

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М.П. ДРАГОМАНОВА  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ІНФОРМАТИКИ ТА ФІЗИКИ

**ПРОГРАМА**  
**ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ**  
**ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 104 ФІЗИКА І АСТРОНОМІЯ**

**Київ 2022**

# ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ІСПИТУ З ФІЗИКИ

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Метою вступного іспиту до аспірантури з фізики є перевірка фактичних знань, умінь і навичок претендентів з фундаментальних та прикладних розділів фізики; їх готовності до здійснення наукових досліджень.

Вступний іспит проводиться за білетами. Білет містить три питання. Матеріал питань білету призначені для перевірки знання і розуміння основних понять, наукових фактів, закономірностей, законів і наукових теорій у галузі фізики. Такі завдання охоплюють навчальний матеріал курсів загальної і теоретичної фізики, перевірку знань і розуміння основних методів дослідження фізики.

Претенденти повинні демонструвати:

- знання і розуміння основних понять, наукових фактів, закономірностей, законів і наукових теорій у галузі фізики та методики навчання фізики;
- здатність добирати та інтерпретувати (за необхідності, використовуючи засоби комп'ютерних технологій) потрібні відомості в галузі фізики, що свідчить про їхнє вміння аналізувати ситуації і робити висновки щодо відповідних наукових, соціальних чи етичних проблем;
- уміння ясно і переконливо повідомляти свої знання, судження і висновки в галузі фізики;
- здатності, необхідні для успішного продовження навчання з вищим ступенем самостійності.

## ЗМІСТ ПРОГРАМИ

**Елементи динаміки частинок.** Завдання динаміки. Закони Ньютона. Маса. Імпульс. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Диференціальне рівняння руху частинки. Дві основні задачі динаміки точки.

**Елементи механіки твердого тіла.** Модель абсолютно твердого тіла. Поступальний і обертальний рух абсолютно твердого тіла. Закон руху центра мас. Основне рівняння динаміки обертального руху. Кінетична енергія тіла, що обертається. Момент інерції. Теорема Штейнера.

**Закони збереження в механіці.** Закон збереження імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Космічні швидкості. Кінетична і потенціальна енергія. Закон збереження енергії в механіці.

**Елементи спеціальної теорії відносності.** Експериментальні основи: швидкість поширення світла і способи її визначення, досліди Фізо і Майкельсона-Морлі. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Відносність довжини і інтервалу часу, «ефект близнюків». Релятивістські вирази для імпульсу та енергії. Взаємозв'язок маси і енергії.

**Елементи механіки суцільних середовищ.** Модель суцільного середовища. Основні закони і загальні властивості рідин і газів. Закон Паскаля, закон Торрічеллі. Стаціонарний рух ідеальної рідини. Рівняння Бернуллі. Рух в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарна і турбулентна течії. Число

Рейнольдса.

**Елементи молекулярно-кінетичної теорії.** Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини. Модель ідеального газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів. Тиск і температура ідеального газу з точки зору молекулярної теорії. Розподіл Максвелла. Характерні швидкості молекул. Розподіл Больцмана. Барометрична формула.

**Елементи фізики твердого тіла.** Кристалічні, аморфні тіла і полімери. Будова кристалів. Типи кристалічних ґраток. Теплоємність кристалів при низьких і високих температурах. Формули Ейнштейна і Дебая для теплоємностей. Теплопровідність твердих тіл. Фонони. Довжина вільного пробігу фононів.

**Явища переносу.** Види процесів переносу. Кінематичні характеристики молекулярного руху. Загальне рівняння переносу. Процеси переносу в газах. Дифузія, теплопровідність, в'язкість. Особливості явищ переносу в твердих тілах і рідинах.

**Перший закон термодинаміки.** Завдання термодинаміки. Внутрішня енергія, робота, теплота. Фізичний зміст першого закону і його застосування до ізопроцесів. Рівноважні і нерівноважні, оборотні і необоротні процеси. Вічний двигун першого роду.

**Другий закон термодинаміки.** Формулювання Клаузіуса і Томсона. Цикл Карно. Вічний двигун другого роду. Ентропія - функція стану термодинамічної системи. Статистичний зміст другого закону. Третій закон термодинаміки. Абсолютна температура.

**Методи термодинаміки.** Метод циклів і метод термодинамічних потенціалів. Рівновага фаз і фазові переходи. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Критичні явища. Метастабільні стани.

**Елементи статистичної фізики.** Основні поняття і принципи статистичної фізики. Мікроканонічний і канонічний розподіли Гіббса. Статистичний зміст термодинамічних потенціалів і температури. Розподіл Гіббса для системи з змінним числом частинок. Розподіли Бозе-Ейнштейна та Фермі-Дірака.

**Постійний електричний струм.** Електричний струм у різних середовищах: металах рідинах газах, вакуумі. Закон Ома для повного кола. Диференціальна та інтегральна форма законів Ома та Джоуля-Ленца. Явище надпровідності.

**Магнітне поле. Електромагнітна індукція.** Магнітне поле електричного струму та його характеристики. Закон Біо-Савара-Лапласа та його застосування до розрахунку характеристик магнітних полів. Теорема про циркуляцію вектора напруженості магнітного поля. Закон повного струму. Електромагнітна індукція, емпіричний закон Фарадея.

**Рівняння Максвелла.** Гіпотеза Максвелла про струм зміщення. Узагальнення емпіричних законів класичної електродинаміки у феноменологічній теорії Максвелла. Рівняння Максвелла, їх фізичний зміст. Електромагнітні хвилі. Хвильове рівняння та його розв'язання. Плоскі електромагнітні хвилі. Вектор Умова-Пойтінга.

**Коливальні процеси.** Гармонічні коливання. Модель гармонічного осцилятора. Вільні затухаючі коливання. Коефіцієнт затухання. Логарифмічний декремент затухання і добротність системи. Вимушені коливання. Хвильові процеси. Поширення хвиль. Рівняння хвилі. Фазова та групова швидкості

поширення хвилі. Енергія хвилі. Ефект Доплера.

**Хвильова оптика.** Принцип суперпозиції. Методи одержання когерентних пучків світла. Час і довжина когерентності. Явища інтерференції, дифракції. Дифракційна ґратка. Явище поляризації світла. Основи голографії. Метод товстошарових емульсій Денисюка.

**Взаємодія електромагнітних хвиль з речовиною.** Класична теорія дисперсії і поглинання світла. Дисперсія показника заломлення світла. Поглинання світла. Випромінювання Вавілова-Черенкова. Розсіяння світла. Поняття про нелінійну оптику.

**Квантові властивості випромінювання.** Теплове випромінювання. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Планка. Фотоефект. Закони і квантова теорія зовнішнього фотоефекту. Маса та імпульс фотона. Ефект Комптона. Корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей світла.

**Основи квантової механіки.** Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок речовини. Хвилі де Бройля та їх властивості. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінґера. Постулати і принципи квантової механіки.

**Атоми і молекули.** Атомні моделі. Планетарна модель Резерфорда-Бора. Досліди Франка і Герца. Природа міжатомних та міжмолекулярних зв'язків: йонний, ковалентний, металічний, дисперсійний.

**Ядра атомів.** Протонно-нейтронний склад ядра. Основні характеристики ядер. Властивості ядерних сил. Ядерні моделі. Модель ядра Д. І. Іваненка. Закон радіоактивного розпаду. Дозиметрія. Захист від йонізуючого випромінювання.

**Елементарні частинки.** Класифікація елементарних частинок. Ферміони і бозони. Квантова структура атомів і квантова хромодинаміка. Кварк-лептонна симетрія. Фундаментальні взаємодії: гравітаційна, електромагнітна (електрослабка), сильна.

**Електрони в кристалах.** Дискретність енергетичного спектра електронів у кристалах. Рівень Фермі, температура Фермі. Вироджений та не вироджений електронний газ в кристалах. Дозволені та заборонені енергетичні зони. Поділ кристалів на провідники, напівпровідники та діелектрики.

**Сучасна фізична картина світу.** Всесвіт – речовина – молекули – атоми - елементарні частинки - фундаментальні частинки. Фундаментальні взаємодії. Поняття про єдині теорії. Велике об'єднання і можлива нестабільність протона.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. –Т. 1.: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 536 с.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник – Т. 2.: Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 2001. – 452 с.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики: Навчальний посібник – Т. 3.: Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 1999. – 520 с.

4. Шут М.І., Касперський А.В., Шут А.М., Бережний П.В. Механіка. Молекулярна фізика та основи термодинаміки – К: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2013, 242с.

5. Шут М.І., Касперський А.В., Шут А.М. Електрика та магнетизм – К: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015, 243с.

6. М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко, В. М. Андріанов Історія фізичних досліджень в Україні у навчанні фізики – К. : Шкільний світ. Фізика, 2008. – Ч. 1., № 3 (340). – 80 с.

7. М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко, В. М. Андріанов. Історія фізичних досліджень в Україні у навчанні фізики – К. : Шкільний світ. Фізика, 2008. – Ч. 2., № 4 (339). – 48 с.

8. М. І. Шут, Н.П. Форостяна. Вибрані питання історії фізики / М. І. Шут, Н. П. Форостяна. – 3-тє вид., перероб. і доповнене. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – 239 с.

9. М.І. Шут, В.О. Ільїн, В.Ф. Заболотний. Історія фізики. – К.: Вид-во ІІ НАПН України, 2015. – 269 с.

**Затверджено на засіданні кафедри загальної та прикладної фізики  
Протокол № 12 від 4 травня 2022 року**

**Завідувач кафедри, академік НАПН України,  
Доктор фізико-математичних наук, професор**

**Шут М.І.**