

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

ПОГОДЖЕНО

на засіданні вченої ради
навчально-наукового інституту фізики, математики,
економіки та інноваційних технологій
протокол № 2 від «23» лютого 2021 р.

Голова Ю. Галь Юрій ГАЛЬ

Схвалено на засіданні кафедри фізики

протокол № 1 від «26» січня 2021 р.

Завідувач кафедри Ігор Столярчук Ігор СТОЛЯРЧУК

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні приймальної комісії
протокол № 4 від «29»
березня 2021 року

Голова приймальної комісії

ректор Н. Скотна Надія СКОТНА

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ВИПРОБУВАННЯ

для вступу на навчання для здобуття освітнього ступеня **доктора філософії**
за спеціальністю **104 «ФІЗИКА ТА АСТРОНОМІЯ»**
на основі ступеня магістра або освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста

Дрогобич, 2021

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Метою проведення даного фахового випробовування (екзамену) є перевірка рівня професійної компетентності вступників до аспірантури за спеціальністю 104 Фізика та астрономія, а саме: знання вступниками основних принципів і законів фізики, їх навичок та вмінь щодо визначення фізичних характеристик процесів, методів спостереження і експериментального дослідження основних фізичних явищ; наявність уявлення про межі застосування фізичних моделей і теорій. Вступники повинні проявляти розуміння і знання фундаментальних законів фізики і методи їх досліджень, вміти застосовувати ці знання при розгляді окремих явищ, поєднувати їх фізичну суть з аналітичними співвідношеннями, використовувати теоретичні знання для розв'язування прикладних задач.

Дисципліни, зміст яких входить до програми екзамену, належать до циклу дисциплін **загальної фізики**: «Механіка», «Молекулярна фізика», «Електрика та магнетизм», «Оптика», «Фізика атома», «Фізика ядра та елементарних частинок» та **теоретичної фізики**: «Теоретична механіка», «Електродинаміка», «Квантова механіка», «Статистична фізика».

Вступне випробування відбувається у вигляді письмового опитування за білетами. Кожен з вступників отримує білет, в якому міститься три питання з різних розділів Програми. На підготовку відповіді відводиться 60 хв. часу

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Механіка

Механіка матеріальної точки. Характеристики руху: траєкторія, переміщення, швидкість, прискорення, маса, сила, кількість руху. Опис руху матеріальної точки в декартових координатах, полярних, циліндричних. Тангенціальне і нормальне прискорення точки.

Основні постулати Ньютона. Перші інтеграли рівнянь руху Ньютона. Закони збереження енергії, імпульсу, моменту імпульсу.

Сили в механіці: гравітаційні сили, сили тертя і сили пружності. Закон всесвітнього тяжіння. Визначення гравітаційної сталої. Гравітаційна та інертна маса.

Рух матеріальної точки в полі центральних сил. Закони Кеплера. Рух природних і штучних тіл в полі гравітуючих мас. Ієрархія космічних швидкостей.

Принцип відносності Галілея. Еквівалентність інерційних систем відліку. Інваріантність законів механіки в інерційних системах. Неінерційні системи відліку, що рухаються прямолінійно. Сили інерції. Опис руху тіла в обертових неінерційних системах. Відцентрова сила інерції, сила Коріоліса. Приклади прояву сил Коріоліса при русі тіл відносно поверхні Землі.

Обертання матеріальної точки навколо осі. Кутова швидкість, кутове прискорення, момент інерції. Модель твердого тіла - система жорстко зв'язаних матеріальних точок. Обертання системи матеріальних точок навколо нерухомої осі. Момент інерції. Теорема Гюйгенса – Штейнера.

Загальний випадок обертання твердого тіла навколо центра мас. Тензор інерції. Головні моменти тензора інерції. Головні осі інерції. Гіроскопи: властивості, застосування в техніці. Стійкість обертального руху гіроскопа.

Пара сил. Гіроскопічний ефект. Прецесія. Кутова швидкість прецесії. Нутація.

Механіка рідин і газів. Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Закон Архімеда.

Ідеальна рідина. Рівняння неперервності. Рівняння Бернуллі. Рух в'язкої

рідини. В'язкість. Формула Пуазейля. Ламінарний та турбулентний рух рідини. Число Рейнольдса. Рух тіл у рідинах і газах.

Сили тертя, сили пружності і деформації. Сили тертя, в'язке тертя. Сили пружності. Основні види деформацій. Закон Гука. Пружні властивості реальних тіл. Енергія пружної деформації.

Пружні хвилі. Поширення хвиль. Рівняння хвиль. Поздовжні та поперечні хвилі. Розподіл швидкостей і деформацій у хвилі. Енергія хвильового руху. Стоячі хвилі, залежність довжини хвилі від розміру коливної системи, роль граничних умов.

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.

Елементи акустики. Природа звуку. Поширення звукових хвиль. Інтенсивність звуку. Сприймання звуку. Джерела звуку. Ефект Доплера. Ударні хвилі. Ультразвук та його застосування. Інфразвуки в природі.

Основи спеціальної теорії відносності. Постулати Айнштейна. Перетворення Лоренца. Зміна масштабів і тривалості проміжків часу між подіями. Правило перетворення швидкостей. Рівняння руху релятивістської матеріальної точки.

Молекулярна фізика

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

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

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

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. Теореми Карно. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Інтеграл Клаузіуса. Ентропія. Зміна ентропії в ізольованих термодинамічних системах.

Реальні гази. Сили міжмолекулярної взаємодії в газах. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан речовини. Гравітаційний ефект. Внутрішня енергія реального газу. Закон відповідних станів. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів. Сучасні методи одержання низьких температур.

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

Властивості рідкого стану. Ближній порядок рідин. Поверхневий натяг. Змочування та капілярні явища. Формула Лапласа. Вільна енергія поверхні. Поверхнево-активні речовини. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа. Рідкі кристали.

Тверде тіло. Деякі властивості кристалів. Елементи симетрії кристалів. Гратки Браве. Кристалографічні системи. Індокси Міллера. Дефекти в твердих тілах. Поліморфізм. Теорія теплоємності кристалів Дюлонга-Пті, Айнштейна, Дебая. Температура Дебая. Дифракція рентгенівських променів на просторовій гратці. Формула Вульфа-Брегга. Основні методи рентгеноструктурного аналізу.

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

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

Електрика і магнетизм

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

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

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. Пієзоелектрики.

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.

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

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

Контактна різниця потенціалів. Термоелектричні явища, термоелектричні генератори струму. Явища Зеебека та Пельтьє. Контакт напівпровідників. *P-n* переходи і 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 і метал-оксид-напівпровідник. Гібридні та інтегральні мікросхеми різного ступеня інтеграції. Цифрові та аналогові мікросхеми. Використання їх в техніці. Фоторезистори, фотодіоди та фото транзистори. Світлодіодні випромінювачі.

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

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.

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

Закон Ома для змінного струму. Багатофазні струми. 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.

Оптика

Хвильова природа світла. Рівняння електромагнітної хвилі. Властивості та параметри електромагнітної хвилі. Інтенсивність світла.

Закони геометричної оптики. Заломлення променів на сферичній поверхні. Лінзи. Оптичні системи мікроскопа і телескопа.

Монохроматичні хвилі. Енергія, що переноситься електромагнітною хвилею.

Фотометрія. Основні поняття та одиниці вимірювання (потік променевої енергії, сила світла, освітленість, яскравість та світимість джерела). Ламбертові джерела.

Поняття про когерентність. Фронт хвилі. Інтерференція електромагнітних хвиль. Рівняння для інтенсивності та умови мінімумів і максимумів інтерференційної картини.

Ширина інтерференційної смуги. Класичні інтерференційні схеми (дослід Юнга, дзеркало Ллойда, біпризма Френеля, білінза Бійє, інтерферометр Майкельсона, інтерферометр Фабрі-Перо).

Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Зонна пластинка.

Дифракція електромагнітних хвиль. Види дифракції. Дифракція Фраунгофера від щілини. Дифракційна ґратка. Інтенсивність світла у дифракційній картині від ґратки.

Поняття про голографію. Голографія плоскої хвилі. Голограми Френеля.

Поляризація світла. Ступінь поляризації. Подвійне променезаломлення. Обертання площини поляризації. Ефект Фарадея. Теорія обертання. Природне світло. Види поляризації. Явище подвійного променезаломлення. Звичайні та незвичайні хвилі. Поляризація при подвійному променезаломленні. Дихроїзм. Взаємодія світла з речовиною. Дисперсія світла. Нормальна і аномальна дисперсія. Методи спостереження. Застосування інтерферометра для спостереження аномальної дисперсії. Метод гаків Рождественського. Зв'язок між аномальною дисперсією та поглинанням. Електронна теорія дисперсії. Розсіяння світла. Комбінаційне розсіяння світла.

Відбиття та заломлення на межі двох діелектриків. Формули Френеля. Наслідки з формул Френеля. Кут Брюстера. Закон Малюса.

Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон зсуву Віна. Труднощі класичної теорії випромінювання. Фотони. Формула Планка. Оптична пірометрія.

Фотоемісія металів і напівпровідників. Основні закони фотоэффекту. Ефективні фотокатоди, фотоелементи й фотопомножувачі. Електрооптичні прискорювачі та перетворювачі. Фотопровідність напівпровідників.

Тиск світла. Роботи Лебедева. Явище Комптона. Імпульс фотона.

Спонтанне і вимушене випромінювання. Люмінесценція і її види, основні закони і застосування. Співвідношення Айнштейна. Принцип дії лазера. Основні властивості вимушеного випромінювання (монохроматичність, когерентність, направленість та ін.).

Оптика рухомих середовищ. Явище Доплера. Дослід Майкельсона. Елементи спеціальної теорії відносності.

Фізика атома

Хвильові властивості частинок речовини. Властивості хвиль де Бройля. Дифракція електронів, нейтронів, атомів та молекул на кристалах. Властивості хвиль де Бройля. Принцип суперпозиції. Принцип невизначеності Гайзенберга. Статистична інтерпретація хвиль де Бройля. Хвильові функції та їх фізичний зміст.

Постулати квантової механіки. Описання фізичних величин операторами. Оператори енергії і імпульсу. Середні значення фізичних величин.

Рівняння Шредінгера (часове та стаціонарне) і приклади його застосування. Частинка в потенціальній ямі. Власні значення і власні функції операторів фізичних величин, задача про осцилятор, тунелювання частинок крізь потенціальний бар'єр.

Будова атомів. Досліди Резерфорда по розсіянню α -частинок. Ядерна модель атома в рамках класичної механіки.

Теорія Бора. Квантова теорія атому водню. Квантові числа. Спектр атома водню. Визначення потенціалів збудження і іонізації.

Принцип Паулі. Електронні оболонки атомів. Періодична система елементів Менделєєва.

Рентгенівські спектри атомів. Гальмівне та характеристичне випромінювання.

Закон Мозлі. Тонка структура рентгенівських спектрів. Ефект Комптона.

Особливості оптичних спектрів складних атомів. Спін електрона. Векторна модель атома. Правила відбору при оптичних переходах. Спектри атомів з одним оптичним електроном (атоми лужних металів). Спектри та енергетичні рівні атомів з двома оптичними електронами. (атомів ртуті та гелію).

Магнітні властивості атомів: орбітальний та спіновий магнетизм. Магнетон Бора. Сумарний магнітний момент електронної оболонки. Фактор Ланде. Просторове квантування. Метод визначення атомних магнітних моментів. Ядерний магнетизм і надтонка структура спектральних ліній.

Вплив електричного і магнітного полів на атоми. Ефект Зесмана, Пашена-Бека, Штарка. Електронний спіновий і ядерний магнітний резонанси.

Основи фізики твердого тіла. Класифікація твердих тіл за типами хімічного зв'язку. Кристалічна ґратка.

Зонна теорія твердих тіл. Рівняння Шредінґера для кристала. Ефективна маса електрона. Метали, напівпровідники, діелектрики, напівметали.

Фізика ядра та елементарних частинок

Будова атомного ядра. Енергія зв'язку і дефект маси. Основні властивості ядерних сил (радіус дії, властивості насичення, зарядова незалежність).

Радіоактивний розпад, його закони. Природна та штучна радіоактивність.

Альфа-розпад і його квантово-механічна інтерпретація. Види β -розпаду.

Види ядерних реакцій, їх характеристики: ефективний переріз реакції, густина потоку, ймовірність реакції, вихід реакції.

Виділення енергії при ядерних реакціях поділу та синтезу. Ланцюгові реакції.

Перспективи здійснення керованих термоядерних реакцій. Проблема керованого термоядерного синтезу.

Взаємодія заряджених частинок і γ -квантів з речовиною. Іонізаційні і радіаційні втрати енергії, їх залежність від швидкості і маси частинок, властивості речовини. Проходження γ -квантів через речовину. Ефект Месбауера та його використання.

Дозиметрія. Одиниці дози в радіаційній фізиці.

Основні типи прискорювачів заряджених частинок. Методи реєстрації заряджених частинок.

Поняття про елементарні частини; їх властивості. Механізми взаємодії елементарних часток. Електромагнітна, сильна, слаба взаємодії. Квантові числа елементарних частинок.

Список рекомендованої літератури

1. Сивухин Д.З. Общий курс физики; т.2, М., 1990.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная фізика, М., 2010.
3. Кикоин И.К., Кикоин Л.К., Молекулярная физика, М, 1976.
4. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. – М.: Изд-во Московского университета, 1978. – 574 с.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
6. Волков С.В., Ковальчук Є.П., Огенко В.М., Решетняк О.В. Нанохімія. Наносистеми. Наноматеріали. – К.: Наукова думка, 2008. – 423 с.
7. Заячук Д.М. Нанотехнології і наноструктури. – Львів: видавництво Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2009. – 580 с.
8. Ландсберг Г.С., Оптика.- М.: Наука, 1976.
9. Матвеев А.Н. Атомная физика. - М.: Высшая школа, 1989. - 439 с.
10. Воловик П.М. Фізика для університетів. – Київ, «Ірпінь»: Перун, 2005. – 864 с.
11. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика.: Ч.1. Атомная физика. - Наука, 1986. - 416с.
12. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика.: Ч.2. Ядерная физика. - М.: Наука, 1980. - 416 с.
13. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М. Наука, 1989, 504с.
14. Сугаков В.Й. Електродинаміка. Київ, Вища школа, 1974, 271с.
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М., 1973.
16. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., 1973.
17. Вакарчук І.О. Квантова механіка. – Львів: Вид-во Львівського університету, 2004. – 784 с.
18. Давидов О.С. Квантова механіка. К., 2012. – 707 с.
19. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М., 1989.

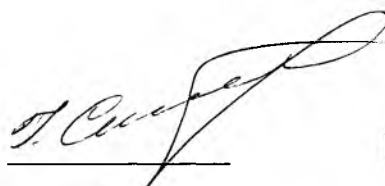
20. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики, М.: Наука, 1973.- 423с.
21. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика . М.: Наука, 1976.- 566 с.
22. Королюк С., Мельничук С., Валь О. Основи статистичної фізики та термодинаміки. Чернівці, Книги-XXI, 2004.- 347 с.
23. Киттель Ч. Квантовая теория твёрдых тел. М.: Наука, 1967. – 492 с.
24. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. М. 1978.
25. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М. 1976.
26. Головацький В.А. Електродинаміка: навч. посібник. – Чернівці, ЧНУ, Рута. – 2011. – 280 с.
27. Дж. Займан. Принципи теории твердого тела. Мир, М., 1974.
28. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г.А., Романишин Б.М. Фізика. Підручник. –Львів: «Афіша», 2005. – 394 с.
29. 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. – К.: Либідь, 2001. – 441 с.
30. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм. Навч. посіб. – К: Вища школа, 2003. – 278 с.
31. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра [навч. посібн.]. – К.: Вища школа, 2003. – 311 с.
32. Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О. (за редакцією В.В.Бойка). Фізика Частина II. 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.

Критерії оцінювання знань

Оцінювання знань на фаховому випробуванні проводиться за чотирьох бальною шкалою:

Кількість балів	Вимоги
2	Відповіді на питання білета відсутні або невірні та нелогічні.
3	Відповіді на питання неповні або на деякі питання відсутні, зміст питань частково розкрито, під час відповіді допущені грубі помилки, доведення тверджень відсутні.
4	Відповіді на більшість питань повні, зміст питань в основному розкрито, під час відповіді допущено ряд помилок.
5	Відповіді на питання повні, зміст питань повністю розкрито, теоретичний матеріал проілюстрований прикладами

Голова предметної комісії



підпис

Ігор СТОЛЯРЧУК