

**ІНСТИТУТ ФІЗИКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ**

Схвалено:

Вченою радою Інституту
фізики НАН України
протокол № 13
від «14» грудня 2021 року

Затверджено:



Директор Інституту
фізики НАН України
член-кореспондент НАН України
М.В. Бондар

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ БІЛЕТИ

**для вступу до аспірантури Інституту фізики НАН України
для здобуття наукового ступеня доктора філософії в 2022 році**

Білет № 1

- 1.1. Динаміка точки. Закони Ньютона. Принцип відносності Галілея.
- 1.2. Статистичний метод у фізиці. Рівноважний стан і нерівноважні процеси. Основи кінетичної теорії газів.
- 1.3. Електричне поле. Електричний заряд і його збереження. Закон Кулона. Теорема Гауса-Остроградського. Електростатика.

Білет № 2

- 2.1. Інерціальні та неінерціальні системи. Сили інерції: відцентрові і коріолісові сили.
- 2.2. Розподіл Максвелла для швидкостей молекул в газі. Поняття температури.
- 2.3. Закон Кулона. Електричний потенціал. Енергія електричного поля. Ємність.

Білет № 3

- 3.1. Закони збереження енергії, імпульсу та моменту кількості руху в механіці.
- 3.2. Розподіл Больцмана. Число Авогадро і методи його визначення.
- 3.3. Діелектрики, їх типи. Електричне поле в однорідному діелектрику.

Білет № 4

- 4.1. Зіткнення матеріальних точок. Реактивний рух. Закон всесвітнього тяжіння. Рух планет та штучних супутників Землі. Невагомість.
- 4.2. Теплоємність ідеального газу і його залежність від температури.
- 4.3. Поляризація діелектрика. Граничні умови. Сегнетоелектрики, п'єзоелектрики, піроелектрики та електрети.

Білет № 5

- 5.1. Динаміка твердого тіла. Закон руху центру мас твердого тіла. Рух тіла, закріпленого на осі.
- 5.2. Число зіткнень та довжина вільного пробігу молекул в газі. Явища переносу. Дифузія.
- 5.3. Закон взаємодії струмів. Закон Ампера. Магнітне поле струму. Дія магнітного поля на струм.

Білет № 6

- 6.1. Загальні принципи механіки. Принцип можливих переміщень Даламбера.
- 6.2. Внутрішнє тертя і теплопровідність газів. Властивості газів при низькому тиску. Способи отримання і вимірювання вакууму.
- 6.3. Сила Лоренца. Рух зарядів в однорідному магнітному полі. Ефект Холла. Циклотронний резонанс.

Білет № 7

- 7.1. Принцип найменшої дії, його аналогія з принципом Ферма в оптиці.
- 7.2. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Кипіння та конденсація. Зрідження газів.
- 7.3. Магнетики. Магнітне поле в магнетиках. Магнітна індукція. Природа діа-, пара- і ферромагнетизму.

Білет № 8

- 8.1. Рівняння Лагранжа і Гамільтона для матеріальної точки.
- 8.2. Перше начало термодинаміки. Термодинамічні функції. Вільна енергія системи.
- 8.3. Електромагнітна індукція. Закон Ленца. Взаємна індукція і самоіндукція. Магнітна енергія електричного струму.

Білет № 9

- 9.1. Типи деформацій твердих тіл. Закон Гука. Енергія пружної деформації. Модулі пружності твердих тіл.
- 9.2. Фазові переходи I та II роду. Формула Клапейрона-Клаузіуса. Правило фаз. Флуктуації при фазових переходах.
- 9.3. Коливальний контур, його добротність. Вимушені електричні коливання та автоколивання.

Білет № 10

- 10.1. Межа пружності. Пластичні деформації. Дислокація в кристалах та характеристики міцності твердих тіл.
- 10.2. Друге начало термодинаміки. Теорема Карно. Статистичне тлумачення другого начала термодинаміки.
- 10.3. Закон Ома для постійного і змінного струмів. Закон Джоуля-Ленца.

Білет № 11

- 11.1. Гармонічні коливання, їх енергія. Затухаючі коливання. Власні та вимушені коливання, явище резонансу.
- 11.2. Ентропія та її зв'язок з імовірністю. Принцип зростання ентропії.
- 11.3. Робота і сила електричного струму. Багатофазні змінні струми та їх застосування. Скін-ефект.

Білет № 12

- 12.1. Автоколивання. Коливання пов'язаних систем.
- 12.2. Поверхневий натяг. Змочування. Капілярність. Адсорбція. Утворення зародків при фазових переходах I роду.
- 12.3. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Потенційні і вихрові поля. Електромагнітні хвилі. Вектор Умова-Пойнтінга.

Білет № 13

- 13.1. Хвилі в пружному середовищі. Коливання струни. Поверхневі хвилі.
- 13.2. Класична статистика і квантова статистика Фермі та Бозе. Розподіл Гіббса.
- 13.3. Енергія електромагнітного поля. Електромагнітні хвилі різних діапазонів.

Білет № 14

- 14.1. Поняття про хвилі. Основні характеристики хвиль. Хвильове рівняння. Інтерференція оптичних хвиль.
- 14.2. Кристалічна ґратка. Елементи симетрії. Ґратки Браве.
- 14.3. Електричний струм у вакуумі. Термoeлектронна емісія, формула Річардсона. Просторовий заряд і вольтамперна характеристика діоду. Вторинна

електронна емісія. Автоелектронна емісія.

Білет № 15

- 15.1. Потік енергії за Умовим. Фазова та групова швидкість хвиль. Швидкість сигналу. Розповсюдження оптичних хвиль.
- 15.2. Дифракція рентгенівських променів, формула Вульфа-Бреггів. Методи рентгеноструктурного аналізу. Поняття про обернену ґратку.
- 15.3. Електричний струм у газах. Іонізація і рекомбінація. Рухливись зарядів.

Білет № 16

- 16.1. Рух рідин та газів. Рівняння Бернуллі. Ламінарний та турбулентний потік. Ударні хвилі. Гідравлічний удар.
- 16.2. Типи зв'язків в кристалах, їх вплив на фізичні властивості кристалів.
- 16.3. Несамостійний розряд. Самостійний розряд, його основні типи (коронний, тліючий, дуговий, іскровий).

Білет № 17

- 17.1. В'язкість рідин та методи її визначення.
- 17.2. Основні уявлення зонної теорії кристалів. Діелектрики, напівпровідники, метали.
- 17.3. Плазма, її основні характеристики. Екранування електричного поля в плазмі.

Білет № 18

- 18.1. Рух електронів в кристалах. Електрони і дірки, їхня ефективна маса. Елементарні збудження (квазічастинки) в твердих тілах (екситони, фонони, магнони та ін.).
- 18.2. Плазмові коливання. Плазма в магнітному полі. Основні типи нестійкої плазми.
- 18.3. Електромагнітна теорія світла. Швидкість світла.

Білет № 19

- 19.1. Теорія теплоємності Ейнштейна і Дебая для твердих тіл. Температура Дебая. Електронна та фотонна складові теплоємності металів.
- 19.2. Методи утримання і термоізоляції плазми магнітними полями. Проблема керованих термоядерних реакцій.
- 19.3. Методи визначення швидкості світла. Фазова і групова швидкість світла в речовині. Випромінювання Вавілова-Черенкова.

Білет № 20

- 20.1. Статистика електронів в твердому тілі. Рівень Фермі. Робота виходу електрону з металів і напівпровідників.
- 20.2. Рух заряджених частинок в електричному і магнітному полях. Електростатичні і магнітні лінзи, їх особливості.
- 20.3. Інтерференція світла. Когерентність. Експериментальне здійснення інтерференції світла. Інтерференційні спектральні прилади. Основи голографії.

Білет № 21

- 21.1. Контактна різниця потенціалів. Контакт напівпровідника з металом. Р-п-перехід. Напівпровідникові діоди і транзистори.
- 21.2. Електронний мікроскоп і його роздільна здатність. Основні типи мас-спектрометрів.
- 21.3. Дифракція. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля (круглий отвір, край екрану). Дифракційна ґратка і її застосування.

Білет № 22

- 22.1. Явище надпровідності та його пояснення.
- 22.2. Дифракція рентгенівських променів на періодичних структурах.
- 22.3. Хвильові властивості частинок речовини. Співвідношення де Бройля. Дифракція електронів. Ефект Рамзауера.

Білет № 23

- 23.1. Дифракція електромагнітної хвилі на просторовій ґратці. Амплітудні та фазові ґратки.
- 23.2. Постулати квантової механіки. Описання фізичних величин операторами. Оператори енергії, імпульсу та координати.
- 23.3. Будова атомного ядра. Енергія зв'язку і дефект маси. Основні властивості ядерних сил (радіус дії, властивості насичення, зарядова незалежність). Обмінний характер ядерних сил. Крапельна модель ядра. Уявлення про каврки.

Білет № 24

- 24.1. Роздільна здатність мікроскопа і телескопа. Критерії Релея.
- 24.2. Середні значення фізичних величин. Імовірнісна інтерпретація законів квантової механіки.
- 24.3. Виділення енергії при ядерних реакціях ділення і синтезу. Ланцюгові реакції, перспективи здійснення керованих термоядерних реакцій.

Білет № 25

- 25.1. Поляризація світла. Поляризація при відбиванні та заломленні на межі діелектрика. Подвійне заломлення променя. Еліптична поляризація світла.
- 25.2. Рівняння Шрединґера і приклади його застосування (задача про осцилятор, тунелювання частинок крізь потенціальний бар'єр). Співвідношення невизначеностей.
- 25.3. Взаємодія нейтронів, заряджених частинок і γ -квантів з речовиною.

Білет № 26

- 26.1. Поширення світла в кристалах. Обертання площини поляризації. Показники заломлення: звичайний та незвичайний.
- 26.2. Будова атомів. Досліди Резерфорда по розсіянню α -частинок. Теорія Бора. Квантова теорія атому водню. Спектр випромінювання атома водню.
- 26.3. Іонізаційні і радіаційні втрати енергії заряджених та нейтральних частинок, їх залежність від швидкості і маси частинок, властивості речовини.

Білет № 27

- 27.1. Штучне подвійне заломлення променя та його застосування. Інтерференція поляризованих променів.
- 27.2. Квантові числа. Спектр атома водню. Визначення потенціалів збудження і іонізації.
- 27.3. Випромінювання Вавілова-Черенкова. Проходження γ -квантів через речовину.

Білет № 28

- 28.1. Поляризаційні прилади. Фазові пластинки: пластинка в чверть довжини хвилі, половину довжини хвилі, компенсатори.
- 28.2. Періодична система елементів Менделєєва. Принцип Паулі. Ізотопи.
- 28.3. Основні типи прискорювачів заряджених частинок. Методи реєстрації заряджених частинок.

Білет № 29

- 29.1. Дисперсія світла у речовині. Нормальна і аномальна дисперсія. Зв'язок між аномальною дисперсією та поглинанням.
- 29.2. Електронні оболонки атомів, їх симетрія. Перехідні і рідкісноземельні елементи.
- 29.3. Радіоактивний розпад. Його закони. Нейтрино. Природна та штучна радіоактивність. Альфа-розпад і його квантовомеханічна інтерпретація.

Білет № 30

- 30.1. Оптичні методи спостереження дисперсії. Застосування інтерферометра для спостереження аномальної дисперсії. Метод гаків Рождественського.
- 30.2. Рентгенівські спектри атомів.
- 30.3. Поняття про елементарні частки; їх властивості. Вада взаємодії елементарних часток.

Білет № 31

- 31.1. Електронна теорія дисперсії. Розсіяння світла. Призовий спектроскоп. Хроматична аберація.
- 31.2. Особливості будови оптичних спектрів складних атомів.
- 31.3. Електромагнітна, сильна, слабка взаємодії. Кваркова модель.

Білет № 32

- 32.1. Штучна анізотропія в електричному і магнітному полях. Явище Фарадея. Ефект Керра.
- 32.2. Спін електрона. Векторна модель атома. Принцип Паулі.
- 32.3. Об'єднана модель слабкої та електромагнітної взаємодій.

Білет № 33

- 33.1. Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа. Оптична пірометрія.
- 33.2. Правила відбору при оптичних переходах.
- 33.3. Тиск світла. Роботи Лебедева. Імпульс фотона.

Білет № 34

- 34.1. Закон Стефана-Больцмана. Закон зсуву Віна. Уявлення про кванти.
- 34.2. Магнітні властивості атомів: орбітальний та спіновий магнетизм. Магнетон Бора.
- 34.3. Спеціальна теорія відносності. Маса, імпульс і енергія в теорії відносності. Співвідношення між масою та енергією спокою.

Білет № 35

- 35.1. Труднощі класичної теорії випромінювання. Фотони. Формула Планка.
- 35.2. Сумарний магнітний момент електронної оболонки. Фактор Ланде.
- 35.3. Оптика середовищ, що рухаються. Явище Доплера. Дослід Майкельсона.

Білет № 36

- 36.1. Фотоелектрична емісія з металів і напівпровідників. Основні закони фотоефекту.
- 36.2. Просторове квантування. Метод визначення атомних магнітних моментів. Дослід Герлаха-Штерна.
- 36.3. Принцип дії лазера. Основні властивості вимушеного випромінювання (монохроматичність, когерентність, направленість та ін.).

Білет № 37

- 37.1. Ефективні фотокатоди, фотоелементи і фотопомножувачі. Електрооптичні прискорювачі та перетворювачі. Фотопровідність напівпровідників.
- 37.2. Ядерний магнетизм і надтонка структура спектральних ліній.
- 37.3. Спонтанне і вимушене випромінювання. Співвідношення Ейнштейна.

Білет № 38

- 38.1. Теорія збурень в квантовій механіці. Секулярне рівняння. Збурення, залежне від часу.
- 38.2. Вплив електричного і магнітного полів на атоми. Ефект Зеємана, Пашена-Бака, Штарка.
- 38.3. Перетворення Лоренца. Закон додавання швидкостей. Релятивізм Ейнштейна.

Білет № 39

- 39.1. Явище Комптона. Електрони віддачі і закони збереження в елементарних актах. Ефект Мессбауера.
- 39.2. Електронний спіновий і ядерний магнітний резонанси.
- 39.3. Фізичний маятник. Елементарна теорія гіроскопу.