

ПРОГРАМА
державного іспиту
для студентів 4-го курсу фізичного факультету
на 2022/2023 навчальний рік
(спеціальність 104 Фізика та астрономія)

Механіка

1. Поняття сили, маси та імпульсу. Закони динаміки матеріальної точки. Рух тіла змінної маси.
2. Обертальний рух матеріальної точки. Момент імпульсу та момент інерції при описі обертового руху матеріальної точки. Основний закон обертального руху.
3. Системи матеріальних точок. Система центра мас. Закони збереження у системі двох матеріальних точок. Обертання абсолютно твердого тіла навколо центра мас.
4. Коливний рух. Рівняння гармонічних коливань. Енергія коливань. Загасаючі коливання. Логарифмічний декремент загасання. Вимушені коливання. Резонанс.
5. Поширення коливань у середовищі. Поздовжні та поперечні хвилі. Швидкість поширення хвиль. Звук. Ефект Доплера.
6. Кінематика матеріальної точки. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту.
7. Основи спеціальної теорії відносності (СТВ). Перетворення Лоренца. Кінематичні ефекти СТВ.
8. Неінерційні системи відліку. Сили інерції (відцентрова сила та сила Кореоліса).
9. Динаміка рідин. Ідеальна рідина. Рівняння неперервності і рівняння Бернуллі. Рух в'язкої рідини.

Астрономія

1. Діаграма Герцшпрунга-Рассела та еволюційні треки зір різної маси.
2. Рівняння механічної (гідростатичної) рівноваги зорі.
3. Особливості протікання термоядерних реакцій у зорях.
4. Протон-протонний та CNO-цикл зоряного синтезу гелію.
5. Планетарні туманності та наднові.
6. Класифікація галактик та їх еволюція.
7. Сонячна система та екзопланетні системи.
8. Основи сучасної космології.

Молекулярна фізика

1. Модель ідеального газу. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Рівняння стану ідеального газу. Закони ідеального газу
2. Розподіл молекул ідеального газу за швидкостями (розподіл Максвелла). Характерні швидкості розподілу Максвелла. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла.
3. Перше начало термодинаміки. Внутрішня енергія. Робота. Теплота.
4. Політропний процес. Рівняння політропи.
5. Друге начало термодинаміки. Формулювання Томсона другого начала термодинаміки. Формулювання Клаузіуса. Формулювання другого начала термодинаміки з допомогою ентропії. Фізичний зміст ентропії.
6. Процеси перенесення в газах. Зв'язок між коефіцієнтами процесів перенесення в газах.
7. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст сталих "а" і "в" в рівнянні Ван-дер-Ваальса.
8. Поверхневий натяг рідин. Вільна поверхнева енергія. Коефіцієнт поверхневого натягу.
9. Фазові переходи. Типи фазових переходів. Фазові переходи I і II роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса.

Електрика

1. Взаємодія нерухомих електричних зарядів. Електростатичне поле. Потенціал і напруженість поля. Теорема Гаусса. Рівняння Пуассона та Лапласа.
2. Діелектрики. Поляризація діелектриків. Полярні і неполярні діелектрики. Сегнето- і п'єзоелектрики. Антисегнетоелектрики. Піроелектрики.
3. Взаємодія рухомих зарядів. Релятивістська природа магнітного поля. Сила Лоренца. Закон Біо-Савара. Магнітне поле струму.
4. Електропровідність речовин. Електронна теорія провідності металів. Рухливість носіїв струму.
5. Електромагнітна індукція. Основний закон електромагнітної індукції. Технічні використання явища.
6. Робота і потужність струму. К.к.д. джерела струму. Закон Джоуля-Ленца і його диференціальна форма. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа та їхнє застосування. Метод контурних струмів.
7. Робота виходу. Контактна різниця потенціалів. Явища Зеебека, Пельтьє і Томсона. Термо-е.р.с. Термопари. Термоелектричні пристрої
8. Струм зміщення. Вихрове електричне поле. Взаємні перетворення електричного і магнітного полів.
9. Рівняння Максвелла в інтегральній і диференціальній формі. Феноменологічний характер рівнянь Максвелла.

Оптика

1. Інтерференція світла у тонких плівках, її застосування (просвітлена оптика, інтерференційні фільтри, діелектричні дзеркала).
2. Дифракція світла. Дифракція Френеля та Фраунгофера. Дифракційна ґратка.
3. Поляризація світла: природне, частково, лінійно і циркулярно поляризоване світло.
4. Закони заломлення та відбивання світла. Формули Френеля.
5. Двопроменезаломлення та оптична активність.
6. Взаємодія світла з речовиною – нормальна та аномальна дисперсія.
7. Нелінійно-оптичні ефекти: самофокусування та генерація другої гармоніки.
8. Рівноважне температурне випромінювання світла.
9. Оптичні квантові генератори – принцип дії, будова та властивості випромінювання.

Атомна фізика

1. Модель атома за Резерфордом. Формула Резерфорда для розсіювання α -частинок на атомах.
2. Постулати Бора. Досліди Франка-Герца. Борівська теорія атома водню. Спектр атома водню.
3. Просторове квантування в моделі Бора-Зомерфельда. Магнітне квантове число. Магнітний та механічний моменти електрона, магнетон Бора. Досліди Штерна-Герлаха. Спін електрона.
4. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Гіпотеза де Бройля. Дифракція електронів. Електронографія.
5. Енергетичні рівні та хвильові функції електрона в безмежній потенціальній ямі.
6. Енергетичні рівні та спектри багатоелектронних атомів на прикладі атомів ртуті та гелію.
7. Енергетичні рівні атома водню з врахуванням спіно-орбітальної взаємодії. Зсув Лемба. Поняття електромагнітного вакууму.
8. Атом у магнітному полі. Нормальний та аномальний ефект Зеемана. Ефект Пашена-Бека.
9. Природа та типи X-випромінювання. Тонка структура спектрів X-випромінювання. Ефект Комптона.

Ядерна фізика

1. Енергія зв'язку ядер, ядерні сили. Формула Вайцеккера.

2. Дозиметричні одиниці.
3. Модель ядерних оболонок. Узагальнена модель ядра.
4. Фазотрон, синхротрон. Синхрофазотрон.
5. Природні радіоактивні ядра. Радіоактивні ряди.
6. Поділ важких ядер. Ланцюгові ядерні реакції.
7. Використання енергії поділу. Практичне здійснення ланцюгового ядерного процесу. Ядерні реактори.
8. Реакції термоядерного синтезу. Проблема керованої термоядерної реакції. Магнітна ізоляція плазми.
9. Критерій елементарності. Основні характеристики елементарних частинок. Закони збереження.

Теоретична механіка

1. Гамільтонова форма динаміки, рівняння Гамільтона.
2. Динаміка твердого тіла. Рівняння руху твердого тіла. Обчислення моменту інерції. Кінетична енергія руху твердого тіла.
3. Закон збереження імпульсу, закон збереження моменту імпульсу для ізольованої системи. Закон збереження енергії.
4. Рух у полі центральних сил. Закони Кеплера. Закон тяжіння Ньютона. Космічні швидкості.
5. Принцип Д'Аламбера. Рівняння Лагранжа першого роду.
6. Принцип найменшої дії. Рівняння Лагранжа другого роду.
7. Параметричний резонанс. Рух у швидкоосцилюючому полі.
8. Дія як функція координат. Рівняння Гамільтона-Якобі, теорема Якобі. Геометрична інтерпретація дії.

Електродинаміка

1. Вільне електромагнітне поле. Хвильове рівняння. Плоскі хвилі.
2. Дипольне випромінювання.
3. Закони збереження енергії та імпульсу електромагнітного поля.
4. Потенціали електромагнітного поля, рівняння для потенціалів, градієнтна інваріантність електромагнітного поля.
5. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля в середовищі. Матеріальні рівняння.
6. Сила радіаційного гальмування. Променисте тертя.
7. Тензор електромагнітного поля, перетворення полів при переході від однієї інерційної системи відліку до іншої.
8. Мультипольні розклади. Електричний і магнітний дипольні моменти. Електричний квадрупольний момент.
9. Поляризація середовища у сталому полі. Полярні та неполярні середовища.

Квантова механіка

1. Частинка в потенціальній ямі з безмежно високими стінками.
2. Гармонічний осцилятор. Оператори народження і знищення.
3. Проходження частинки через потенціальний бар'єр.
4. Квантово-механічна теорія атома водню.
5. Опис стану частинки в квантовій механіці. Оператори фізичних величин та їх властивості. Хвильова функція, її зміст.
6. Рівняння Кляйна-Гордона-Фока.
7. Рівняння Паулі.

8. Рівняння Дірака.
9. Хвильове рівняння Шредінгера.
10. Стационарне рівняння Шредінгера.

Термодинаміка і статистична фізика

1. Теорія броунівського руху.
2. Начала термодинаміки. Термодинамічні потенціали.
3. Принципи статистичної механіки. Ансамблі Гіббса.
4. Статистична термодинаміка слабонеідеального газу нейтральних частинок.
5. Фазові переходи першого і другого роду. Теорія Ландау.
6. Теплоємність твердих тіл. Теорія Дебая теплоємності твердих тіл.
7. Розподіл Фермі. Ідеальний фермі-газ при низьких температурах.
8. Розподіл Бозе. Ідеальний бозе-газ. Бозе-конденсація. Рівноважне випромінювання.

Загальна теорія відносності

1. Гравітація і принцип еквівалентності. Рівняння Айнштейна у вакуумі. Розв'язок Шварцшільда.

Програма розглянута і затверджена на засіданні Вченої ради фізичного факультету протокол № 4 від 24.05.2023 р.

В. о. декана
фізичного факультету,
доцент

Я.М.Чорнодольський