

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА**  
**ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ІНФОРМАТИКИ ТА ФІЗИКИ**  
**КАФЕДРА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ І ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ**



**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Проректор з наукової роботи  
Університету імені Михайла Драгоманова  
проф. Торбін Г. М.

**ПРОГРАМА**  
**ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ**

для здобуття освітнього рівня «Доктор філософії»  
зі спеціальності 104 Фізика і астрономія  
на базі освітнього рівня Магістр

Київ – 2023

Програма вступного іспиту до аспірантури для вступу на навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 Фізика та астрономія на базі освітнього рівня Магістр. – К.: УДУ імені Михайла Драгоманова, 2023. – 8 с.

### **Укладачі програми:**

1. Тартачник Володимир Петрович доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри експериментальної та теоретичної фізики та астрономії;
2. Вернидуб Роман Михайлович кандидат фізико-математичних наук, професор кафедри експериментальної та теоретичної фізики та астрономії;
3. Кириленко Олена Іванівна кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики і астрономії;
4. Павлова Наталя Юріївна кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики і астрономії;
5. Мирошніченко Юрій Борисович кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії

Затверджено на засіданні кафедри експериментальної і теоретичної фізики та астрономії « 27 » квітня 2023 р., протокол № 17.

Завідувач кафедри професор В.П.Тартачник

## I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма вступного екзамену для вступу на навчання за третім (освітньо-науковим) рівнем для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 Фізика та астрономія галузі знань 10 Природничі науки містить основні і найбільш важливі в теоретичному та практичному відношенні питання з курсів загальної фізики і теоретичної фізики, зокрема питання з фізики твердого тіла, класичної електродинаміки та радіаційної фізики.

**Метою** вступного екзамену є перевірка компетентностей вступників до аспірантури, їх здатності здійснювати наукові дослідження і розв'язувати складні задачі та проблеми з фізики, а також здатності їх застосувань у різних сферах науки і техніки.

Вступники повинні продемонструвати:

- знання і розуміння основних понять, принципів, концепцій і методів теоретичної і експериментальної фізики, їх застосування для вирішення наукових і прикладних задач;
- вміння застосовувати методи експериментальних досліджень, математичні методи теоретичної фізики, методи фізичного і математичного моделювання фізичних систем і процесів, методи обробки результатів експерименту та аналізу даних;
- уміння ясно і переконливо повідомляти свої знання, судження і висновки в галузі фізики, методів та результатів фізичних досліджень професійній і непрофесійній аудиторії.

## II. ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ ДЛЯ ВСТУПУ В АСПІРАНТУРУ

- 1. Фізичні конденсовані системи.** Агрегатні стани речовини. Невпорядкований та впорядкований стани. Аморфні і кристалічні тіла. Близький і дальній порядок. Принцип щільності. Моделі кристалів. Макроскопічні ознаки кристалічного стану.
- 2. Структура кристалів.** Елементарна комірка та її параметри. Типи комірок. Координаційне число. Число атомів на комірку. Кристалічна гратка. Гратки Браве і кристалічні сингонії.
- 3. Сили зв'язку в твердих тілах.** Енергія зв'язку. Типи зв'язків: іонний, ковалентний, металевий, ван-дер-ваальсовий та водневий. Рідкі кристали.
- 4. Електростатика.** Електростатичне поле. Електричний заряд. Силова та енергетична характеристики електростатичного поля. Потенціальний характер електростатичного поля. Провідники та діелектрики в електростатичному полі. Теорема Остроградського-Гаусса та її застосування до розрахунку характеристик електростатичних полів.
- 5. 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.
- 6. 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.
- 7. 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 Пойтінга.
- 8. Коливальні процеси.** Хвильові процеси. Поширення хвиль. Рівняння хвилі. Фазова швидкість поширення хвилі. Енергія хвилі. Тиск світла.

9. **Фотометрія.** Оптичне випромінення. Основні енергетичні та світлові фотометричні величини. Крива спектральної світлової ефективності. Еталон сили світла. Закони освітленості. Джерела і приймачі світла. Фотометр Люммера-Бродхуна, люксметр.

10. **Геометрична оптика.** Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Основні поняття і закони геометричної оптики. Оптичний інваріант. Заломлення і відбивання світла. Волоконна оптика.

11. **Хвильова оптика.** Принцип суперпозиції. Методи одержання когерентних пучків світла. Явища інтерференції, дифракції. Дифракційна ґратка. Явище поляризації світла.

12. **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.

13. **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.

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

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

16. **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 іонізуючого випромінювання.

17. **Елементарні частинки.** Класифікація елементарних частинок. Ферміони і бозони. Квантова структура атомів і квантова хромодинаміка. Кварк-лептонна

симетрія. Фундаментальні взаємодії: гравітаційна, електромагнітна (електрослабка), сильна.

**18. Основи зонної теорії твердих тіл.** Енергетичні рівні вільних атомів. Колективізація електронів у кристалах. Дискретність енергетичного спектра електронів у кристалах. Рівень Фермі, температура Фермі. Вироджений та не вироджений електронний газ в кристалах. Дозволені та заборонені енергетичні зони. Метали, напівпровідники та діелектрики.

**19. Основні положення нанофізики і нанотехнологій.** Предмет і задачі нанофізики і нанотехнологій. Нанофізика. Нанотехнології.

**20. Класифікація наноструктур.** Наноструктурні матеріали. Дисперсність. Види нанооб'єктів. Наночастинки. Нанопористі матеріали. Нанодисперсії. Наноструктуровані поверхні та плівки. Гетероструктури. Нанокристалічні матеріали. Вуглецеві молекули. Невуглецеві фулерени.

**21. Технології одержання наноматеріалів.** Технології "згори – донизу" та "знизу - догори". Літографія. Епітаксія. Самоорганізація. Самозбирання.

**22. Методи дослідження наноматеріалів.** Оптична мікроскопія. Електронна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Тунельна мікроскопія. Зондова скануюча мікроскопія.

**23. Прикладні аспекти нанофізики.** Нанотехнології в електроніці. Квантовий комп'ютер. Кубіти. Нанотехнології в медицині та техніці.

**24. 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.

### III. ЛІТЕРАТУРА

1. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник. – Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 480 с.
2. Багацька О.Б. Теоретична електродинаміка : підручник / [О. В. Багацька,

- О. Ю. Бутрим, М. М. Колчигін та ін.] – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016.  
– 414 с
3. Багацька О.В. Електродинаміка. Теорія поля : Навчальний посібник / Багацька О. В., Бутрим О. Ю., Колчигін М. М. та ін. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2008.- 132 с.
  4. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки: Навч.посібник. – 2-ге вид., перероб і доп. – К.:Либідь, 2002. –392 с.
  5. Венгер Є.Ф. та ін. Основи теоретичної фізики: Навч. посіб. / Є. Ф. Венгер, В. М. Грибань, О. В. Мельничук. – К.: Вища шк., 2011. – 432 с.
  6. Коновал О.А. Основи електродинаміка. Кривий Ріг, « Видавничий дім», 2008., 347 с.
  7. Вакарчук І.О. Квантова механіка: Підручник.- Л. Львів: ЛДУ ім. І Франка, 2011 р. , 616 с: 73 іл.
  8. Вакарчук І. О. Найпростіші задачі квантової механіки // Квантова механіка. — 4. — Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. — 872 с.
  9. Білий М.У., Охріменко Б.А. Атомна фізика: Підручник. – К.: Знання, 2009.- 559с. – (Класична і сучасна фізика).
  - 10.Сапожников І.С. Фізика. Основи квантової фізики та ядерної фізики. – Житомир: ЖВІРЕ, 2006. - 212 с.
  - 11.Дудик, М. В. Електродинаміка [Текст] : навч. посібник для студ. ВНЗ фізико-математичних спеціальностей ; [курс лекцій для студ.] / М. В. Дудик, Ю. В. Діхтяренко ; [рец. Ю. М. Краснобокий, І. І. Побережець]. – Умань : Жовтий О. О., 2015. – 120 с. : іл. – Бібліогр.: с. 9.
  - 12.Іванов В.О.Теорія електромагнітного поля [Текст] : підручник / В. О. Іванов, Є. І. Габрусенко, Л. В. Сібрук ; Нац. авіац. ун-т. - Київ : НАУ, 2017. - 334, [1] с.
  - 13.Куцова В.З., Котова Т.В., Аюпова Т.А. Наноматеріали та нанотехнології. Навч. посібник. У двох частинах. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2013. – 103с.
  - 14.Вуглецеві наноструктурні матеріали: токсичність та біосумісність / І.В.

- Кононко, В.П. Сергєєв, О.В. Щербицька, В.Д. Кліпов, Н.В. Кононко // Вісник Українського матеріалознавчого товариства. — 2015. — No 1(8). — С. 58-67.
15. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огієнко, • О.В.Решетняк. – Київ: Наукова думка, 2008. – 424 с.
16. Шпак А.П., Куницький Ю.А., Коротченков О.О., Смик С.Ю. Квантові низькорозмірні системи.- Київ: Академперіодика, 2003. - 308 с.
17. Яблонь Л.С., Бойчук В.М. Фізичні основи нанотехнологій. Курс лекцій. – ІваноФранківськ,2015. – 103 с.
18. Поплавко Ю.М., Борисов О. В., Якименко Ю. І. Нанофізика, наноматеріали, наноелектроніка:навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 300 с.