Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
голова Приймальної комісії
_____ проф. Ігор Цепенда
«24»квітня 2023 р

ПРОГРАМА

вступного випробування з

Фізики

для зарахування на навчання за ступенем доктора філософії за спеціальностями

104 Фізика та астрономія, 105 Прикладна фізика та наноматеріали, 132 Матеріалознавство

на основі освітнього рівня магістра (освітньо-кваліфікаційного ступеня спеціаліста) при прийомі на навчання у 2023 році
за несуміжною спеціальністю

Розглянуто та схвалено
на засіданні Приймальної комісії
Прикарпатського національного
університету імені Василя Стефаника
Протокол № 1 від «24» квітня 2023 р.

Івано-Франківськ – 2023

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Метою вступного випробування з «**Фізики**» є перевірка знань і відбір вступників для зарахування на навчання за ступенем доктора філософії за спеціальностями 104 Фізика та астрономія, 105 Прикладна фізика та наноматеріали, 132 Матеріалознавство при прийомі на навчання на основі освітньо-кваліфікаційного рівня/ступеня спеціаліста/магістра до Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника у 2023 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 потку 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 Гаусса. 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'єзо-електрики. 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. Квазістаціонарне електромагнітне поле.
3.4.1 Змінний струм. Опір, ємність, індуктивність у колі змінного струму.
3.4.2 Коливний 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. Квантовомеханічний 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. Квантовомеханічна 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 Зеємана 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 Максвела. 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. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики. - К.: Техніка, 1999.
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф.. Курс фізики: навчальний посібник. – К. -Либідь 2001.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики : У 3 т.: Навч. посіб. Для студ. вищ. техн. і пед. закл. освіти / За ред. І.М. Кучерука. – К.: Техніка, 1999.
2. Курс фізики. Ч.1. Механіка. Молекулярна фізика та термодинаміка: Навч. посіб. / Р.Д. Венгренович, М.О. Стасик та ін. – Чернівці: Обл. друк., 2007..
3. Венгренович Р.Д., Стасик М.О. Курс фізики. Ч.2. Електрика та магнетизм : Навч. посіб. – Чернівці: Видавничий дім “Букрек ”, 2008.
4. Венгренович Р.Д., Стасик М.О. Курс фізики. Ч.3. Оптика. Елементи квантової механіки, атомної та ядерної фізики: Навч. посіб. – Чернівці: Видавничий дім “Букрек ”, 2010.
5. Курс фізики: навч. підручник / І.В. Зачек, І.М. Кравчук, Б.М. Романишин та ін. – Львів: Видавництво „Бескид Біт", 2002.
6. Фізичний практикум. Ч.2. Електрика та магнетизм : навч. посіб.: / В.М. Крамар, О.П. Кройтор. – Чернівці : Чернівец. нац. ун-т, 2018. 6.2.
7. Чолпан П.П. Фізика: Підручник. - К.: Вища шк., 2003. – 567 с.
8. Воловик П.М. Фізика: для університетів. – К.: Ірпінь: Перун, 2005. – 864 с.
9. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки: навч. посіб. – К.: Либідь, 2002.
10. Вакарчук І.О. Квантова механіка: підручник. – Львів, ЛНУ ім. І.Франка, 2004.
11. Клим М.М., Якібчук П.М. Молекулярна фізика: навч. посіб. – Львів, ЛНУ ім. І. Франка, 2003.
12. Шопа Я.І., Лесівців В.М., Демків Т.М. Електрика та магнетизм. Збірник задач із розв’язками: навч. посіб. – Львів, ЛНУ ім. І.Франка, 2010.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Порядок проведення та критерії оцінювання вступних випробувань регулюється Положенням про організацію вступних випробувань у Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника.