

Інститут магнетизму НАН України та МОН України

---

накзва закладу

**104**

---

спеціальність

**Фізика та астрономія**

---

навчальний предмет

## **Екзаменаційний білет № 1**

1. Основи теорії пружності. Тензори деформації і напружень. Пружні властивості кристалів. Івняння рівновагитвердих тіл.
2. Стани електронів в атомі. Рівняння Томаса-Фермі. Ефект Штарка.
3. Функції Гріна при кінцевих температурах.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 2

1. Принцип відносності. Перетворення Лоренца. Принцип найменшої дії для частинки. Енергія та імпульс. Момент імпульсу.
2. Непружне розсіяння. Формули Брейта і Вігнера.
3. Поверхні. Поверхневий натяг. Поверхневий натяг кристалів. Поверхневий тиск. Крайовий кут. Утворювання зародків при фазових переходах. Неможливість існування фаз в одномірних системах.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

### Екзаменаційний білет № 3

1. Дислокації в кристалах.
2. Основні положення квантової механіки. Принцип суперпозиції. Хвильова функція.
3. Надпровідність. Функція Гріна для надтекучого фермі-газу. Рівняння Гінзбурга-Ландау. Поверхневий натяг на границі. Два рода надпровідників. Структура змішаного стану. Діамагнітна сприйнятливість. Ефект Джозефсона. Зв'язок струму з магнітним полем в надпровіднику. Ефект Мейснера.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

### Екзаменаційний білет № 4

1. Рівняння руху електрона в магнітному полі. Чотиривимірне формулювання. Густина та потік енергії.
2. Термодинамічні величини. Температура. Макроскопічний рух. Адіабатичний процес. Тиск. Робота та кількість тепла. Теплова функція. Вільна енергія та термодинамічний потенціал. Співвідношення між похідними термодинамічних величин. Термодинамічна шкала температур. Процес Джоуля-Томсона. Максимальна робота. Максимальна робота тіла, яке знаходиться у зовнішньому середовищі. Термодинамічні нерівності. Принцип Ле-Шательє. Теорема Нернста. Залежність термодинамічних величин від кількості частинок. Рівновага тіла у зовнішньому полі.
3. Магнетизм. Магнони в феромагнетику: спектр, термодинамічні величини.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

Інститут магнетизму НАН України та МОН України

накзва закладу

**104**

спеціальність

**Фізика та астрономія**

навчальний предмет

### **Екзаменаційний білет № 5**

1. Основи гідродинаміки ідеальної рідини. Рівняння гідродинаміки нестисливої ідеальної рідини. Потенціал руху рідини.
2. Іонізаційні втрати швидких частинок в речовині (нерелятивістський випадок). Випромінювання Черенкова.
3. Хімічні реакції. Умови хімічної рівноваги.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 6

1. Рух електрона в магнітному полі.
2. Розподіл Фермі та Бозе. Розподіл Фермі. Розподіл Бозе. Нерівноважні Фермі- та Бозе-гази. Фермі- та Бозе-гази елементарних частинок. Вироджений електронний газ. Теплоємність виродженого електронного газу. Магнетизм електронного газу (слабкі поля). Магнетизм електронного газу (сильні поля). Вироджений Бозе-газ. Чорне випромінювання.
3. Процеси перекиду Паєрлса. Теплопровідність. Закон Відемана-Франца. Принцип Онсагера симетрії кінетичних коефіцієнтів. Аномальний скін-ефект. Циклотронний резонанс. Затухання Ландау.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 7

1. В'язка рідина. Рівняння руху в'язкої рідини. Закон подібності. Течія при малих числах Рейнольдса.
2. Енергія та імпульс. Матриця густини. Співвідношення невизначеності.
3. Фазові переходи першого роду та критичні явища. Стрибок теплоємності. Вплив зовнішнього поля на фазовий перехід. Флуктуації параметра порядку. Ефективний гамільтоніан. Критичні індекси. Масштабна інваріантність. Ізольовані критичні точки неперервного переходу. Ван-дер-Ваальсова теорія критичної точки. Флуктуаційна теорія критичної точки.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 8

1. Елементи динаміки кристалічної ґратки. Пряма та обернена ґратки. Закон дисперсії гармонічних коливань. Густина коливань. Функція Гріна та її зв'язок зі спектром коливань.
2. Тверді тіла. Тверді тіла при низьких температурах. Тверді тіла при високих температурах. Інтерполяційна формула Дебая. Теплове розширення твердих тіл. Коливання кристалічної ґратки. Густина числа коливань. Фонони. Оператори народження та знищення фононів.
3. Фермі – рідина Ландау. Елементарні збудження у квантовій фермі – рідині. Магнітна сприйнятливність. Нульовий звук.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ



## Екзаменаційний білет № 9

1. Заряд в полі. Чотиривимірний потенціал поля. Рівняння руху заряду. Градієнтна інваріантність. Тензор електоромагнітного поля. Інваріанти поля.
2. Оператор спіна. Хвильова функція частинки зі спіном  $1/2$ .
3. Флуктуації. Розподіл Гауса. Розподіл Гауса для кількох величин. Флуктуації основних термодинамічних величин. Флуктуації в ідеальному газі. Формула Пуасона. Флуктуації у розчинах. Просторова кореляція флуктуацій густини. Кореляція флуктуацій у часі. Часова кореляція флуктуацій кількох величин. Симетрія кінетичних коефіцієнтів. Спектральне розкладення флуктуацій. Узагальнена сприйнятливості. Флуктуаційно-дисипаційна теорема. Флуктуаційно-дисипаційна теорема для кількох величин. Операторний вираз узагальненої сприйнятливості.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

Інститут магнетизму НАН України та МОН України

накзва закладу

**104**

спеціальність

**Фізика та астрономія**

навчальний предмет

## Екзаменаційний білет № 10

1. Квазістаціонарне електромагнітне поле. Струми Фуко. Скін-ефект. Ємність та індуктивність у колі струму. Рух провідника в магнітному полі.
2. Рух в центральному симетричному полі. Квазікласичне наближення.
3. Теорія збурень. Співвідношення невизначеності для енергії.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 11

1. Пружні хвилі у суцільних середовищах. Поверхневі хвилі у рідині та твердому тілі. Гравітаційні хвилі у рідині.
2. Рівняння електромагнітних хвиль в діелектриках. Дисперсія діелектричної проникності. Зв'язок між дійсною та уявною частинами  $\epsilon$  (и  $\omega$ ). Прозорі середовища.
3. Ідеальний газ. Розподіл Больцмана. Розподіл Больцмана у класичній статистиці. Зіткнення молекул. Нерівноважний ідеальний газ. Вільна енергія больцманівського ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу. Закон рівнорозподілу. Одноатомний ідеальний газ. Магнетизм газів.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 12

1. Гідродинаміка надтекучої рідини. Рівняння руху двокомпонентної надтекучої рідини.
2. Постійний струм. Ефект Хола. Контактна різниця потенціалів.
3. Функція Гріна макроскопічної системи. Визначення енергетичного спектра. Функція Гріна ідеального Фермі-газу. Розподіл частинок по імпульсах. Обчислення термодинамічних величин. Оператори в репризентації взаємодії. Діаграмна техніка для фермі-систем. Власна енергетична функція. Вершинна функція та зв'язок з амплітудами розсіяння квазічастинок і функцією взаємодії квазічастинок.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

### **Екзаменаційний білет № 13**

1. Теплопровідність і дифузія у суцільних середовищах.
2. Тотожність частинок. Обмінна взаємодія. Опис фермі- та бозе- систем у репрезентації вторинного квантування.
3. Надтекучість. Елементарні збудження в квантовій рідині. Вироджений майже ідеальний бозе-газ. Хвильова функція конденсату, щільність конденсату. Квантовані вихрові нитки. Вихрова нитка в майже ідеальному бозе-газі.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

Інститут магнетизму НАН України та МОН України

накзва закладу

**104**

спеціальність

**Фізика та астрономія**

навчальний предмет

## Екзаменаційний білет № 14

1. Постійне електромагнітне поле. Розклад поля по мультиполям. Система зарядів у зовнішньому полі. Теорема Лармора.
2. Основні принципи статистики. Статистичний розподіл. Статистична незалежність. Теорема Ліувіля. Роль енергії. Статистична матриця. Статистичний розподіл в квантовій статистиці. Ентропія. Закон зростання ентропії.
3. Ідеальний газ. Відхилення газів від ідеальності. Розкладання по ступеням густини. Формула Ван-дер-Ваальса. Метод кореляційних функцій.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

Інститут магнетизму НАН України та МОН України

накзва закладу

**104**

спеціальність

**Фізика та астрономія**

навчальний предмет

## Екзаменаційний білет № 15

1. Електромагнітні хвилі. Власні коливання поля (“розклад” поля на гармонічні осцилятори). Геометрична оптика. Дифракція.
2. Рівняння Шреденгера. Лінійні осцилятори.
3. Розподіл Гібса. Розподіл Максвелла. Вільна енергія в розподілі Гібса. Термодинамічна теорія збурень. Розкладання по степеням. Розподіл Гібса для системи з кількістю частинок, що змінюється.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ

## Екзаменаційний білет № 16

1. Електростатика провідників та діелектриків. Електростатичне поле провідників. Сили, що діють на провідник. Діелектрична проникність. Термодинамічні співвідношення для діелектриків в електричному полі. Діелектричні властивості кристалів. Електричні сили в твердому тілі. П'єзоелектрики.
2. Момент імпульса. Парність стану. Складання моментів.
3. Розчини. Системи з різними частинками. Правило фаз. Слабкі розчини. Осмотичний тиск. Стикання фаз розчинника. Рівновага по відношенню до розчиненої рідини. Виділення тепла та зміна об'єму при розчиненні. термодинамічні нерівності у розчинах. Криві рівноваги. Приклади діаграм стану.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ



Інститут магнетизму НАН України та МОН України

накзва закладу

**104**

спеціальність

**Фізика та астрономія**

навчальний предмет

## Екзаменаційний білет № 17

1. Постійне магнітне поле. Енергія системи струмів. Термодинамічні співвідношення та сили в магнітному полі.
2. Пружні зіткнення загальна теорія розсіяння. Формула Борна.
3. Рівновага фаз. Умови рівноваги фаз. Формула Клайперона-Клаузіуса. Критична точка. Закон відповідних станів.

Затверджено на засіданні Вченої ради Інституту магнетизму  
Протокол № 7-24 від 15.08.2024

Вчений секретар ІМаг  
НАН України та МОН України



Ірина ШАРАЙ