге көшу қажеттілігі. Планк, Эйнштейн, Бор, де Бройль, толқындық-корпускулалық дуализм гипотезалары. Комптон әсері. Планк тұрақтысы. Жарық кванты - фотон. Бор атомы, Бор постулаттары. Белгісіздік қатынасы, Паули принципі. Бордың бірін-бірі толықтыру принципі.

Толқындық функция және суперпозиция принципі. Гамильтон операторы. Шредингер теңдеуі. Біркелкі потенциалы бар бір өлшемді Шредингер теңдеуінің шешімдерінің симметриялық қасиеттері.

Сақталу заңдары. Ағынның ықтималдық тығыздығы. Кванттық механикадағы үздіксіздік теңдеуі. Стационарлық жағдайдағы Шредингер теңдеулері және оның шешімдері. Стационарлық күйлер. Бір өлшемді қозғалыстың стационар күйлерінің жалпы қасиеттері.

Нөлдік, бірінші, екінші және үшінші термодинамиканың заңдары. Жылу аппараты. Жылу қозғалтқышы және жылу сорғылары. Тоңазытқыш жылу сорғысының үлгісі ретінде. Жылу сорғысы жылытқыш ретінде. Энтропия және экология.

Электрондар дифракциясын металдар мен қорытпаларды зерттеу үшін қолдану. Электронография туралы түсінік, электронды микроскоптардың жұмыс істеу принциптері.

Электрондардың дифракциялық заңдылықтары монокристалдардан, поликристалды үлгілерден және құрылымы бар үлгілерден алынған электронограммалар. Электрондарды зат бойынша шашырау, дифракциялық картинаны бақылау және талдау.

Дифракциялық дақтардың көптігі бар электрондардың дифракциялық заңдылықтарын көрсету. Асқын торлар рефлекстері. Кері тор және Эвальд сферасының құрылысы.

Электрондар дифракциясын қолдану: бағдардың бағытын, құрылымын анықтау, үлгілердің химиялық құрамын талдау.

Электроннограмманың жұқа құрылымындағы мәліметтер: Кикучи сызықтары, кристалдың пішіні мен мөлшерінің әсері, динамикалық ақаулар, ұқсас екілік (двойники) рефлекстері.

Дифракциялық заңдылықты суретке түсіру, бейнені қалпына келтіру әдістері, оптикалық дифракциялық заңдылықтарды түсіндіру.

Градуирлеу талаптары және сынақ объектілері. «Қараңғы өрісте» түсіру, құрылымдардың кеңістіктегі кезеңдерін және олардың электронды микрофотографиядағы бағдарын талдау.

Үлгіні дайындау әдісі туралы жалпы шарттар. Массивті үлгілерді алғашқы өңдеу.

Жіңішкерудің соңғы әдістері: электролиттік жылтырату, химиялық жылтырату және сынамаларды шаю, ион сәулелерін жұқарту, ультра-жіңішке кесінді әдісі, механикалық әдістер.

Материалдардың құрылымдық-фазалық күйін зерттеуге арналған электронды микроскопиялық әдіс. Электрондық микроскоптың құрылымы және жұмыс істеу принципі.

Механикалық сынау нәтижелерін статистикалық өңдеу. Үлгілерді созылуға статикалық сынау. Үлгілер мен созатын машиналар. Үлгілерді созуға сынау әдістемесі.

Материалдардың физикалық сипаттамаларын анықтау әдістері. Материалдардың механикалық қасиеттерін анықтау әдістері. Материалдардың электр кедергісін анықтау әдістері.

Материалдардың созылуға беріктік қасиеттері. Пропорционалдылықтың, икемділіктің, сұйықтық пен беріктіліктің шегі.

Ионды имплантациялау кезінде беттік топологияны және жабындардың физикалық-механикалық қасиеттерін өзгерту.

Азотпен имплантацияланған TiN жабынының микроқұрылымын қабаттар бойынша зерттеу.

Жарықтандырғыш электронды микроскопияны қолданып құрылымдық-фазалық зерттеу әдістемесі.

Титан иондарымен импланттаудың элементтік-фазалық құрамы мен никельдің беткі қабаттарының құрылымдық күйіне әсері.

Алюминий иондарын никельге имплантациялау кезінде нанокұрылымды фазалардың түзілуі.

Алюминий иондарымен имплантациялау жағдайындағы титанның беткі қабаттарының құрылымдық-фазалық күйінің және механикалық қасиеттерінің модификациясы.

Алюминиймен имплантацияланған темірдің беткі қабаттарының құрылымдық-фазалық күйі.

Никель, титан және темір матрицаларында нанөлшемді фазалардың түзілуінің жалпы заңдылықтары.

Жоғары тоқты наносекундтық релятивистік электронды сәуленің әсерінен Гадфильд болатының жоғары жылдамдықты деформациясы және бұзылуы.

Наносекундтық релятивистік жоғары тоқты электронды сәуленің әсерінен ультра түйіршікті және ірі түйіршікті ҚЦТ (ГЦК) металдардың бұзылуы.

Сыртқы энергия әсерінен материалдардың беріктілігі мен икемділігі.

Функционалды қасиеттердің (қаттылық; адгезиялық және когезиялық беріктілік) және жабындардың құрылымының өзгерулердің аралас өңдеу процесінің негізгі параметрлеріне тәуелділігі.

Электр жарылғыш легірлеуге және электронды-сәулелік өңдеуге ұшыраған болаттың физикалық-механикалық (наноқаттылық) және трибологиялық қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары.

Ионды импланттау параметрлері және оны технологиялық іске асыру. Үдемелі иондардың қатты затпен әрекеттесуіндегі физика-химиялық процестер. Беткі ионды легирленген қабаттардағы құрылымдық фазалық түрлендірулер. Мәселенің қазіргі жағдайы.

### ҰСЫНЫЛАТЫН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Под ред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008 – 260 с.;
2. В.Н. Варюхин, Е.Г. Пашинская, А.В. Завдоев, В.В. Бурховецкий. Возможности метода дифракции обратнорассеянных электронов для анализа структуры деформированных материалов. Киев: Наукова думка, 2014.- 104 с.
3. Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел: Фотоэлектронная спектроскопия и дифракция, СТМ- микроскопия // Екатеринбург: Ин-т химии твердого тела УрО РАН, 2010 – 43 с.;
4. Брандон, У. Каплан. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля. М.: Техносфера, 2004.- 377 с.
5. Бехер С.А., Кочетков А.С. Основы ультразвукового контроля.-Новостбирск. - 2013;
6. Михайлин В.В. Синхротронное излучение в спектроскопии. Учебное пособие.-Москва.-2017; Фетисов Г.В. Методы исследования структуры веществ.-М.:Физматлит.-2007.-672 с.
7. Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов : пер. с англ. / Б. Фульц, Дж. Хау. — Москва: Техносфера, 2011.- 904 с.
8. Методы исследования твердости поверхности материалов : учебное пособие / Н. Н. Никитенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014 — 132 с.: ил. — Библиогр.: с. 75;
9. Н. Н. Никитенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014 — 132 с.: ил. — Библиогр.: с. 75;
- 10.И. А. Юдин Атомно-силовая микроскопия и ее применения в науке, технике и реставрации Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 9/2015
- 11.Методы исследования твердости поверхности материалов : учебное пособие / Н. Н. Никитенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014 — 132 с.: ил. — Библиогр.: с. 75;

- 12.Трехмерная электронная микроскопия в реальном времени: учебное пособие: пер. с англ. / А. Зевайль, Дж. Томас. - Долгопрудный: Интеллект, 2013 - 328 с.;
- 13.Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел: Фотоэлектронная спектроскопия и дифракция, СТМ- микроскопия // Екатеринбург: Ин-т химии твердого тела УрО РАН, 2010 – 43 с.
- 14.Вологжанина С.А., Иголкин А.Ф. Хладостойкие материалы. Лабораторные работы: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет.-ИТМО, 2015 – 42 с.
- 15.Полюшкин, Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки: учеб. пособие / Н.Г. Полюшкин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013 – 192 с.;
- 16.Триботехника: учебное пособие / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилук. — 2-е изд., стер. — Москва: КноРус, 2013 — 408 с.
- 17.Измерение твердости металлов и сплавов: метод. указания к выполнению лаб. работы по материаловедению /сост.: И.О. Думанский, В.М. Александров, В.Л. Сытин. – Архангельск: САФУ, 2013 – 18 с.
- 18.Методы исследования твердости поверхности материалов : учебное пособие / Н. Н. Никитенков [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2-е изд. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014 — 132 с.: ил. — Библиогр.: с. 75.
- 19.Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х томах. - СПб.: Лань, 2016.; Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие: для вузов в 5 томах. - М.: Физматлит, 2017.
- 20.Л.П. Суханов. Лекции по квантовой механике. – Московский физ-тех институт.-2016. – 187 с.;
- 21.Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов в 10 т. Т.3 Квантовая механика. (нерелятивистская теория). - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.;
- 22.Артеха, С.Н. Основания физики (критический взгляд): Квантовая механика / С.Н. Артеха. - М.: Ленанд, 2015. - 208 с.
- 23.Геометрическая теория рассеяния ускоренных электронов на кристаллах. Описание лабораторной работы / Сост. Р.В.Кудрявцева, Д.А.Павлов, П.А.Шиляев – Н.Новгород: Нижегородский государственный университет. 2003 – 37 с.
- 24.Балалаева И.В., Сергеева Е.А., Катичев А.Р. Оптическая микроскопия в исследовании структуры и функций биологических объектов. Часть 1 Широкопольная оптическая микроскопия: Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012 – 58 с.
- 25.Методические материалы к выполнению лабораторных работ по металлографии «Приготовление образцов для металлографического исследования микроструктуры» Харьков – 2011
- 26.Приготовление образцов для металлографического исследования микроструктуры. Методические материалы к выполнению лабораторных



- работ по металлографии Учебное пособие. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2012 –18с.
- 27.Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Под ред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008 – 260 с.;
  - 28.Комаров Ф.Ф. Ионная имплантация в металлы.-М.-Металлургия, 1990.-216 с.
  - 29.Просвечивающая электронная микроскопия и дифрактометрия материалов : пер. с англ. / Б. Фульц, Дж. Хау. — Москва: Техносфера, 2011.- 904 с.
  - 30.Берлин, Е. В. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии / Е. В. Берлин, Л. А. Сейдман. – М. : Техносфера, 2010 – 528 с.
  - 31.Письма в ЖТФ, 2010, том 36, вып. 17.-12 сентября
  32. Глезер А.М., Громов В.Е. Наноматериалы, созданные путем экстремальных воздействий. Новокузнецк: Изд-во «Интер-Кузбасс», 2010. 171 с.
  - 33.Полюшкин, Н.Г. Основы теории трения, износа и смазки: учеб. пособие / Н.Г. Полюшкин; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2013 – 192 с.; Триботехника: учебное пособие / Д.Н. Гаркунов, Э.Л. Мельников, В.С. Гаврилюк. — 2-е изд., стер. — Москва: КноРус, 2013 — 408 с.