

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя

Навчально-науковий інститут природничо-математичних, медико-біологічних наук та інформаційних технологій

«Затверджую»



Ректор університету

Олександр САМОЙЛЕНКО

січня 2025 р.

ПРОГРАМА
атестаційного іспиту
з прикладної фізики та наноматеріалів

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Освітній рівень: бакалавр

Форма навчання: денна, заочна

Галузь знань: 10 Природничі науки

Спеціальність: 105 Прикладна фізика та наноматеріали

Освітній рівень: бакалавр

Форма навчання: денна, заочна

Кваліфікація: Бакалавр прикладної фізики та наноматеріалів

Укладачі програми:

д. ф.-м. н., проф. Мельничук О.В.

к. ф.-м. н., доц. Мельничук Л.Ю.

доц. Шевчук О.Г.

Схвалено кафедрою інформаційних технологій, фізико-математичних
та економічних наук навчально-наукового інституту природничо-математичних,
медико-біологічних наук та інформаційних технологій
протокол № 9 від 23 грудня 2024 р.

Затверджено Вченою радою навчально-наукового інституту
природничо-математичних, медико-біологічних наук
та інформаційних технологій
протокол № 6 від 29 січня 2025 року

Пояснювальна записка

Головним завданням атестаційного іспиту з прикладної фізики та наноматеріалів є виявлення у випускників університету ступеня підготовки до практичної діяльності в якості бакалавра прикладної фізики та наноматеріалів, технічного фахівця в галузі фізичних наук та техніки.

Іспит має на меті перевірити рівень засвоєння студентами IV курсу найважливіших положень фізичних наук, готовність до подальшої професійної діяльності у якості бакалавра прикладної фізики та наноматеріалів, технічного фахівця в галузі фізичних наук та техніки.

Основою програми іспиту є діючі навчальні програми з курсів «Загальної і теоретичної фізики».

Рівень сформованості знань, умінь та навичок студентів відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики повинен задовольняти наступні вимоги:

- знати фактичний матеріал із курсу загальної та теоретичної фізики, що включає наукові поняття, експериментальні факти і закони, як класичної теорії, так і сучасної фізики, зокрема, механіки Ньютона, молекулярно-кінетичної теорії будови речовини, термодинаміки, класичної електродинаміки та електронної теорії речовини, фотонної природи світла, спеціальної і загальної теорії відносності, квантової механіки, фізики атомної системи елементарних часток тощо;
- мати знання діалектико-матеріалістичних основ фізичної науки і процесу її розвитку, нерозривного взаємозв'язку фізики і філософії;
- розуміти значення теорії у розвитку фізики і роль теоретичних методів дослідження;
- уміти користуватися математичним апаратом фізики;
- розуміти роль експерименту у фізичній науці;
- знати фундаментальні закони, що відіграли вирішальну роль в історії фізики;
- мати знання методики сучасного фізичного експерименту, уміння самостійно проводити найпростіші лабораторні дослідження, включаючи роботу із сучасними приладами;
- розуміти співвідношення теорії й експерименту, їхній нерозривний зв'язок і поперемінно направляючу роль;
- чітко розуміти межі застосування теорій; мати наявність політехнічного кругозору;
- уміти застосовувати отримані теоретичні знання при розв'язанні практичних задач, навички й уміння рішення різноманітних задач;
- мати поглиблені знання з фізики або суміжної з нею науки; вміти розглядати всі отримані знання в їхній єдності і взаємозв'язку;
- розуміти фізичну картину світу та уміти виділити і логічно обґрунтувати у цій картині місце і значення будь-якого фізичного явища і поняття;
- знати основні поняття, закони і принципи усіх розділів класичної і сучасної фізики;
- знати основи програмованого навчання, мати навички та уміння раціонального використання технічних засобів навчання;

Результати складання державного екзамену визначаються оцінками «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно».

Оцінка **«відмінно»** виставляється за ґрунтовну відповідь, яка засвідчує глибокі та усвідомлені знання студентом відповідного матеріалу курсу фізики, вміння вільно оперувати науковою термінологією, використовувати сучасні теорії для пояснення фізичних явищ та взаємозв'язку між ними.

Оцінка **«добре»** виставляється за відповідь, яка засвідчує знання студентом відповідного навчального матеріалу, вміння використовувати його на практиці, але при відповіді студент відчуває ускладнення та допускає неточності в трактуванні певних фізичних проблем, їх теоретичному узагальненні та аналізі.

Оцінка «**задовільно**» виставляється за відповідь, яка засвідчує, що студент знає навчальний матеріал, формулювання основних теорій, законів, вміє пояснити фізичний зміст математичних виразів, що описують фізичні закономірності, в цілому володіє законами фізики, але не може достатньо аргументовано сформулювати висновки, вміло пов'язати теоретичні узагальнення з практикою, відчуває труднощі та допускає неточності при розв'язуванні задач.

Оцінка «**незадовільно**» виставляється за відповідь, яка засвідчує незнання студентом відповідного матеріалу курсу фізики та її дидактики, основних фізичних законів та теорій, невміння пояснити взаємозв'язок та взаємообумовленість фізичних явищ, невміння розв'язувати фізичні задачі.

Екзамен проводиться в усній формі. На екзамені студентам пропонується комплект білетів, *структура* кожного з яких така: білет складається з двох теоретичних питань (по одному з кожного навчального курсу) і одного практичного завдання. Ознайомившись із змістом білета, студент готує відповідь, у якій показує рівень своєї загальної підготовки із вказаних вище курсів.

Під час підготовки до відповіді на питання екзаменаційного білета студент може користуватися, збірником задач (який не містить розв'язків та методичних вказівок щодо розв'язування задач) та приладами для проведення демонстраційного експерименту.

Теоретичні питання для атестаційного іспиту з прикладної фізики та наноматеріалів для студентів 4-го курсу спеціальності «Прикладна фізика та наноматеріали»

Механіка

1. Основні поняття кінематики. Три способи задання руху матеріальної точки. Кінематичні рівняння руху. Класифікація механічних рухів. Швидкість і прискорення матеріальної точки. Принцип незалежності рухів.
2. Кутове переміщення, кутова швидкість і кутове прискорення. Лінійні і кутові величини, їх взаємозв'язок. Рівняння руху точки по колу.
3. Основні задачі динаміки. Перший закон Ньютона та наслідки з нього. Другий закон Ньютона. Принцип причинності та принцип незалежності дії сил. Третій закон Ньютона та його наслідки.
4. Імпульс точки, тіла і сили. Закон збереження імпульсу замкненої системи. Закон збереження проекції імпульсу.
5. Рух тіла із змінною масою. Рівняння Мещерського. Формула Ціолковського. Реактивний рух.
6. Закон збереження енергії. Абсолютно пружний удар. Абсолютно непружний удар. Коефіцієнт відновлення. Балістичний маятник.
7. Обмеження класичної механіки Ньютона. Постулати Ейнштейна. Відносність одночасності. Перетворення Лоренца. Відносність довжин і інтервалів часу. Релятивістський закон додавання швидкостей.
8. Момент інерції матеріальної точки, твердого тіла. Теорема Штейнера. Момент імпульсу і момент сили матеріальної точки. Закон збереження моменту імпульсу матеріальної точки.
9. Затухаючі коливання. Коефіцієнт затухання, логарифмічний декремент, добротність, їх зв'язок із параметрами коливальної системи.
10. Вимушені коливання. Диференціальне рівняння вимушених коливань, його розв'язування. Резонанс.
11. Сили пружності. Види деформацій, закон Гука. Діаграма деформування.

12. Сили тертя (сухе, в'язке). Метод граничного кута. Метод падаючої кульки. Роль сил тертя у природі, побуті, техніці.

Молекулярна фізика та основи термодинаміки

1. Основні положення МКТ газів і їх експериментальне обґрунтування. Основне рівняння МКТ газів. Газові закони. Закон Авогадро. Суміш ідеальних газів, закон Дальтона.
2. Розподіл швидкостей молекул за Максвелом. Вимірювання швидкостей молекул, дослід Штерна. Барометрична формула. Розподіл Максвела-Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро.
3. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Дифузія. Внутрішнє тертя. Теплопровідність. Закономірності і коефіцієнти явищ перенесення.
4. Перше начало термодинаміки. Застосування першого начала термодинаміки до ізопроцесів. Рівняння Майєра. Розподіл енергії молекул за ступенями вільності. Теплоємність ідеального газу. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона. Політропний процес.
5. Оборотні і необоротні процеси. Колові процеси (цикли). Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії.
6. Друге начало термодинаміки. Теорема Карно. Зведена теплота. Нерівність Клаузіуса. Поняття про ентропію. Теорема Нернста. Недосяжність абсолютного нуля.
7. Відхилення властивостей газів від ідеальності. Експериментальні ізотерми реального газу. Рівняння Ван дер Ваальса. Порівняння ізотерм Ван дер Ваальса з експериментальними ізотермами. Критичний стан.
8. Властивості рідкого стану. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Змочування. Капілярні явища. Формула Лапласа. Тиск насичених парів над меніском.
9. Аморфні і кристалічні тіла. Дальній порядок в кристалах. Характеристики кристалів. Класифікація кристалів за типом зв'язків. Анізотропія кристалів. Дефекти в кристалах.
10. Поняття фази. Крива фазової рівноваги. Випаровування. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Кипіння. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл. Потрійна точка.

Електрика та магнетизм

1. Електричний заряд. Закон Кулона. Електричне поле та його напруженість. Принцип суперпозиції. Теорема Гауса. Електричне поле зарядженої площини, сфери, циліндра.
2. Робота сил електростатичного поля. Потенціальний характер електростатичного поля. Циркуляція вектора напруженості. Потенціал. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля. Потенціал поля точкового заряду і системи зарядів. Конденсатори та їх електроємність, енергія і густина енергії електростатичного поля.
3. Електричний струм. Рівняння неперервності. Умова стаціонарності струму. Закон Ома для ділянки кола. Закон Ома в диференціальній формі. Сторонні сили ЕРС. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола і для повного кола. Робота і потужність постійного струму. Правила Кірхгофа та їх застосування для розрахунків складних електричних кіл.
4. Електропровідність електролітів, газів, напівпровідників. Контактна різниця потенціалів в металах і напівпровідниках. Прямі та обернені термоелектричні явища. Напівпровідникові діоди та транзистори.
5. Магнітне поле електричного струму. Індукція і напруженість магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого провідника з струмом. Циркуляція вектора індукції магнітного поля. Закон повного струму. Закон Ампера. Контур із струмом в магнітному полі. Сила Лоренца. Ефект Хола та його застосування.

6. Електромагнітна індукція. Закон електромагнітної індукції Фарадея та правило Ленца. Самоіндукція та взаємоіндукція, ЕРС самоіндукції та взаємоіндукції. Індуктивність. Індуктивність соленоїда. Енергія і густина енергії магнітного поля.
7. Одержання змінної ЕРС. Квазістаціонарний струм. Закон Ома для кола змінного струму. Резонанс напруг. Робота і потужність змінного струму. Комплексні амплітуди струму, напруги. Комплексні електричні опори.
8. Електричний коливальний контур. Власні, затухаючі, вимушені електричні коливання. Резонанс.
9. Вихрове електричне поле. Струм зміщення. Рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формі. Електромагнітне поле.
10. Плоскі електромагнітні хвилі у вакуумі, швидкість їх поширення. Досліди Герца. Енергія електромагнітної хвилі. Потік енергії. Вектор Пойтінга.

Оптика

1. Предмет оптики. Електромагнітна природа світла. Джерела і приймачі світла.
2. Основні енергетичні величини. Основні світлові величини. Фотометрія. Фотометри та їх застосування.
3. Принцип Ферма. Закони відбивання і заломлення світла. Повне відбивання. Заломлення і відбивання променів сферичною поверхнею. Дзеркала. Формула сферичного дзеркала.
4. Тонкі лінзи. Формула тонкої лінзи. Аберації лінз і оптичних систем.
5. Накладання світлових хвиль. Принцип суперпозиції. Інтерференція світлових хвиль. Умова інтерференційних максимумів і мінімумів. Когерентність. Часова і просторова когерентність.
6. Інтерференція в тонких плівках і пластинках. Смути рівного нахилу і рівної товщини. Кільця Ньютонів.
7. Просвітлення лінз. Інтерференційні дзеркала та світлофільтри. Інтерферометри.
8. Дифракція хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля і Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера від щілини. Дифракційна ґратка.
9. Дифракція на дво- і тривимірних решітках. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга. Принцип голографії. Метод Денисюка.
10. Природне і поляризоване світло. Лінійна, еліптична і колова поляризація. Поляризатори і аналізатори. Закон Малюса. Поляризація світла при відбиванні і заломленні. Кут Брюстера. Подвійне променезаломлення. Одновісні і двовісні кристали. Поляризація світла при подвійному променезаломленні.
11. Нормальна і аномальна дисперсії світла. Електронна теорія дисперсії і поглинання світла.

Атомна і ядерна фізика

1. Фотоелектричний ефект. Дослідження Столетова. Квантова теорія фотоефекту.
2. Світло як потік фотонів. Маса та імпульс фотонів. Ефект Комптона. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла. Квантування енергії випромінювання. Формула Планка.
3. Рівноважне випромінювання та його характеристики. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Кірхгофа. Закон Стефана – Больцмана. Закон зміщення Віна. Розподіл енергії в спектрі випромінювання АЧТ. Формула Релея – Джинса. Оптична пірометрія.
4. Дифракція електронів. Досліди Девісона і Джермера. Хвилі де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.

5. Спектральні серії випромінювання атомів. Досліди Резерфорда. Постулати Бора. Атом водню по Бору. Постулати Бора з позицій квантової механіки. Принцип відповідності. Дослід Франка і Герца.
6. Квантування енергії, моменту імпульсу і проєкції моменту імпульсу. Механічний і магнітний момент багатоелектронного атома. Досліди Штерна і Герлаха, Гаудсмита та Уленбека. Спін і магнітний момент електрона.
7. Квантові числа електрона в атомі. Принцип Паулі. Електронні шари багато електронних атомів. Періодичність хімічних властивостей атомів. Система елементів Д.І. Менделєєва.
8. Гальмівне рентгенівське випромінювання та його спектр. Характеристичне рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі. Застосування рентгенівських променів.
9. Квантова теорія теплоємності. Теплопровідність діелектричних кристалів. Фонони.
10. Квантові явища при низьких температурах. Надпровідність. Надплинність.
11. Поняття про хімічний зв'язок і валентність. Молекулярні спектри. Комбінаційне розсіювання світла. Люмінесценція. Правило Стокса.
12. Спонтанне і індуковане випромінювання. Будова і принцип роботи рубінового лазера. Гелій-неоновий лазер. Застосування лазерів.
13. Склад ядра. Заряд і масове число ядра. Енергія зв'язку ядер. Дефект маси. Момент імпульсу і магнітний момент ядра.
14. Ядерні сили. Моделі атомного ядра.
15. Явище радіоактивності. Закон радіоактивного розпаду. Правила зміщення і радіоактивні сім'ї. Дозиметрія радіоактивного випромінювання.
16. Особливості ядерних реакцій під дією α -частинок, протонів, нейтронів, дейтронів і γ -квантів. Штучна радіоактивність. Трансуранові елементи.
17. Поділ важких ядер. Ланцюгова реакція поділу. Ядерні реактори на теплових і швидких нейтронах. Застосування радіоактивних ізотопів. Ядерна енергетика.
18. Реакції термоядерного синтезу, умови їх здійснення. Керований термоядерний синтез: перспективи та проблеми.
19. Загальні відомості про елементарні частинки. Античастинки. Класифікація елементарних частинок. Лептони і адрони. Мезони і баріони. Поняття про кварки. Кваркова модель адронів.
20. Фундаментальні взаємодії. Частинки – носії фундаментальної взаємодії. Фундаментальні взаємодії і еволюція Всесвіту.

Література

Механіка

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка: Т. 1. – К.: Техніка, 1999.
2. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика та термодинаміка. – К.: Вища шк., 1987; 1993.
3. Яворський Б.М., Детлаф А.А., Милковська Л.Б. Курс фізики: Механіка. Основи молекулярної фізики та термодинаміки: Т. 1. – К.: Вища шк., 1970.
4. Мельничук Л.Ю., Мельничук О.В. Динаміка поступального і обертального рухів. – Ніжин: НДПУ, 2001.

Молекулярна фізика та основи термодинаміки

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка: Т. 1. – К.: Техніка, 1999.

2. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика: Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика та термодинаміка. – К.: Вища шк., 1987; 1993.
3. Яворський Б.М., Детлаф А.А., Милковська Л.Б. Курс фізики: Механіка. Основи молекулярної фізики та термодинаміки: Т. 1. – К.: Вища шк., 1970.

Електрика

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Електрика і магнетизм: Т. 2. – К.: Техніка, 2001.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика: Електрика і магнетизм. – К.: Вища шк., 1990.
3. Головка Д.Г., Ментковський Ю.Л. Загальні основи фізики: Електродинаміка. Атомна та субатомна фізика. – К.: Либідь, 1998.
4. Меняйлов М.Є. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. – К.: Вища шк., 1974.

Оптика

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 1999.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка: Кн. 2. – К.: Либідь, 2001.
3. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика: Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища шк., 1991.
4. Білий М.І., Скубенко А.Ф. Загальна фізика: Оптика. – К.: Вища шк., 1987.

Атомна і ядерна фізика

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 1999.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка: Кн. 2. – К.: Либідь, 2001.