

## ПИТАННЯ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 01.04.05 - оптика, лазерна фізика

### МЕХАНІКА

*Тверді тіла.* Момент імпульсу твердого тіла відносно вісі обертання. Момент інерції твердого тіла. Обчислення моментів інерції тіл обертання. Основне рівняння обертального руху твердого тіла відносно вісі. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла. Момент імпульсу твердого тіла відносно точки. Тензор інерції та його властивості. Головні вісі інерції та головні моменти інерції.

Пружні та непружні деформації. Деформація стиску (розтягу), зсуву, кручення та згину, їх кількісні характеристики. Закон Гука. Модуль Юнга, коефіцієнти Пуассона, модуль зсуву, модуль всебічного стиснення. Енергія пружної деформації.

*Гідродинаміка.* Стаціонарна течія рідини. Нерозривність струменя. Стаціонарна течія ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі. Внутрішнє тертя. Сила та коефіцієнт внутрішнього тертя. Ламінарна та турбулентна течія. Число Рейнольдса.

Рух тіл у рідинах та газах. Лобовий опір. Закон Стокса. Підйомна сила.

*Релятивістська механіка.* Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца та їх наслідки. Релятивістська форма другого закону Ньютона. Повна та кінетична енергія тіла, енергія спокою. Взаємозв'язок маси, імпульсу та повної енергії тіла.

### МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА, ТЕРМОДИНАМІКА І СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА

*Статистичні ансамблі.* Мікроканонічний, канонічний і великий канонічний ансамблі. Обчислення великої статистичної суми для ансамблю ферміонів і бозонів. Розподіли Фермі-Дірака і Бозе-Ейнштейна. Невироджений газ, розподіл Максвелла-Больцмана.

*Термодинамічні властивості невинродженого ідеального газу.* Електронна, поступальна, коливальна та обертальна частини статистичної суми газу двохатомних молекул. Вплив обертального та коливального руху на теплоємність. Термодинамічні властивості невинродженого ідеального газу, що складається з багатоатомних молекул.

*Термодинамічні властивості реального газу.* Рівняння стану у вигляді віріального ряду за степенями густини. Рівняння стану Ван-дер-Ваальса. Зв'язок другого віріального коефіцієнта з параметрами міжмолекулярної взаємодії.

*Фазові перетворення.* Фазові перетворення першого роду. Умови фазової рівноваги. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Діаграми станів чистих речовин. Бінодаль та спінодаль. Метастабільні та стабільні стани. Правило Максвелла. Фазові перетворення другого роду.

*Фізика сумішей та розчинів.* Термодинаміка сумішей. Механізм розчинення. Хімічні потенціали компонентів. Розчинність, ідеальні розчини. Закони Генрі і Рауля. Формула Нернста - Планка. Осмотичні явища. Закон Вант - Гоффа. Фазові перетворення в розчинах. Правило фаз Гіббса.

*Явище конденсації Бозе-Ейнштейна.* Температура бозе-конденсації. Число бозе-частинок на основному енергетичному рівні, енергія, теплоємність, тиск бозе-газу.

*Термодинамічні властивості рівноважного електромагнітного випромінювання.* Закони Стефана-Больцмана, Релея-Джінса, Віна. Формула Планка для спектральної густини енергії випромінювання.

*Елементи теорії флуктуацій.* Імовірність термодинамічних флуктуацій. Прояв флуктуацій у броунівському русі та розсіянні світла.

### ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

*Рівняння Максвелла.* Мікроскопічні та макроскопічні рівняння. Граничні умови до рівнянь Максвелла.

*Електропровідність.* Класична теорія електропровідності. Ефект Холла. Власна та домішкова провідність напівпровідників. Контактні явища, р-п-перехід. Напівпровідниковий діод та транзистор. Термоелектричні явища. Ефект Зеебека, ефект Пельтьє та ефект Томсона.

Електропровідність електролітів. Електроліз. Електропровідність газів. Види газового розряду. Плазма. Термоелектронна емісія.

*Вільні електричні коливання в контурі.* Вимушені електричні коливання в колах змінного струму. Резонанс.

*Електродинаміка суцільного середовища.* Поляризація неполярних діелектриків. Поляризація полярних діелектриків у постійному електричному полі. Дисперсія діелектричної проникності. Зв'язок між діелектричною та магнітною проникностями й енергією, яка поглинається в середовищі. Співвідношення Крамерса – Кроніга. Електромагнітне поле у хвилеводах та резонаторах.

## ОПТИКА

*Променева оптика.* Принцип Ферма. Оптичні системи ока, мікроскопа, телескопа, спектрографа. Діафрагми в оптичних системах. Основи фотометрії.

*Хвильова оптика.* Інтерференція світла. Когерентність хвиль, довжина та час когерентності. Методи одержання когерентних світлових хвиль. Інтерференція частково когерентного світла. Функція видимості інтерференційної картини. Просторова та часова когерентність.

Двопроменева інтерференція. Інтерферометр Майкельсона. Фур'є- спектроскопія. Багатопроменева інтерференція. Інтерферометр Фабрі-Перо. Інтерференційні світлофільтри.

Принцип Гюйгенса-Френеля. Зони Френеля. Дифракція Френеля і дифракція Фраунгофера. Зонна пластинка. Дифракційна ґратка. Дисперсія та роздільна здатність дифракційної ґратки. Дифракція на двовимірних та тривимірних структурах. Дифракція рентгенівських променів в кристалах. Формула Вульфа-Бреґа. Лауеграма та дебаєграма.

Голографія. Схеми голографії та види голограм. Голограма Денисюка. Застосування голографії.

*Взаємодія світла з речовиною.* Формули Френеля. Нормальна та аномальна дисперсія. Поширення та дисперсія світла в металах. Дисперсія рентгенівського випромінювання. Поширення світла в анізотропних середовищах. Явища дихроїзму та подвійного променезаломлення.

Побудова Гюйгенса для анізотропних кристалів з однією оптичною віссю. Методи отримання поляризованого світла. Поляризаційні прилади. Оптична активність та циркулярний дихроїзм. Штучна анізотропія та гіротропія. Фотопружність, ефекти Покельса, Кера, Котона-Мутона. Явище Фарадея.

*Молекулярна оптика.* Релеївське розсіяння. Комбінаційне розсіяння світла, зв'язок зі структурою молекул. Розсіяння Мандельштама-Бриллюена. Випромінювання Вавілова-Черенкова.

*Нелінійна оптика.* Нелінійна поляризованість. Самофокусування. Самодифракція. Генерація гармонік випромінювання та параметричне перетворення частоти.

## АТОМНА ФІЗИКА ТА КВАНТОВА МЕХАНІКА

*Хвильові властивості частинок речовини.* Розсіяння електронів на атомах газу. Ефект Рамзауера. Гіпотеза де Бройля. Експериментальні підтвердження гіпотези. Дифракція електронів, нейтронів, атомів та молекул на кристалах. Принцип невизначеності Гейзенберга. Статистична інтерпретація хвиль де Бройля.

*Рівняння Шредінгера.* Стаціонарне та нестаціонарне рівняння Шредінгера. Частинка в прямокутній потенціальній ямі. Розв'язок квантово-механічної задачі про гармонічний осцилятор. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Розв'язок рівняння Шредінгера для атома водню. Фізичний зміст квантових чисел  $n, l, m$ . Властивості атома водню, який знаходиться в нестаціонарному стані. Правила відбору.

*Імовірність переходів між станами атома.* Коефіцієнти Ейнштейна. Природна ширина рівнів і спектральних ліній. Однорідне і неоднорідне розширення спектральних ліній.

*Атом у зовнішньому магнітному та електричному полях.* Нормальний та аномальний ефекти Зеємана. Ефект Пашена-Бака. Лінійний та квадратичний ефекти Штарка.

*Резонансні методи дослідження.* Електронний парамагнітний резонанс. Ядерний магнітний резонанс. Класична інтерпретація магнітного резонансу.

*Природа молекулярного зв'язку.* Іонний зв'язок. Визначення енергії іонного зв'язку. Ковалентний зв'язок. Теорія Гайтлера-Лондона основного стаціонарного стану молекули водню. Природа сил Ван дер Ваальса.

*Спектри молекул.* Електронно-коливальний спектр. Принцип Франка-Кондона та його квантово-механічна трактовка. Загальна характеристика обертальної структури електронно-коливальних смуг.

## ФІЗИКА ЯДРА ТА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

*Радіоактивність.* Статистичний характер розпаду. Закон радіоактивного розпаду.  $\alpha$  і  $\beta$ -розпад.

*Ядерні реакції.* Механізми ядерних реакцій. Закони збереження в ядерних реакціях. Модель складеного ядра. Резонансні ядерні реакції. Формула Брейта-Вігнера. Поділ ізотопів урану під дією нейтронів. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. Ядерні реактори. Синтез легких ядер. Ядерні реакції у зірках.

*Моделі атомних ядер.* Потенціал усередненого ядерного поля. Самоузгоджений потенціал. Обґрунтування оболонкової структури ядра. Одночастинкові стани в усередненому ядерному потенціалі. Поняття про багаточастинкові моделі оболонок. Колективні властивості ядер. Краплинна модель ядра.

*Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною.* Втрати енергії на іонізацію та збудження атомів. Пробіги заряджених частинок. Взаємодія нейтронів з речовиною. Сповільнення нейтронів. Теплові та резонансні нейтрони. Дифузія теплових нейтронів. Проходження  $\gamma$ -випромінювання крізь речовину.

*Елементарні частинки та механізми взаємодії у світі частинок.* Лептони, мезони, баріони. Частинки та античастинки. Сильна взаємодія та структура адронів. Кварки та глюони, їх основні характеристики. Кваркова структура баріонів та мезонів.

Електромагнітні взаємодії. Слабкі взаємодії. Універсальність слабкої взаємодії. Носії слабкої взаємодії - проміжні бозони. Поняття про польову теорію слабких взаємодій - модель Вайнберга-Салама.

### Список основної літератури

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 1. Механика и молекулярная физика. - М.: Наука, 1982.
2. Матвеев О.Н. Механіка та теорія відносності. - Київ. Вища школа. 1993.
3. Булавін Л.А., Гаврюшенко Д.А., Сисоєв В.М. Молекулярна фізика. - К.: Знання, 2007.
4. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Термодинамика и статистическая физика.— М.: Изд-во МГУ, 1986.
5. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. -М.: Высшая шк., 1983.

6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество и магнетизм. -М.: Наука, 1977.
7. Федорченко А.М. Теоретична фізика. т.1. Класична механіка і електродинаміка. — К.: Вища школа, 1993.
8. Федорченко А.М. Теоретична фізика. т.2. Квантова механіка, термодинаміка і статистична фізика. — К.: Вища школа.- 1993.
9. Білий МУ., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика. – К.: Вища шк.,1987.
10. Білий М. У., Охріменко Б.А. Атомна фізика .– К.: Знання, 2009.
11. Булавін Л. А., Тартаковський В. К. Ядерна фізика. — К.: Знання, 2005.
12. Каденко І. М., Плюйко В. А. Фізика атомного ядра та частинок. — К.: ВПЦ "Київський університет", 2008.