

Програмові вимоги до комплексного атестаційного іспиту з фізики (ОП «Комп'ютерна фізика»)

Метою комплексного атестаційного іспиту з фізики є перевірка знань випускників ОП «Комп'ютерна фізика» Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Програма містить основні питання з фізики та перелік рекомендованої літератури.

Наведений перелік питань, які виносяться на атестаційний комплексний іспит з фізики, дасть можливість здобувачу вищої освіти систематизувати свої знання та допоможе зорієнтуватися, на які питання треба звернути увагу при підготовці до екзамену.

Перелік рекомендованої літератури сприятиме у пошуку і підборі джерел відповідної інформації.

ОСНОВНІ ПИТАННЯ

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.
- 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. Молекулярна фізика

- 3.1. Вступ.
- 3.1.1. Предмет молекулярної фізики. Границі застосування моделі матеріальної точки і абсолютно твердого тіла. Модель матеріального тіла.
- 3.1.2. Маса атомів і молекул. Кількість речовини. Основні ознаки агрегатних станів. Динамічний, статистичний і термодинамічний методи опису речовини.
- 3.2. Тиск і температура.
- 3.2.1. Основне рівняння кінетичної теорії газів.
- 3.2.2. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Закон Дальтона. Закон Авогадро.
- 3.2.3. Барометрична формула. Підймальна сила. Вимірювання тиску. Молярні і питомі величини.
- 3.2.4. Термометричне тіло і термометрична величина. Емпірична шкала температур. Залежність емпіричної температури від термометричного тіла і термометричної величини. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Нуль Кельвін.
- 3.3. Розподіл Максвелла.
- 3.3.1. Розподіл молекул за швидкостями. Середня кінетична енергія молекул. Вивід розподілу Максвелла.
- 3.3.2. Характерні швидкості розподілу Максвелла. Частота ударів молекул у стінку. Число молекул у різних ділянках розподілу Максвелла. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла. Принцип детальної рівноваги.
- 3.4. Розподіл Больцмана.
- 3.4.1. Вивід розподілу Больцмана. Суміш газів у посудині.
- 3.4.2. Співвідношення між розподілами Максвелла і Больцмана.
- 3.4.3. Атмосфера планет.
- 3.4.4. Експериментальна перевірка розподілу Больцмана.
- 3.5. Кінетичні характеристики молекулярного руху.
- 3.5.1. Поперечний переріз. Середня довжина вільного пробігу.
- 3.5.2. Експериментальне визначення поперечного перерізу зіткнень. Частота зіткнень.
- 3.6. Процеси переносу.

- 3.6.1. Види процесів переносу (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя). Процеси переносу в газах. Зв'язок між коефіцієнтами, що характеризують процеси переносу. Взаємодія в газі із різних молекул.
- 3.6.2. Фізичні явища у розріджених газах. Визначення вакууму. Теплопередача, дифузія і тертя при малих тисках. Явища у посудинах, з'єднаних пористою стінкою.
- 3.7. Розподіл енергії за ступенями вільності і броунівський рух.
- 3.7.1. Теорема про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності.
- 3.7.2. Сутність броунівського руху. Розрахунок руху броунівської частинки. Обертальний броунівський рух.
- 3.7.3. Експериментальне визначення сталої Больцмана.
- 3.8. Перше начало термодинаміки.
- 3.8.1. Задачі термодинаміки. Робота. Теплота. Внутрішня енергія. Фізичний зміст першого начала. Функції стану і повні диференціали.
- 3.8.2. Теплоємність. Внутрішня енергія як функція стану. Теплоємність при постійному об'ємі. Теплоємність при постійному тиску для ідеального газу. Розходження теорії теплоємностей ідеального газу з експериментом. Якісне пояснення залежності теплоємності молекулярного водню від температури.
- 3.8.3. Процеси в ідеальних газах. Ізобарний процес. Ізохорний процес. Ізотермічний процес.
- 3.8.4. Адіабатний процес. Політропний процес. Рівняння політропи.
- 3.8.5. Робота при ізопроцесах.
- 3.9. Друге начало термодинаміки.
- 3.9.1. Процеси. Нерівноважні процеси. Рівноважні процеси. Оборотні і необоротні процеси. Циклічні процеси. Робота циклу.
- 3.9.2. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно. Теореми Карно.
- 3.9.3. Нерівність Клаузіуса. Визначення ентропії ідеального газу. Фізичний зміст ентропії. Розрахунок зміни ентропії у процесах ідеального газу. Зміна ентропії у необоротних процесах. Розрахунок К.К.Д. за допомогою ентропії.
- 3.9.4. Формулювання Кельвіном другого начала термодинаміки. Формулювання Клаузіусом. Еквівалентність формулювання Кельвіна і Клаузіуса. Холодильна машина і нагрівач. Формулювання другого начала термодинаміки за допомогою ентропії.
- 3.9.5. Статистичний характер другого начала термодинаміки. Теорема Нернста. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Суть від'ємної термодинамічної температури.
- 3.10. Реальні гази.
- 3.10.1. Відхилення властивостей газів від ідеальних. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст постійних, що входять у рівняння Ван-дер-Ваальса.
- 3.10.2. Ізотерми. Перехід від газоподібного стану у рідину. Експериментальні ізотерми. Область двофазних станів.
- 3.10.3. Насичена пара. Критичний стан. Властивості критичного стану.

Критична опалесценція.

- 3.10.4. Внутрішня енергія газу Ван-дер-Ваальса. Ефект Джоуля Томсона. Фізична суть ефекту. Диференціальне і інтегральне рівняння ефекту Джоуля-Томсона. Ефект Джоуля-Томсона у газі Ван-дер-Ваальса. Зрідження газів.
- 3.11. Рідини.
 - 3.11.1. Структура рідин. Залежність властивостей рідини від будови молекул. Поверхневий натяг. Вільна поверхнева енергія. Умови рівноваги на границі двох рідин і на границі рідина-тверде тіло.
 - 3.11.2. Тиск під викривленою поверхнею. Капілярні явища. Поверхневоактивні речовини.
 - 3.11.3. Рідкі кристали. Види рідких кристалів. Властивості і застосуванні рідких кристалів.
- 3.12. Фазові переходи.
 - 3.12.1. Сутність динамічної рівноваги на границі пара-рідина. Властивості системи пара-рідина. Тиск насиченої пари поблизу викривленої поверхні рідини. Кипіння.
 - 3.12.2. Перегріта рідина. Бульбашкова камера. Переохолоджена пара. Камера Вільсона.
 - 3.12.3. Поведінка двофазної системи при зміні температури при постійному об'ємі. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Вивід рівняння. Фазова діаграма. Наближений інтеграл рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
- 3.13. Рідкі розчини.
 - 3.13.1. Розчинність. Теплота розчинення. Ідеальні розчини. Закон Рауля. Закон Генрі. Залежність розчинності від температури. Діаграми-стану розчину. Кипіння рідких розчинів. Особливості кипіння розчинів. Діаграми стану бінарних сумішей. Розділення компонент розчину. Підвищення точки кипіння розчину. Осмотичний тиск. Механізм його виникнення. Закономірності осмотичного тиску.
- 3.14. Тверді тіла.
 - 3.14.1. Симетрія твердих тіл. Вісь симетрії n -го порядку. Точкові групи симетрії. Дзеркальні ізомери.
 - 3.14.2. Кристалічна ґратка. Примітивна ґратка. Неоднорідність вибору базису примітивної ґратки. Трансляційна симетрія. Елементи симетрії ґратки.
 - 3.14.3. Кристалографічні системи координат. Позначення атомних площин. Позначення напрямів.
 - 3.14.4. Механічні властивості твердих тіл. Деформації. Пружні напруги. Коефіцієнт Пуассона. Пластична деформація. Текучість. Молекулярний механізм міцності.
 - 3.14.5. Кристалізація і плавлення. Кристалізація і сублімація. Фазові діаграми. Фазові переходи першого і другого роду. Аномальні речовини. Поліморфізм.
 - 3.14.6. Основні якісні відомості про сплави. Тверді розчини і полімери.

3. Електродинаміка.

4.1. Електромагнітні взаємодії.

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

4.2. Загальні рівняння електромагнітного поля.

- 4.2.1. Система рівнянь Максвелла у вакуумі.
- 4.2.2. Потенціали електромагнітного поля, рівняння для потенціалів, градієнтна інваріантність електричного поля.
- 4.2.3. Густина енергії і густина потоку енергії електромагнітного поля.
- 4.2.4. Закони перетворення полів і потенціалів при переході від однієї інерціальної системи відліку до іншої. Принцип відносності в електродинаміці.
- 4.2.5. Система рівнянь Максвелла у речовині.

4.3. Постійні електромагнітні поля.

- 4.3.1. Електростатичне поле у вакуумі, його потенціальність. Принцип суперпозиції і теорема Гаусса. Енергія взаємодії системи зарядів і енергія електростатичного поля.
- 4.3.2. Постійне магнітне поле у вакуумі, його вихровий характер. Закон Біо-Савара-Лапласа і теорема про циркуляцію. Енергія магнітного поля.
- 4.3.3. Електростатичне поле у діелектриках.
- 4.3.4. Поляризація діелектриків. Полярні і неполярні діелектрики. Сегнето- і п'єзо-електрики. Антисегнетоелектрики, піроелектрики.
- 4.3.5. Магнітне поле у речовинах. Діа-, пара- та феро- і антиферомагнетизм. Ферити.
- 4.3.6. Постійний струм у металах. Електрорушійна сила. Закони Ома і Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа, їх фізичний зміст.

4.4. Квазістаціонарне електромагнітне поле.

- 4.4.1 Змінний струм. Опір, ємність, індуктивність у колі змінного струму.
- 4.4.2 Коливний контур. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Генерація незатухаючих електромагнітних коливань.

4.5. Електромагнітні хвилі.

- 4.5.1. Хвильове рівняння. Плоска монохроматична хвиля. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Ефект Доплера.
- 4.5.2. Випромінювання електромагнітних хвиль. Дипольне випромінювання. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.

4. Оптика.

5.1. Хвильова оптика.

- 5.1.1. Джерела і приймачі світла.
- 5.1.2. Поняття про когерентність. Інтерференція світла.
- 5.1.3. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція світла. Дифракційна решітка.

- 5.1.4. Поляризація світла. Подвійне променезаломлення.
- 5.1.5. Фізичні принципи голографії.
- 5.2. Поширення світла в середовищі.
- 5.2.1. Відбивання і заломлення світла.
- 5.2.2. Поглинання і дисперсія світла. Фазова і групова швидкість.
- 5.2.3. Розсіювання світла.
- 5.2.4. Закони теплового випромінювання.
- 5.3. Геометрична оптика.
- 5.3.1. Наближення коротких хвиль. Основні поняття і закони геометричної оптики.
- 5.3.2. Дзеркала, лінзи, призми. Оптичні прилади.

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.

8. Квантова фізика.

- 8.1. Особливості поведінки мікрооб'єктів.
- 8.1.1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла і частинок речовини.
- 8.1.2. Дискретність станів мікрооб'єкту; лінійчасті спектри атомів; досліди Франка-Герца; досліди Штерна-Герлаха.
- 8.1.3. Співвідношення невизначеностей. Ймовірнісний характер опису руху мікрооб'єктів.
- 8.2. Основні положення квантової механіки.
- 8.2.1. Хвильова функція та її інтерпретація. Квантовомеханічний принцип суперпозиції. Принцип причинності. Нормування і ортогональність хвильових функцій.
- 8.2.2. Оператори фізичних величин та їх властивості. Спектр значень фізичної величини.
- 8.2.3. Статистичний постулат квантової механіки. Середнє значення фізичних величин.
- 8.2.4. Хвильове рівняння Шредінгера. Рівняння неперервності, його фізичний зміст.
- 8.2.5. Стаціонарне рівняння Шредінгера. Властивості стаціонарних станів. Зв'язок енергетичного спектра з потенціалом.
- 8.2.6. Вільна частинка. Частинка в потенціальній ямі. Енергетичний спектр лінійного осцилятора. Тунельний ефект.
- 8.2.7. Спін електрона. Опис стану за допомогою повного набору квантових

чисел.

- 8.2.8. Квантова механіка системи тотожних частинок. Властивості симетрії хвильової функції. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.
- 8.2.9. Рівняння релятивістської квантової механіки.
- 8.3. Будова атома.
 - 8.3.1. Модель Бора та її історична роль.
 - 8.3.2. Квантовомеханічна теорія атома водню. Спектри випромінювання атомарного водню.
 - 8.3.3. Стан електронів в багатоелектронному атомі. Періодична система елементів Менделєєва.
 - 8.3.4. Вплив зовнішніх електричних та магнітних полів на атомні спектри. Ефекти Зеемана і Штарка.