

**Фізико-технічний інститут низьких температур
ім. Б.І.Веркіна
Національної академії наук України**

Затверджено Вченою радою
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна
НАН України
26.03.2025 р., протокол №

Голова Вченої ради
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна
НАН України
чл. кор. НАН України

Ю.Г.Найдюк
«27» березня 2025 р.



ПИТАННЯ

до додаткового вступного іспиту за спеціальністю «Фізика та астрономія» для навчання за освітньо-науковою програмою «Фізика» у ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, вступникам, які вступають для здобуття ступеня доктора філософії до аспірантури з іншої галузі знань (спеціальності), ніж та, яка зазначена в їхньому дипломі

I. МЕХАНІКА

Кінематичні характеристики поступальної ходи: радіус-вектор, миттєва швидкість і прискорення, шлях, переміщення. Фізичний сенс цих понять, представлення через проекції на осі координат декартової системи.

Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку.

Другий і третій закони Ньютона.

Сили зовнішні і внутрішні. Замкнуті і незамкнуті системи тіл. Імпульс матеріальної точки.

Імпульс системи. Закон збереження імпульсу для тіла і системи тіл.

Механічна робота постійної і змінної сил. Зв'язок роботи і зміни різних видів механічної енергії.

Консервативні і дисипативні сили. Закони збереження і зміни енергії тіла і системи тіл.

Кутові кінематичні характеристики: кут повороту, кутова швидкість і

прискорення. Визначення і фізичний сенс цих понять. Зв'язок між лінійними і кутовими характеристиками обертального руху.

Момент інерції тіла. Момент сили (визначення у векторному виді).

Основне рівняння динаміки обертального руху.

Визначення моменту імпульсу тіла і закон збереження моменту імпульсу.

II. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА ТА ТЕРМОДИНАМІКА

Основи кінетичної теорії газів. Статистичний метод у фізиці. Розподіл Максвелла для швидкостей газових молекул. Флуктуації.

Число співударів та середня довжина пробігу газових молекул. Явище переносу.

Внутрішнє тертя та теплопровідність в газах. Методи отримання та виміру високого вакууму.

Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Кипіння та конденсація.

Скраплення газів.

Поверхневий натяг. Вільна енергія поверхні рідини. Явище змочування. Прояв і застосування поверхневого натягу. Адсорбція. Поверхнева енергія.

Тверде тіло. Кристалічна ґратка. Дифракція рентгенівських променів на просторовій ґратці. Формула Вульфа-Брегга. Основні методи рентгеноструктурного аналізу. Плавлення та кристалізація. Поліморфізм.

Теплоємність. Методи визначення теплоємності газів, рідин і твердих тіл. Рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності. Класична теорія теплоємності. Квантова теорія теплоємності газів та твердих тіл (Ейнштейн, Дебай).

Перший закон термодинаміки. Ентропія. Термодинамічні функції. Другий закон термодинаміки. Теорема Карно.

Фазові перетворення. Формула Клайперона-Клаузіуса. Правило фаз.

Статистичне тлумачення другого закону термодинаміки. Зв'язки між ентропією та ймовірністю.

III. ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Електричне і магнітне поля як об'єктивна реальність, яка не зводиться до механічних явищ. Теорема Гаусса-Остроградського. Електричний потенціал.

Умови на границі провідника. Енергія електричного поля. Ємність і способи її виміру.

Діелектрики. Електричне поле в однорідному діелектрику. Поляризація діелектриків. Енергія поляризованого діелектрика. Механічні сили в електричному полі. Вимірювання діелектричної проникливості.

Сегнетоелектрики, провідники, напівпровідники і ізолятори. Електричне поле в однорідному діелектрику. Поляризація діелектриків.

Електрорушійна сила. Контактна різниця потенціалів. Термoeлектрика.

Закон взаємодії струмів. Закон Ампера. Магнітне поле струму. Дія магнітного поля на струм. Сила Лоренца. Потенціальні і вихрові поля.

Магнетики. Магнітне поле в магнетиках. Поляризація магнетиків. Пара-, діа-, ферромагнетики. Криві намагнічування. Теорії ферромагнетизму.

Електромагнітна індукція. Закон індукції. Правило Ленца взаємоіндукції. Робота електрорушійної сили самоіндукції. Магнітна енергія струму. Взаємна енергія струмів.

Термоелектронна емісія, робота виходу. Вторинна електронна емісія (електронно-електронна і іонно-електронна). Автоелектронна емісія.

Закон Кірхгофа для квазістаціонарних струмів. Власні коливання в простому контурі. Вимушені електричні коливання. Метод отримання електричних коливань. Ленгмюрівські коливання в плазмі.

Закон Ома для змінного струму. Багатофазні струми.

Рівняння Максвелла. Електромагнітні хвилі. Енергія електромагнітних хвиль. Вектор Умова-Пойтінга. Осцилятор. Випромінювання електромагнітних хвиль.

IV. ОПТИКА

Електромагнітна теорія світла. Швидкість світла. Методи визначення швидкості світла. Методи одержання та дослідження електромагнітних хвиль різної довжини. Фазова і групова швидкість світла у речовині. Світіння Черенкова-Вавілова.

Інтерференція світла. Когерентність. Експериментальне здійснення інтерференції світла. Інтерференційні прилади та їх застосування. Інтерференційні спектральні прилади.

Дифракція. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля (круглий отвір, край екрана). Дифракція в паралельних променях. Дифракційна ґратка.

Дифракція рентгенівських променів. Дифракція просторової ґратки. Роздільна здатність мікроскопа і телескопа.

Поляризація світла. Поляризація при відбитті і заломленні на межі діелектрика. Подвійне променезаломлення.

Розповсюдження світла в кристалах. Обертання площини поляризації. Штучне подвійне променезаломлення та його застосування. Інтерференція поляризованих променів. Поляризаційні прилади.

Дисперсія світла. Нормальна і аномальна дисперсія. Методи спостереження.

Температурне випромінювання. Закони Кірхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Обмеженість класичної теорії випромінювання. Гіпотеза Планка. Формула Планка.

v. АТОМНА ФІЗИКА І ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ

Хвильові властивості частинок речовини. Дифракція електронів, її теоретична інтерпретація і практичне застосування. Співвідношення де Бройля.

Рівняння Шредінгера та його застосування (задача про осцилятор, проходження частинок через потенціальні бар'єри). Статистична інтерпретація квантової механіки. Співвідношення невизначеностей.

Будова атома. Досліди Резерфорда з розсіяння альфа-частинок. Планетарна модель атомів, її недоліки. Спектральні закономірності. Експериментальне визначення потенціалу збудження та іонізації атомів.

Сучасне уявлення про будову атома та атомні спектри. Квантові числа та їхній фізичний зміст. Особливості будови спектрів складних атомів. Спін електрона. Векторна модель атома. Правила відбору при оптичних переходах.

Атомний магнетизм. Просторове квантування. Сучасні методи визначення магнітних моментів атомів. Елементи квантової інтерпретації ефектів Зеємана, Пашена-Бака, Штарка. Магнітний резонанс (ЕПР і ЯМР).

Принцип Паулі. Електронна оболонка атома. Рентгенівські спектри.

Будова і спектри молекул. Електронні, коливальні та обертальні енергетичні рівні і переходи між ними. Комбінаційне розсіяння світла.

Люмінесценція та її основні закономірності. Основні уявлення про вимушене випромінювання. Лазери.

Типи зв'язку в кристалах. Основні уявлення зонної теорії твердого тіла. Електронна та діркова провідності. Надпровідність. Модель Бардіна, Купера, Шріффера.

Опис фізичних величин операторами. Середні значення фізичних величин. Різні представлення в квантовій механіці. Унітарне перетворення.

Теорія збурень в квантовій механіці. Секулярне рівняння. Вторинне квантування.

Література

1. Савельєв, І. В. Курс загальної фізики: Т1. Механіка. Молекулярна фізика. М.: Наука, 1982.
2. Сивухін Д.В. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. М.: Наука, 1979.
3. Сивухін Д.В. Загальний курс фізики. Т.2. Термодинаміка та молекулярна фізика. М.: Наука, 1990.
4. Сивухін Д.В. Загальний курс фізики. Т.3. Електрика та магнетизм. М.: Наука, 1977.
5. Сивухін Д.В. Загальний курс фізики. Атомна і ядерна фізика. Ч.І. Атомна фізика. М.: Наука, 1986.
6. Ландау Л.Д., Ліфшиць Є.М. Квантова механіка, М.: Наука, 1963.
7. Матвєєв А.Н. Молекулярна фізика.- М.: Вища школа, 1987.
8. Ахієзер О.І. Загальна фізика: електричні та магнітні явища. К.: Наук. думка, 1981.
9. Матвєєв А.Н. Електрика та магнетизм.- М.: Вища школа, 1983.
10. Richard P. Feynman, Robert B. Leighton, Matthew Sands. The Feynman Lectures on Physics, New Millennium ed. Edition, 2011.

Голова приймальної комісії,
Гарант освітньої програми «Фізика»
третього (освітньо-наукового) рівня
вищої освіти за спеціальністю
«Фізика та астрономія»
доктор фіз.-мат. наук, проф.



Олександр ДОЛБИН