

III. ЗМІСТ

МОДУЛЬ 1

Тема 1. Фізичні основи механіки

Предмет та завдання фізики. Механіка. Фізичні моделі в механіці (матеріальна точка, абсолютно тверде тіло). Кінематика матеріальної точки. Механічний рух (система відліку, радіус-вектор, траєкторія, шлях, переміщення). Кінематичні рівняння руху. Швидкість, прискорення та його складові. Приклади різних типів рухів (рівномірний та рівномірно прискорений рух та ін.). Кінематика обертального руху (вектор кута повороту, кутова швидкість, кутове прискорення). Зв'язок лінійних та кутових величин.

Динаміка матеріальної точки та абсолютно твердого тіла. Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона. Маса та імпульс тіла. Сила. Другий закон Ньютона. Принцип незалежності дії сил. Третій закон Ньютона. Види сил (гравітаційні, тертя, пружності).

Поступальний рух абсолютно твердого тіла. Центр мас. Динамічне рівняння поступального руху абсолютно твердого тіла. Динамічні характеристики обертального руху (моменти інерції та імпульсу тіла, момент сили). Рівняння динаміки обертального руху абсолютно твердого тіла. Аналогії в описі поступального та обертального рухів.

Робота сили. Потужність. Кінетична енергія поступального та обертального рухів абсолютно твердого тіла. Консервативні сили. Потенціальна енергія. Повна механічна енергія тіла. Закони збереження в механіці (закон збереження імпульсу, моменту імпульсу, механічної енергії) та приклади їх використання.

Тема 2. Елементи статистичної фізики

Статистичний та термодинамічний методи описання термодинамічних систем. Термодинамічні параметри (тиск, об'єм, температура). Ідеальний газ. Рівняння стану ідеального газу. Основне рівняння молекулярно кінетичної теорії (МКТ) ідеального газу. Внутрішня енергія ідеального газу. Ступені свободи молекул.

Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Експериментальне підтвердження розподілу Максвелла. Барометрична формула і розподіл Больцмана.

МОДУЛЬ 2

Тема 3. Електрика

Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду замкнутої системи. Закон Кулона. Електростатичне поле та його напруженість. Лінії напруженості електростатичного поля. Принцип суперпозиції електростатичних полів. Електричний диполь та його поле. Робота електростатичного поля по переміщенню заряду. Потенціальна енергія заряду.

Потенціал. Зв'язок між напруженістю і потенціалом. Еквіпотенціальні поверхні.

Потік вектора напруженості електростатичного поля. Теорема Гаусса та приклади її застосування.

Діелектрики та їх типи. Поляризація діелектриків, вектор поляризованості. Зв'язані заряди. Електростатичне поле в діелектрику, вектор зміщення (електричної індукції). Діелектричні проникність та сприйнятливість діелектрика. Зв'язок між векторами напруженості, зміщення та поляризованості. Теорема Гаусса для вектора зміщення. Сегнетоелектрики.

Провідники та їх типи. Вільні заряди. Провідники в електростатичному полі, електростатична індукція, електростатичний захист. Розподіл надлишкового заряду в провіднику. Електростатичне поле зарядженого провідника. Електроємність усамітненого провідника. Конденсатори та їх типи. Електроємність конденсаторів (плоского, циліндричного, сферичного). З'єднання конденсаторів. Енергія та об'ємна густина енергії електростатичного поля.

Електричний струм. Сила та густина струму. Рівняння неперервності. Умови існування електричного струму. Сторонні сили, електрорушійна сила. Напруга. Закон Ома в інтегральній формі для ділянки та замкнутого електричного кола. Опір і питомий опір провідників. Провідність і питома провідність провідників. Закон Ома в диференціальній формі. Правила Кірхгофа для розгалужених кіл. З'єднання провідників. Робота та потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.

Тема 4. Електромагнетизм

Магнітне поле та його характеристики (магнітна індукція, напруженість). Магнітна проникність речовини. Лінії магнітної індукції. Закон Ампера. Принцип суперпозиції магнітних полів. Закон Біо-Савара-Лапласа та приклади його застосування. Теорема про циркуляцію векторів індукції та напруженості магнітного поля.

Дія магнітного поля на рухомі заряди. Магнітне поле заряду, що рухається. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в електричному та магнітному полях. Формула Лоренца. Ефект Холла.

Потік вектора магнітної індукції. Теорема Гаусса для магнітного поля. Робота по перенесенню провідника зі струмом у магнітному полі.

Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея. Правило Ленца. Вихрові струми (струми Фуко). Самоіндукція. Індуктивність провідника (соленоїда). Струми самоіндукції при розмиканні та замиканні електричного кола. Взаємодія. Енергія та об'ємна густина енергії магнітного поля.

Вихрове електричне поле. Скін-ефект. Циркуляція вектора напруженості вихрового електричного поля. Струм зміщення. Узагальнена теорема про циркуляцію вектора напруженості магнітного поля (закон повного струму). Рівняння Максвелла для електромагнітного поля в інтегральній та диференціальній формах.

МОДУЛЬ 3

Тема 5. Коливання

Коливання та їх типи. Механічні коливання. Диференціальне рівняння вільних гармонічних коливань та його розв'язок. Характеристики гармонічних коливань (амплітуда, частота, період, фаза). Енергія коливань. Маятники (пружинний, математичний, фізичний).

Метод векторних діаграм. Додавання гармонічних коливань одного напрямку з рівними, близькими (биття) та різними частотами. Додавання взаємно перпендикулярних гармонічних коливань (фігури Ліссажу). Представлення гармонічних коливань у комплексній формі.

Вільні згасаючі коливання, їх диференціальне рівняння та його розв'язок. Характеристики згасання (коефіцієнт згасання, час релаксації, логарифмічний декрамент згасання, добротність). Вимушені коливання, їх диференціальне рівняння та його розв'язок. Механічний резонанс. Автоколивання, параметричний резонанс.

Електричний коливальний контур. Вільні, згасаючі та вимушені електричні коливання. Диференціальні рівняння та їх розв'язки. Електричний резонанс. Енергія електричних коливань.

Змінний електричний струм. Квазістаціонарні струми. Коло змінного струму із послідовно з'єднаних ємності, індуктивності та активного опору. Фазові співвідношення між силою струму та напругою на елементах кола. Векторні діаграми. Активний, реактивний і повний опір кола змінного струму. Потужність змінного струму. Ефективні значення напруги та сили змінного струму. Резонанс напруг і струмів.

МОДУЛЬ 4

Тема 6. Хвилі та хвильові явища

Хвильовий процес та види хвиль. Гармонічна хвиля та її характеристики. Рівняння плоскої та сферичної хвиль. Пружні хвилі. Швидкість пружної хвилі. Хвильове рівняння пружної хвилі. Енергія пружної хвилі та її енергетичні характеристики (об'ємна густина, потік, вектор густини потоку, інтенсивність).

Елементи акустики. Звукові хвилі. Швидкість звуку в газах. Об'єктивні (спектр, інтенсивність) та суб'єктивні (гучність, висота, тембр) характеристики звуку. Ефект Доплера в акустиці.

Електромагнітні хвилі (ЕМХ). Хвильове рівняння електромагнітної хвилі. Особливості ЕМХ. Шкала ЕМХ. Випромінювання електромагнітних хвиль електричним диполем. Енергія ЕМХ та енергетичні характеристики (об'ємна густина, потік, вектор густини потоку – вектор Пойнтінга, інтенсивність). Ефект Доплера для електромагнітних хвиль.

Хвильові явища. Відбиття та заломлення хвиль на границі двох середовищ. Рефракція хвиль. Інтерференція хвиль. Стояча електромагнітна хвиля. Дифракція хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція у паралельних про-

менях на щілині. Дисперсія хвиль. Поглинання хвиль. Реальні електромагнітні хвилі. Принцип суперпозиції хвиль. Хвильовий пакет. Групова швидкість.

Тема 7. Квантова природа електромагнітного випромінювання

Теплове випромінювання, його особливості та характеристики. Абсолютно чорне тіло. Закони Кірхгофа та Стефана-Больцмана. Розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Віна. Гіпотеза Планка, формула Планка. Зовнішній фотоефект. Фотони. Дослід Боте. Корпускулярно-хвильовий дуалізм електромагнітного випромінювання.

МОДУЛЬ 5

Тема 8. Елементи квантової механіки

Корпускулярно-хвильовий дуалізм мікрочасток. Гіпотеза де Бройля та її експериментальне підтвердження. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Хвильова функція і її статистичний зміст. Головне рівняння нерелятивістської квантової механіки. Стационарне рівняння Шредінгера.

Застосування рівняння Шредінгера (мікрочастка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі, тунельний ефект, квантовий гармонічний осцилятор).

Тема 9. Елементи атомної фізики

Випромінювання атома водню. Серіальна формула. Постулати Бора. Квантово-механічний опис воднеподібного атома. Енергія електрона в атомі водню. Кратність виродження. Головне, орбітальне, магнітне квантові числа. Орбітальні механічний та магнітний моменти електрона.

Особливості оптичних спектрів багато електронних атомів. Спін електрона, спінове квантове число. Власний магнітний момент електрона, магнітне спінове число. Правила відбору. Закони заселення електронами енергетичних станів в атомах: принцип Паулі і закон мінімальних енергій. Періодична система елементів Д. І. Менделєєва та її квантове обґрунтування.

МОДУЛЬ 6

Тема 10. Елементи фізики твердого тіла

Елементи зонної теорії. Кристалічні і аморфні тверді тіла. Кристалічна ґратка. Дефекти в кристалах. Види кристалічних зв'язків (іонний, ковалентний, металевий, молекулярний). Наближення вільних електронів. Рівняння Шредінгера для вільних електронів в металах. Густина дозволених станів вільних електронів. Енергія Фермі. Наближення слабо зв'язаних електронів. Виникнення дозволених і заборонених енергетичних зон в кристалах. Зонна структура металів, діелектриків та напівпровідників. Дефекти в кристалах.

Поняття про квантову статистику. Своєрідність електронного газу. Функція розподілу Фермі-Дірака. Розподіл електронів по енергетичним станам при різних температурах в металах та напівпровідниках. Поняття про виродження електронного газу. Визначення концентрації вільних носіїв заряду. Розподіл Бозе-Ейнштейна.

Електропровідність металів. Квантова теорія електропровідності металів. Ефективна маса електрона. Час релаксації. Рухливість носіїв. Залежність опору металів від температури. Явище надпровідності.

Електропровідність напівпровідників. Донорні та акцепторні домішки в напівпровідниках. Рівень Фермі у власному та домішковому напівпровідниках. Концентрація носіїв заряду в напівпровідниках та її залежність від температури. Власна і домішкова провідність напівпровідників. Вплив світла на електропровідність напівпровідників: процеси збудження, захоплення і рекомбінації у напівпровідниках. Фотопровідність і люмінесценція.

Контактні явища. Робота виходу електронів з кристалу. Контакт двох металів, контактна різниця потенціалів. Термоелектричні явища: Зеебека, Пельтьє, Томсона. Контакт метала з напівпровідником (запирний шар, випрямляюча дія контакту). Контакт двох напівпровідників з різними типами провідності. Утворення р-п переходу. Рівноважний стан р-п переходу. Воль-амперна характеристика р-п переходу. Інжекція та екстракція носіїв заряду. Напівпровідникові прилади. Діоди (силові, тунельні, лавинні). Напівпровідникові тріоди (транзистори). Принцип роботи транзистора та його основні параметри.

Магнітні властивості твердих тіл. Магнітний момент атома. Діамагнітний ефект. Типи магнетиків. Магнетики в стаціонарному магнітному полі. Намагнічування, вектор намагніченості, магнітна сприйнятливність. Природа діа-та парамагнетизму. Феромагнетизм. Магнітний гістерезис. Точка Кюрі. Домени. Природа феромагнетизму. Роль обмінної взаємодії у виникненні феромагнетизму. Антиферомагнетизм. Феррити.

Тема 11. Елементи фізики атомного ядра та елементарних частинок

Склад атомних ядер. Нуклони. Спін ядра і його магнітний момент. Ядерні сили. Моделі ядра. Дефект маси. Енергія зв'язку ядра. Спонтанна радіоактивність, закон радіоактивного розпаду. Види радіоактивного випромінювання (α -, β -, γ -) та їх властивості. Правила зміщення. Методи реєстрації радіоактивного випромінювання (сцинтиляційний лічильник, імпульсна іонізаційна камера, газорозрядний лічильник, камера Вільсона, дифузійна та бульбашкова камери, метод фотоемульсій). Ядерні реакції та їх типи. Закони збереження в ядерних реакціях. Реакція поділу ядра. Ланцюгова реакція поділу. Ядерні реактори. Реакція синтезу атомних ядер. Елементарні частинки. Фундаментальні взаємодії у природі. Класифікація елементарних частинок. Взаємне перетворення елементарних частинок. Кварки.

Досягнення фізичної науки. Перспективи впровадження досягнень в техніку взагалі та в галузь інформаційно-комунікаційних технологій зокрема.