МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

ПОГОДЖЕНО
на засіданні вченої ради
Факультету фізики,
математики, економіки та інноваційних технологій
протокол №4 від «19» квітня 2024 р.

Голова вченої ради _____ Ігор СТОЛЯРЧУК

Схвалено на засіданні кафедри
фізики та інформаційних систем
протокол № 4 від «18» квітня 2024 р.

Завідувач кафедри _____ Віталій ГОЛЬСЬКИЙ

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні приймальної комісії
протокол № 4 від 19 квітня 2024 року

Голова приймальної комісії

ректор _____ Валентина БОДАК

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

для вступу на навчання для здобуття освітнього ступеня **доктора філософії**
за спеціальністю **105 «ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА НАНОМАТЕРІАЛИ»**
на основі ступеня вищої освіти магістра або освітньо-кваліфікаційного
рівня спеціаліста

Дрогобич, 2024

Пояснювальна записка

Підготовка здобувачів вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня передбачає розвиток особистісного дослідницького потенціалу, творчого системного мислення, сукупності загальних та професійних компетентностей, достатніх для розв'язання комплексних проблем, що виникають при створенні й удосконаленні технологій мікро-, наноелектроніки та напівпровідникового матеріалознавства, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, а також проведення власного наукового дослідження та захисту дисертації в предметній області прикладної фізики та наноматеріалів.

До аспірантури на конкурсній основі приймаються особи (громадяни України), які здобули ступінь «магістра» чи освітньо-кваліфікаційний рівень «спеціаліста» і володіють базовими знаннями з курсу загальної фізики.

Програма вступного іспиту для відбору абітурієнтів, які вступають на навчання в аспірантуру на здобуття третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» галузі знань 10 «Природничі науки» розроблена на основі закону України «Про вищу освіту» (від 06 вересня 2014 р.), постанови КМ України від 23 березня 2016 р. № 261 «Про затвердження Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах)» зі змінами, «Положення про порядок підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії у ДДПУ імені Івана Франка» (затвердженого наказом ректора № 113 від 26 березня 2019 р.).

Завдання програми – дати уявлення вступникам до аспірантури про необхідний об'єм і зміст розділів татем, які необхідні для вивчення і підготовки.

Метою вступного іспиту є виявлення рівня теоретичних знань, практичних умінь та навичок вступників у відповідній галузі знань та визначення напряму подальшого спрямування теоретичної підготовки та наукових досліджень вступників.

Форма проведення вступного випробування – письмове опитування за білетами, тривалість – 60 хвилин (одна астрономічна година). Структура екзаменаційного білету складається з чотирьох теоретичних питань з різних розділів загальної фізики, перелік яких подано у змісті Програми.

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

І. Механіка

1. Кінематика матеріальної точки і твердого тіла. Класичний закон додавання швидкостей. Основні закони динаміки матеріальної точки. Сила, маса. Закони Ньютона, границі їх застосування. Робота сили. Кінетична та потенціальна енергії.

2. Імпульс, закон збереження імпульсу для системи матеріальних точок. Рух центра мас системи. Рух тіл змінної маси.

3. Динаміка твердого тіла, центр мас і ваги тіла. Обертання тіла навколо нерухомої осі. Момент сили і інерції. Основне рівняння обертального руху тіла. Розрахунок і визначення моменту інерції тіла. Кінетична енергія тіла, що обертається. Умова рівноваги тіл.

4. Момент імпульсу твердого тіла. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла. Плоский рух. Осі обертання.

5. Типи механічних деформацій і механічних напруг. Зв'язок між деформаціями і напругами. Пружні константи ізотропних тіл. Діаграма розтягу (пружні властивості твердих тіл).

6. Гідродинаміка. Стаціонарний рух ідеальної рідини. Закон Бернуллі. Ламінарна і турбулентна течії. В'язкість рідини і її визначення.

7. Коливання. Гармонічні коливання. Вільні коливання лінійного гармонічного осцилятора. Математичний і фізичний маятники. Затухаючі коливання при наявності тертя. Частота коливань. Логарифмічний декремент затухання. Вимушені коливання. Частота, фаза, амплітуда коливань, Резонанс. Додавання гармонічних коливань.

8. Поздовжні і поперечні хвилі. Рівняння плоскої і сферичної хвилі. Біжучі і стоячі хвилі. Енергія хвильового руху. Потік енергії, вектор «Умова Пойнтінга». Інтерференція і дифракція хвиль.

ІІ. Молекулярна фізика

1. Ідеальний газ, тиск, температура, рівняння Мендєлєєва-Клапейрона, газові закони. Основне рівняння МКТ газів. Молекулярно-кінетичне тлумачення температури і тиску. Суміші газів, парціальний тиск.

2. Розподіл швидкостей молекул по Максвелу. Розподіл Максвела-Больцмана. Барометрична формула. Число Авогадро. Розподіл енергії по ступеням вільності. Внутрішня енергія ідеального газу.

3. Явище переносу в газах. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Ефективний діаметр газових молекул. Дифузія. Внутрішнє тертя. Теплопровідність.

4. Термодинамічна система, термодинамічна рівновага, Параметри стану. Внутрішня енергія. Робота і теплота як форми обміну енергією між системами. Квазістатичні процеси. Перше начало термодинаміки. Оборотні і необоротні процеси. Другий принцип термодинаміки. Теплові машини. Цикл Карно.

5. Фазові переходи. Потрійна точка. Плавлення і кристалізація твердих тіл. Бінарні тверді сплави. Діаграми плавкості.

6. Властивості рідкого стану. Поверхневий натяг. Змочування. Формула Лапласа. Вільна енергія поверхні. Капілярні явища.

7. Тверде тіло. Деякі властивості кристалів. Елементи симетрії. Кристалічна ґратка. Кристалографічні системи. Дефекти в твердих тілах. Поліморфізм. Дифракція рентгенівських променів на просторовій ґратці. Формула Вульфа-Брегга. Основні методи рентгеноструктурного аналізу.

8. Методи вирощування монокристалів та тонких плівок. Метод Чохральського, метод Бріджмена, напилення тонких плівок. Епітаксія.

9. Теплоємність твердих тіл. Класична теорія теплоємності твердих тіл. Поняття про фонони. Теплове розширення твердих тіл.

10. Наноматеріали. Нанометали. Порошкові, керамічні та композитні матеріали. Нанотехнології.

III. Електрика і магнетизм

1. Електричний заряд. Закон Кулона. Напруженість та індукція поля. Суперпозиція полів. Потік векторів напруженості та індукції. Теорема Остроградського-Гаусса.

2. Потенціал електростатичного поля. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля. Потенціал і еквіпотенціальні поверхні.

3. Провідники в електричному полі. Електроємність. Конденсатори і їх з'єднання. Електричне поле в діелектриках. Вільні і зв'язані заряди. Полярні і неполярні діелектрики. Поляризація діелектриків. Діелектрична проникність. Сегнетоелектрики. Електрети. П'єзоелектрики.

4. Рух зарядів в стаціонарному електричному полі, густина, сила струму. Постійний електричний струм в металах. Носії вільних електричних зарядів. Закон Ома для ділянки і для повного кола. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа.

5. Природа струму в металах. Залежність опору металів від температури, закон Відемана-Франца. Напівпровідники та їх загальні властивості. Природа носіїв заряду в напівпровідниках. Власні напівпровідники. Концентрація і рухливість носіїв струму в напівпровідниках. Домішкові напівпровідники.

6. Залежність опору напівпровідників від температури і освітлення. Термо- і фоторезистори та їх використання. Найбільш поширені напівпровідникові матеріали. Робота виходу електронів. Термоелектронна емісія.

7. Контактна різниця потенціалів. Термоелектричні явища, термоелектричні генератори струму. Явища Зеебека та Пельтьє. Контакт напівпровідників. *P-n* переходи, їх використання та вольт-амперні характеристики. Напівпровідникові діоди і тріоди. Спеціальні діоди. Прилади на основі *p-n* структур, бар'єрів Шотткі, структури типу метал-діелектрик-напівпровідник та метал-оксид-напівпровідник. Гібридні та інтегральні мікросхеми різного ступеня інтеграції. Цифрові та аналогові мікросхеми. Використання їх в техніці. Фоторезистори, фотодіоди та фототранзистори. Світлодіодні випромінювачі.

8. Магнітне поле електричного струму. Закон взаємодії елементів струму, закон Ампера. Напруженість та індукція магнітного поля, принцип суперпозиції. Магнітне поле прямого, кругового, соленоїдального струмів.

9. Дія електричного і магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца. Ефект Холла і його використання для визначення концентрації і рухливості носіїв струму в твердих тілах.

10. Магнетики. Види магнетиків. Пара і діамагнетики. Феромагнетики. Магнітна гістереза. Точка Кюрі.

11. Закон Ома для змінного струму. Багатофазні струми.

12. Електричний коливальний контур. Власні коливання. Формула Томсона. Електромагнітні хвилі. Рівняння Максвелла. Випромінювання електромагнітних хвиль. Енергія електромагнітних хвиль. Передача радіосигналів. Основні елементи радіоприймальних пристроїв. Принцип радіолокації.

IV. Оптика

1. Електромагнітна теорія світла. Основні енергетичні і світлові величини. Фотометрія.

2. Явище інтерференції і дифракції світла. Методи спостереження інтерференції. Інтерферометри. Дифракційна решітка та її використання.

3. Геометрична оптика. Закони відбивання і заломлення світла. Дзеркала, призми. Тонкі лінзи. Формула лінзи. Оптична сила лінзи. Побудова зображень. Оптичні прилади. Волоконна оптика.

4. Поляризоване, неполяризоване і частково поляризоване світло. Поширення світла в кристалах. Повертання площини поляризації. Поляризаційні прилади.

5. Поглинання світла. Закон Бугера. Коефіцієнт поглинання. Пропускання світла. Визначення коефіцієнта поглинання світла. Електронна теорія поглинання світла.

V. Атомна та ядерна фізика

1. Гальмівне рентгенівське випромінювання та його особливості.

2. Фотоелектричний ефект. Червона межа. Рівняння Ейнштейна. Внутрішній фотоефект. Вентильні фотоелементи, сонячні батареї. Фотоелектрорушійна сила.

3. Теплове випромінювання. Випромінювання абсолютно чорного тіла.

4. Досліди по дифракції електронів. Елементи електронної і іонної оптики. Електронний мікроскоп.

5. Закономірності в атомарних спектрах випромінювання. Пояснення спектральних ліній (серій) випромінювання атома водню. Люмінесценція. Будова і спектри молекул. Поняття про будову хімічного зв'язку і валентність. Типи зв'язків в кристалах. Метали, напівпровідники та діелектрики.

6. Розмірні явища у металах та напівпровідниках. Нуль-вимірні, одновимірні та двовимірні структури. Надґратки, квантові дроти та крапки.

7. Методи досліджень атомарної структури матеріалів. Електронний парамагнітний та ядерний магнітний резонанси.

8. Оптичні квантові генератори, лазери та мазери. Лазери на твердому тілі, газові лазери та напівпровідникові лазери. Голографія.

9. Загальні властивості атомних ядер. Протонно-нейтронний склад ядра. Радіоактивний бета- і альфа-розпад. Методи реєстрації заряджених частинок.

10. Прискорювачі заряджених частинок – лінійні прискорювачі, циклотрон, бетатрон.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

І. Механіка

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Том 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Київ: Техніка, 1999. 536 с.

2. Дущенко, В.П., Кучерук, І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. Київ: Вища школа, 1993. 431 с.

3. Воловик П.М. Фізика для університетів. Київ, Ірпінь: Перун, 2005. 864 с.

4. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.

5. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики [навч. посібн.]. У 2 кн. Книга 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. 2-ге вид. Київ: Либідь, 2001. 441 с.

ІІ. Молекулярна фізика

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Том 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Київ: Техніка, 1999. 536 с.

2. Воловик П.М. Фізика для університетів. Київ, Ірпінь: Перун, 2005. 864 с.

3. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.

4. Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали. Київ: Наукова думка, 2008. 423 с.

5. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури. Львів: видавництво НУ «Львівська політехніка», 2009. 580 с.

ІІІ. Електрика і магнетизм

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. Том 2. Електрика і магнетизм. Київ: Техніка, 2001. 452 с.

2. Воловик П.М. Фізика для університетів. Київ, Ірпінь: Перун, 2005. 864 с.

3. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М.. Фізика. Підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.

4. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики [навч. посібн.]. У 2 кн. Книга 1. Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. 2-ге вид. Київ: Либідь, 2001. 441 с.

5. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм. Навч. посіб. Київ: Вища школа, 2003. 278 с.

6. Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О. (за редакцією В.В.Бойка). Фізика Частина ІІ. Електромагнетизм. Електромагнітні коливання та хвилі. Оптика. Елементи квантової фізики, фізики твердого тіла, атома та ядра [навч. посібн.], видання третє. Київ, ВЦ «Азбука», 2012. 319 с.

ІV. Оптика

1. Воловик П.М. Фізика для університетів. Київ, Ірпінь: Перун, 2005. 864 с.

2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т.; за ред. Кучерука І.М. Загальний курс фізики. Том 3. Київ: Техніка, 1999. 520 с.

3. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.

4. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра [навч. посібн.]. Київ: Вища школа, 2003. 311 с.

V. Атомна і ядерна фізика

1. Воловик П.М. Фізика для університетів. Київ, Ірпінь: Перун, 2005. 864 с.
2. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 2003. 311 с.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

фахового випробування для вступників, які у 2023 році вступають на навчання для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю

105 Прикладна фізика та наноматеріали

Оцінювання знань на фаховому випробуванні проводиться за 4-бальною шкалою (від 1 до 200 балів):

Кількість балів	Критерії оцінювання
1-99	отримує вступник, який майже не орієнтується в змісті питання, не знає фізичних законів; на додаткові питання не відповідає або ж відповідає односкладно «так - ні». Під час відповіді допускає грубі помилки. Не може навести жодного коректного прикладу.
100	отримує вступник, який дуже погано орієнтується в змісті питання, плутає фізичні закони, не розпізнає більшості фізичних величин; дає відповідь лише на окремі додаткові питання або ж відповідає односкладно «так - ні»; припускається багатьох помилок.
110	отримує вступник, який погано орієнтується в змісті питань, не може потвердити жодного фізичного поняття прикладами; плутає фізичні закони; на додаткові питання дає фрагментарні й не завжди коректні відповіді, допускає багато помилок.
120	отримує вступник, який не може дати структурованої відповіді на питання, але загалом орієнтується в його суті; має певне уявлення про закони фізики; на додаткові питання дає неповні відповіді; під час відповіді допускає помилки.
130	отримує вступник, який може дати відповідь на окремі фрагменти питання (схематично висвітлити суть конкретного фізичного явища), знає одиниці тої чи іншої фізичної величини, але не завжди правильно пов'язує їх між собою; відповідає на більшість додаткових питань; допускає помилки.
140	отримує вступник, який вміє послідовно, але схематично викласти суть питання, проілюструвати сказане; загалом орієнтується в законах фізики та може назвати фізичні величини, що входять в ці закони; відповідає на більшість додаткових питань; допускає негрубі помилки.
150	отримує вступник, який вміє послідовно й аргументовано викласти суть питання, може загалом коректно, але схематично проілюструвати сказане; орієнтується в законах фізики та може назвати фізичні величини, що входять в ці закони; правильно відповідає на більшість додаткових питань; від час відповіді допускає окремі (негрубі) помилки.
160	отримує вступник, який вміє логічно й достатньо повно викласти суть питання, може адекватно проілюструвати сказане; добре орієнтується в законах фізики та розпізнає величини, що входять в ці закони і може їх охарактеризувати; правильно відповідає на

	більшість додаткових питань; від час відповіді допускає поодинокі помилки.
170	отримує вступник, який дає повну, вичерпну й логічну відповідь на питання, відповідає на комплекс додаткових запитань; наводить аргументовані висновки; розуміє системний характер фізичних законів та взаємопов'язаність фізичних величин, демонструє достатній рівень загального розуміння фізики та використання її законів на практиці.
180	отримує вступник, який дає повну, вичерпну й логічну відповідь на питання, відповідає на комплекс додаткових запитань; наводить аргументовані висновки; розуміє системний характер фізичних законів та взаємопов'язаність фізичних величин, демонструє високий рівень загального розуміння фізики та використання її законів на практиці, допусках незначні помилки.
190	отримує вступник, який системно володіє програмовим матеріалом, глибоко й вичерпно висвітлює суть питання; характеризує фізичні явища та дає їм загальну фізичну оцінку, розпізнає фізичні величини; має сформовані практичні навички, наведені твердження ілюструє відповідними прикладами, демонструє високий рівень загального розуміння фізики та її законів і явищ.
200	отримує вступник, який системно й творчо володіє програмовим матеріалом; самостійно характеризує фізичні явища, розпізнає фізичні величини; має добре сформовані практичні навички, уміє самостійно добирати ілюстративний матеріал; демонструє високий рівень загального розуміння фізики та її законів і явищ..

Голова предметної комісії доцент Віталій ГОЛЬСЬКИЙ