

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Затверджено
рішенням Вченої ради
Інституту сцинтиляційних
матеріалів Національної академії
наук України,
протокол №4 від 17.04.2026 р.,

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту сцинтиляційних
матеріалів
Національної академії наук України
академік НАН України
Борис ГРИНЬОВ
« 17 » квітня 2026 р.

**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПІРАНТУРИ**

зі спеціальності
Е6 – Прикладна фізика та наноматеріали

I. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ

1. Електромагнітне поле. Рівняння Максвела. Енергія та імпульс електромагнітного поля. Вектор Пойнтінга.
2. Релятивістська механіка. Перетворення Лоренца. Зв'язок між масою та енергією. Чотиривимірний простір-час.
3. Квантова механіка. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Співвідношення невизначеності Гейзенберга. Рівняння Шрödінгера.

II. ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА. ЯВИЩА НА МЕЖАХ СЕРЕДОВИЩ

1. Кристалічні тіла. Види хімічних зв'язків у кристалах. Основи кристалографії. Напівпровідникові кристали.
2. Рух квантових часток в потенціальних ямах. Періодичні структури. Модель Кроніга-Пенні. Енергетичні зони в кристалах. Метали, діелектрики та напівпровідники.
3. Статистика електронів в твердому тілі. Принцип Паулі. Розподіли Бозе-Ейнштейна та Фермі-Дірака. Рівень Фермі.
4. Види напівпровідників. Генерація та рекомбінація електронно-діркових пар. Дрейфовий та дифузійний струми. Рівноважні та нерівноважні стани.
5. Контактні явища на межі твердих тіл. Потенціальний бар'єр. Електронно-дірковий перехід. Одностороння провідність. Тунельний ефект.

6. Явища на межі твердого тіла та вакууму. Ефект Шоткі. Термоелектронна емісія. Фотоелектронна емісія. Вторинна електронна емісія. Автоелектронна емісія.

III. ОСНОВИ ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ

1. Хвильове рівняння. Розповсюдження електромагнітних хвиль в середовищах. Фазова та групова швидкості. Дисперсія.
2. Гармонійні та негармонійні процеси. Монохроматичні поля. Комплексна форма рівнянь Максвела. Комплексні діелектрична та магнітна проникності. Затухання електромагнітних хвиль в середовищах.
3. Електромагнітні поля на межах середовищ. Граничні умови Діріхле, Неймана та Леонтовича. Скін-ефект.
4. Електромагнітні хвилі в регулярних хвилеводах. Однозв'язні та багатозв'язні скеровуючі системи. Прямокутний та циліндричний порожнисті хвилеводи. Типи хвиль. Збудження хвилеводів.
5. Електромагнітне поле в порожнистих резонаторах. Прямокутний та циліндричний резонатори. Типи коливань. Добротність коливань. Збудження резонаторів.
6. Нерегулярні хвилеводи. Періодичні сповільнюючі системи. Дисперсійна характеристика. Хвилеводи поверхневої хвилі. Діелектричні та мікросмушкові хвилеводи.
7. Оптичні резонатори. Резонатор Фабрі-Перо. Поздовжні та поперечні типи коливань. Спектри частот. Добротність оптичних резонаторів та розбіжність випромінювання.

IV. ОСНОВИ ОПТИКИ І ЛАЗЕРНОЇ ФІЗИКИ

1. Хвильова та геометрична оптика. Поляризація світла. Оптичні властивості речовин. Відбиття та заломлення світла. Лінзи. Когерентне та некогерентне випромінювання. Інтерференція та дифракція. Дифракційна ґратка.
2. Закони випромінювання. Однофотонні та багатифотонні процеси. Спонтанне та вимушене випромінювання. Коефіцієнти Ейнштейна. Інверсне заселення енергетичних рівнів.
3. Когерентна взаємодія дворівневої системи з випромінюванням. Молекулярний генератор. Оптичні резонатори. Моді оптичних резонаторів. Одномодовий режим.
4. Будова та принцип роботи лазерів. Типи лазерів. Твердотільні лазери. Газові та хімічні лазери. Напівпровідникові лазери. Властивості та застосування лазерних променів.
5. Внутрішній фотоефект. Оптоелектронні системи. Електролюмінесценція та електрохемілюмінесценція. Оптрони. Оптохемотронні системи. Оптичні методи ширококутної передачі інформації. Системи із зарядовим зв'язком.

V. НАНОМАТЕРІАЛИ ТА МЕТАМАТЕРІАЛИ

1. Класифікація наноматеріалів. Нанопористі структури. Фулерени. Нанотрубки та нановолокна. Графен. Наноструктуровані поверхні та плівки. Нанокристали та нанокластери.
2. Технології отримання та дослідження наночасток. Розпилення в дуговому розряді. Газофазні методи. Розкладання вуглеводнів. Скануюча зондова мікроскопія.
3. Застосування наноматеріалів. Нанотехнології в мікроелектроніці та обчислювальній техніці. Зберігання інформації на молекулярному рівні. Мехатроніка та робототехніка. Застосування нанотехнологій в біології та медицині.
4. Метаматеріали. Внутрішня структура метаматеріалів. Методи отримання метаматеріалів. Електромагнітні та оптичні властивості метаматеріалів. Застосування метаматеріалів для маскування об'єктів та створення нових видів антен.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ch. Kittel. Introduction to Solid State Physics. Eighth Ed. – John Wiley & Sons, 2005. – 680 p.
2. Ю.М. Поплавко. Фізика твердого тіла: підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 1: Структура, квазічастинки, метали, магнетики. – 415 с.
3. Ю.М. Поплавко. Фізика твердого тіла: підручник. В 2-х томах. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с.
4. Фізика напівпровідників: Конспект лекцій (Частина I) /В. І. Ільченко, Т. Ю. Обухова.; КПІ ім. Ігоря Сікорського – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 26 с. [Електронний ресурс]:
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37599/1/Fizyka_napivprovidnykiv-1.pdf
5. Третяк О.В., Лозовський В.З. Основи фізики напівпровідників: Підручник: У 2 т. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. – Т. 1. – 338 с.
6. Третяк О.В., Лозовський В.З. Основи фізики напівпровідників: Підручник: У 2 т. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2009. – Т. 2. – 338 с.
7. M. Fox. Optical Properties of Solids. – New York: Oxford University Press Inc., 2001. – 305 p.
8. G.L. Hornyak, H.F. Tibbals, J. Dutta, J.J. Moore. Introduction to Nanoscience and Nanotechnology. – Boca Raton: CRC Press, 2009. – 1593 p.
9. S.K. Kulkarni. Nanotechnology: Principles and Practices. 3rd ed. – Cham: Springer, 2015. – 403 p.