

Міністерство освіти і науки України  
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Голова Приймальної комісії  
*Ігор Цепенда*  
«22» квітня 2024 р



ПРОГРАМА

вступного випробування з

**Фізики**

для зарахування на навчання за ступенем доктора філософії за спеціальністю

**104 Фізика та астрономія**

на основі освітнього рівня магістра (освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста) при прийомі на навчання у 2024 році за несуміжною спеціальністю

Розглянуто та схвалено  
на засіданні Приймальної комісії  
Прикарпатського національного  
університету імені Василя Стефаника  
Протокол № 1 від 22.04. 2024 р.

Івано-Франківськ – 2024

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Метою вступного випробування з «**Фізики**» є перевірка знань і відбір вступників для зарахування на навчання за ступенем доктора філософії за спеціальністю **104 Фізика та астрономія** при прийомі на навчання на основі освітнього рівня магістра (освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста) до Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника у 2024 році за несуміжною спеціальністю.

Програма містить основні питання з Фізики та перелік рекомендованої літератури.

Наведений перелік питань, які виносяться на вступне випробування дасть можливість вступнику систематизувати свої знання та допоможе зорієнтуватися, на які питання треба звернути увагу при підготовці до вступного випробування.

Перелік рекомендованої літератури сприятиме у пошуку і підборі джерел підготовки для вступного випробування.

## ОСНОВНІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІНИ

### 1. Вступ

- 1.1. Основні типи взаємодій у природі.
- 1.2. Фундаментальні закони і феноменологічні закономірності, динамічні рівняння, закони збереження і статистичні закономірності.
- 1.3. Фізика і науково-технічний прогрес. Роль вітчизняних вчених у розвитку фізики.

### 2. Класична механіка.

#### 2.1. Нерелятивістська механіка.

- 2.1.1. Простір і час у нерелятивістській фізиці. Системи відліку. Кінематика точки. Перетворення Галілея. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея.
- 2.1.2. Закони динаміки матеріальної точки. Рівняння руху системи матеріальних точок.
- 2.1.3. Динаміка системи матеріальних точок. Рівняння руху системи матеріальних точок.
- 2.1.4. Рух у центральному полі.
- 2.1.5. Рух заряджених частинок в електромагнітних полях.
- 2.1.6. Закони збереження в нерелятивістській механіці та їх зв'язок із властивостями симетрії простору і часу.
- 2.1.7. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.
- 2.1.8. Гравітаційне поле. Закон всесвітнього тяжіння. Закони Кеплера. Інертна і гравітаційна маси. Принцип еквівалентності.

- 2.1.9. Механічні коливання. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Коливання при наявності тертя.
- 2.1.10. Принцип найменшої дії. Рівняння Лагранжа другого роду. Узагальнена сила, функція Лагранжа.
- 2.1.11. Канонічні рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона.
- 2.1.12. Розсіяння частинок у центральному полі. Формула Резерфорда.
- 2.1.13. Динаміка твердого тіла. Система рівнянь руху твердого тіла. Поняття про тензор інерції. Кінетична енергія руху твердого тіла. Приклади обчислення моменту інерції.
- 2.1.14. Динаміка матеріальної точки змінної маси. Рівняння Мещерського.

## 2.2. Релятивістська механіка.

- 2.2.1. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Принцип відносності Ейнштейна.
- 2.2.2. Релятивістський імпульс і енергія, зв'язок між ними. Енергія спокою. Частинки з нульовою масою. Релятивістська динаміка. Закон збереження енергії-імпульсу.

## **3. Електродинаміка**

### 3.1. Електромагнітні взаємодії.

- 3.1.1. Електричні заряди. Вимірювання питомого заряду частинки і елементарного заряду. Рівняння неперервності.
- 3.1.2. Електромагнітне поле у вакуумі і його характеристики. Принцип суперпозиції. Сила Лоренца.
- 3.1.3. Експериментальні основи електродинаміки: взаємодія нерухомих зарядів, досліди Кулона; взаємодія струмів, досліди Ампера; електромагнітна індукція, досліди Фарадея.

### 3.2. Загальні рівняння електромагнітного поля.

- 3.2.1. Система рівнянь Максвелла у вакуумі.
- 3.2.2. Потенціали електромагнітного поля, рівняння для потенціалів, градієнтна інваріантність електричного поля.
- 3.2.3. Густина енергії і густина потоку енергії електромагнітного поля.
- 3.2.4. Закони перетворення полів і потенціалів при переході від однієї інерціальної системи відліку до іншої. Принцип відносності в електродинаміці.
- 3.2.5. Система рівнянь Максвелла у речовині.

### 3.3. Постійні електромагнітні поля.

- 3.3.1. Електростатичне поле у вакуумі, його потенціальність. Принцип суперпозиції і теорема Гауса. Енергія взаємодії системи зарядів і енергія електростатичного поля.
- 3.3.2. Постійне магнітне поле у вакуумі, його вихровий характер. Закон Біо-Савара-Лапласа і теорема про циркуляцію. Енергія магнітного поля.

- 3.3.3. Електростатичне поле у діелектриках.
- 3.3.4. Поляризація діелектриків. Полярні і неполярні діелектрики. Сегнето- і п'єзоелектрики. Антисегнетоелектрики, піроелектрики.
- 3.3.5. Магнітне поле у речовинах. Діа-, пара- та феро- і антиферомагнетизм. Ферити.
- 3.3.6. Постійний струм у металах. Електрорушійна сила. Закони Ома і Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа, їх фізичний зміст.
- 3.4. Квazистаціонарне електромагнітне поле.
  - 3.4.1 Змінний струм. Опір, ємність, індуктивність у колі змінного струму.
  - 3.4.2 Коливальний контур. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Генерація незатухаючих електромагнітних коливань.
- 3.5. Електромагнітні хвилі.
  - 3.5.1. Хвильове рівняння. Плоска монохроматична хвиля. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Ефект Доплера.
  - 3.5.2. Випромінювання електромагнітних хвиль. Дипольне випромінювання. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.

## **4. Оптика**

- 4.1. Хвильова оптика.
  - 4.1.1. Джерела і приймачі світла.
  - 4.1.2. Поняття про когерентність. Інтерференція світла.
  - 4.1.3. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція світла. Дифракційна решітка.
  - 4.1.4. Поляризація світла. Подвійне променезаломлення.
  - 4.1.5. Фізичні принципи голографії.
- 4.2. Поширення світла в середовищі.
  - 4.2.1. Відбивання і заломлення світла.
  - 4.2.2. Поглинання і дисперсія світла. Фазова і групова швидкість.
  - 4.2.3. Розсіювання світла.
  - 4.2.4. Закони теплового випромінювання.
- 4.3. Геометрична оптика.
  - 4.3.1. Наближення коротких хвиль. Основні поняття і закони геометричної оптики.
  - 4.3.2. Дзеркала, лінзи, призми. Оптичні прилади.

## **5. Квантова фізика**

- 5.1. Особливості поведінки мікрооб'єктів.
  - 5.1.1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла і частинок речовини.
  - 5.1.2. Дискретність станів мікрооб'єкту; лінійчасті спектри атомів; досліди Франка-Герца; досліди Штерна-Герлаха.
  - 5.1.3. Співвідношення невизначеностей. Ймовірнісний характер опису руху мікрооб'єктів.
- 5.2. Основні положення квантової механіки.

- 5.2.1. Хвильова функція та її інтерпретація. Квантово-механічний принцип суперпозиції. Принцип причинності. Нормування і ортогональність хвильових функцій.
- 5.2.2. Оператори фізичних величин та їх властивості. Спектр значень фізичної величини.
- 5.2.3. Статистичний постулат квантової механіки. Середнє значення фізичних величин.
- 5.2.4. Хвильове рівняння Шредінгера. Рівняння неперервності, його фізичний зміст.
- 5.2.5. Стаціонарне рівняння Шредінгера. Властивості стаціонарних станів. Зв'язок енергетичного спектра з потенціалом.
- 5.2.6. Вільна частинка. Частинка в потенціальній ямі. Енергетичний спектр лінійного осцилятора. Тунельний ефект.
- 5.2.7. Спін електрона. Опис стану за допомогою повного набору квантових чисел.
- 5.2.8. Квантова механіка системи тотожних частинок. Властивості симетрії хвильової функції. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.
- 5.2.9. Рівняння релятивістської квантової механіки.
- 5.3. Будова атома.
  - 5.3.1. Модель Бора та її історична роль.
  - 5.3.2. Квантомеханічна теорія атома водню. Спектри випромінювання атомарного водню.
  - 5.3.3. Стан електронів в багатоелектронному атомі. Періодична система елементів Менделєєва.
  - 5.3.4. Вплив зовнішніх електричних та магнітних полів на атомні спектри. Ефекти Зеемана і Штарка.

## **6. Фізика ядра і елементарних частинок**

- 6.1. Атомне ядро.
  - 6.1.1. Досліди Резерфорда, ядерна модель атома. Складові елементи ядра. Основні характеристики ядер.
  - 6.1.2. Властивості і характеристики ядерних сил. Поняття про обмінний механізм ядерних сил.
  - 6.1.3. Радіоактивність. Характеристики і типи радіоактивних перетворень. Природа альфа-, бета- і гама-випромінювань. Дозиметрія.
  - 6.1.4. Моделі атомного ядра. Краплинна та оболонкова моделі атомних ядер.
  - 6.1.5. Взаємодія гама-випромінювання з речовиною. Ефект Мессбауера.
  - 6.1.6. Нейтрино. Поняття про парність. Незбереження парності в бета-розпадах.
  - 6.1.7. Ядерні реакції. Реакція поділу і синтезу. Ядерна енергетика.
- 6.2. Елементарні частинки.
  - 6.2.1. Методи реєстрації частинок. Джерела частинок, прискорювачі.

- 6.2.2. Класифікація елементарних частинок. Фотони, лептони, мезони, баріони. Резонанси. Античастинки. Основні характеристики частинок.
- 6.2.3. Типи взаємодії частинок, їх характеристики. Обмінний механізм фундаментальних взаємодій. Поняття про кварки.

## **7. Термодинаміка і статистична фізика**

### 7.1. Термодинаміка.

- 7.1.1. Внутрішня енергія, теплота і робота. Взаємоперетворення внутрішньої та інших форм енергії. Перший закон термодинаміки і його застосування.
- 7.1.2. Квазістатичні процеси. Другий закон термодинаміки. Основні рівняння і нерівності термодинаміки.
- 7.1.3. Термодинамічні потенціали і їх характеристичні функції. Співвідношення Максвелла. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.
- 7.1.4. Теорема Нернста. Постулат Планка. Недосяжність абсолютного нуля.
- 7.1.5. Рівновага фаз. Фазові переходи першого і другого роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Рівняння Еренфеста.

### 7.2. Статистична фізика.

- 7.2.1. Мікростани макроскопічної системи. Статистичний розподіл. Термодинамічні величини як середні по ансамблю.
- 7.2.2. Система в термостаті. Канонічний розподіл Гіббса в квантовій і класичній фізиці. Обчислення термодинамічних параметрів на основі розподілу Гіббса.
- 7.2.3. Класичний ідеальний газ і його властивості. Розподіл Максвелла по швидкостях. Розподіл Максвелла-Больцмана.
- 7.2.4. Класична і квантова теорія теплоємності ідеальних газів.
- 7.2.5. Реальний газ. Рівняння Ван-дер-Ваальса.
- 7.2.6. Квантовий газ бозонів. Статистика Бозе-Ейнштейна. Бозе-Ейнштейнівська конденсація. Надтекучість рідкого гелію.
- 7.2.7. Застосування статистики Бозе-Ейнштейна до фотонного газу. Закон розподілу Планка для рівноважного теплового випромінювання.
- 7.2.8. Квантовий газ ферміонів. Статистика Фермі-Дірака. Перехід до класичної статистики.
- 7.2.9. Електронний газ. Енергія Фермі. Теплоємність електронного газу.

### 7.3. Елементи фізики конденсованих середовищ.

- 7.3.1. Кристали. Коливання кристалічної решітки. Поняття про фотони.
- 7.3.2. Теплоємність кристалів.
- 7.3.3. Електрони в кристалі. Енергетичні зони.
- 7.3.4. Провідники і діелектрики, напівпровідники та їх електричні властивості. Напівпровідникові прилади.
- 7.3.5. Явище надпровідності. Низькотемпературна й високотемпературна надпровідність. Поняття про теорію Бардіна-Купера-Шріффера.
- 7.3.6. Поняття про спонтанне та вимушене випромінювання. Лазери.

## ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фреїк Д.М., Лисак А.В. Молекулярна фізика і термодинаміка. Лекції з курсу. – Івано-Франківськ, 2014. – 144с.
2. Курс загальної фізики. Атомна і ядерна фізика./Возняк О.М., Салій Я.П., Чобанюк В.М., Лопянко М.А. - Івано-Франківськ: Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.
3. Курс загальної фізики. Оптика: хвилі, промені, кванти. Видання 3-тє, перероблене і доповнене/Остафійчук Б.К., Рувінський М.А., Яцура М.М., Будзуляк І.М. – Івано-Франківськ: Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2011. – 664 с.
4. Юхновський І. Р. Основи квантової механіки навч. Посібник, 2-ге вид., перероб. і доп. К.:Либідь,2002 .-392 с.
5. Д.М.Заячук. Нанотехнології і наноструктури. Львів:"Львівська політехніка",2009 .-580 с.
6. Стрижак Петро Євгенович, Квантова хімія: підручник, К.:ВД "Кієво-Могилянська академія",2009 .-458 с.
7. Прокопів В.В., Горічок І.В., Туровська Л.В. Термодинаміка реальних напівпровідникових кристалів/ Навчальний посібник / В.В. Прокопів, І.В. Горічок, Л.В. Туровська – Івано-Франківськ: Видавництво «Плай» ЦІТ Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2009. – 100 с.
8. Квантова механіка : підручник / І. О. Вакарчук. 4-те вид., доп. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 872 с.: 78 іл.
9. Основи статистичної фізики та термодинаміки : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / С. В. Королюк. - Чернівці : Книги-XXI, 2004. - 348 с. - Бібліогр.: с. 347. - ISBN 966-8653-03-3.
10. Експериментальна оптика: навч. посібник/Кушнір О. та ін.-Рек. МОН .-Львів:ЛНУ,2009 .-465 с.
11. Білий М. У., Скубенко А. Ф. Загальна фізика. Оптика:навч. посібник .-К.:Вища школа,1987 .-376 с.
12. Антоняк Олег Тарасович, Загальна фізика: основи електрики і магнетизму: навчальний посібник .-Рек.МОН .-Львів:Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка,2009 .-240 с.
13. Барановський Валерій Михайлович, Черенков О.В., Загальна фізика: курс лекцій: в 3 ч., Ч. 1.-К.:Вид-во Європ. ун-ту,2004 .-172 с.
14. Дущенко В. П., Кучерук І. М. Загальна фізика [Текст]: навч. посібник .-К.:Вища школа,1987 .-431с.
15. Дущенко В.П.,Кучерук І.М. Загальна фізика: Фізичні основи механіки: Молекулярна фізика і термодинаміка [Текст]: навч. посібник .-2-ге вид.,перероб. і доп.-К.:Вища школа,1993 .-431с.

16. Кучерук І. М., Горбачук І. Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм [Текст]: підручник .-2-ге вид., перероб. і доп.-К.: Вища школа, 1995 .-392с.
17. Кушнір Р. М. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика [Текст]: навч. посібник .-Львів: ЛНУ, 2003 .-404 с.

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ**

Порядок проведення та критерії оцінювання вступних випробувань регулюється Положенням про організацію вступних випробувань у Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника.