

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технической физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ
ЗАДАНИЯ**

по физике для студентов заочной формы обучения
механико-технологического факультета

Издание 2-е, дополненное и переработанное

Минск 2003

УДК 53 (075.4)

ББК 22.3 я 73

М 54

Составители:

М.Б. Ржевский, Г.И. Новикова, В.И. Кудин,
И.Д. Бондаренко, И.В. Иваненко, К.С. Генкина, Т.А. Авсиевич,
А.И. Максимов, Л.Н. Смурага,

Л.Г. Крейдик

Рецензенты:

Е.В. Журавкевич, Г.М. Блинков

В методических указаниях приведены основные требования по выполнению и оформлению контрольных работ, рекомендуемая литература, учебная программа курса общей физики и пояснения к ней; перечень основных формул по третьей части курса общей физики, традиционно наиболее трудно усваиваемых студентами-заочниками; заданий для трех контрольных работ. Дополнительную информацию (табличные данные, формулы, примеры решения задач), необходимые для выполнения контрольных работ, следует брать из задачника по физике (Чертов А.Г., Воробьев А.А. – М.: Высш. школа, 1981г.). Отдельные задачи, содержащиеся в контрольных работах, могут быть рекомендованы также для студентов автомеханических и машиностроительных специальностей.

За основу взяты «Методические указания и контрольные задания по физике для студентов-заочников машиностроительных и автомеханических специальностей» (Минск, 1992).

УДК 53 (075.4)

ББК 22.3 я 73

© Ржевский М.Б., Новикова Г.И., Кудин В.И.
и др., составление, 2003

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ФИЗИКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ЗАОЧНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ВУЗОВ

Введение

Предмет физики. Методы физического исследования: опыт, гипотеза, эксперимент, теория. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Связь физики с другими науками. Физика как культура моделирования. Компьютеры в современной физике. Роль физики в становлении инженера. Общая структура курса физики. Размерность физических величин. Основные единицы СИ.

Физические основы классической механики

Предмет механики. Классическая механика. Квантовая механика. Релятивистская механика. Физические модели: материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело, сплошная среда, пространство и время.

Механическое движение как простейшая форма движения материи. Представления о свойствах пространства и времени, лежащие в основе классической (ньютоновской) механики. Элементы кинематики материальной точки. Скорость и ускорение точки как производные радиуса-вектора по времени. Нормальное и тангенциальное ускорение.

Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Закон инерции и инерциальные системы отсчета. Законы динамики материальной точки и системы материальных точек. Внешние и внутренние силы. Центр масс (центр инерции) механической системы и закон его движения. Закон сохранения импульса как фундаментальный закон природы и связь с однородностью пространства.

Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Работа переменной силы. Реактивное движение. Кинетическая энергия механической системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил, приложенных к системе.

Поле как форма материи, осуществляющая силовое взаимодействие между частицами вещества. Консервативные и неконсервативные системы. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле ее связь с силой, действующей на материальную точку. Понятие о градиенте скалярной функции координат. Поле центральных сил. Потенциальная энергия системы. Закон сохранения механической энергии и его связь с однородностью времени. Закон сохранения и превращения энергии как проявление неуничтожимости материи и ее движения. Применение законов сохранения к столкновению упругих и неупругих тел.

Вращательного движения. Угловая скорость и угловое ускорение, связь с линейными скоростями и ускорениями точек вращающегося тела. Момент силы и момент импульса механической системы. Момент силы относительно оси. Момент импульса тела относительно неподвижной оси вращения. Момент инерции тела относительно оси. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси. Кинетическая энергия вращающегося тела. Закон сохранения момента импульса и его связь с изотропностью пространства.

Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Элементы механики сплошных сред. Общие свойства жидкостей и газов. Идеальная и вязкая жидкости. Стационарное движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Гидродинамика вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Формула Стокса. Упругие напряжения. Закон Гука. Растяжение и сжатие стержней.

Элементы специальной (частной) теории относительности

Преобразования Галилея. Механический принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразование Лоренца. Относительность длин и промежутков времени. Интервал между событиями и его инвариантность по отношению к выбору инерциальной системы отсчета как проявление взаимосвязи пространства и времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистский импульс. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Релятивистское выражение для кинетической энергии. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия связи системы.

Соотношение между полной энергией и импульсом частицы. Границы применимости классической (ньютоновской) механики.

Механические колебания и волны в упругих средах

Понятие о колебательных процессах. Параметрические колебания и автоколебания. Единый подход к колебаниям различной физической природы. Гармонические механические колебания. Кинематические характеристики гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Комплексная форма представления колебаний. Гармонический осциллятор. Пружинный, физический и математический маятники. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение. Коэффициент затухания, логарифмический декремент, добротность. Аперiodический процесс. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Амплитуда смещения и фаза вынужденных колебаний. Понятие о резонансе. Фурье-разложение. Физический смысл спектрального разложения. Модулированные колебания. Спектр амплитудно-модулированного колебания.

Волновые процессы. Механизм образования механических волн в упругой среде. Продольные и поперечные волны. Синусоидальные (гармонические) волны. Уравнение бегущей волны. Длина волны и волновое число. Волновое уравнение. Фазовая скорость и дисперсия волн. Энергия волны. Принцип суперпозиции волн и границы его применимости. Волновой пакет. Групповая скорость. Когерентность.

Интерференция волн. Образование стоячих волн. Уравнение стоячей волны и его анализ. Эффект Доплера.

Основы молекулярной физики и термодинамики

Статистический и термодинамический методы исследования. Термодинамические параметры. Равновесные состояния и процессы, их изображение на термодинамических диаграммах. Вывод уравнения молекулярно-кинетической теории идеальных газов для

давления и его сравнение с уравнением Клапейрона-Менделеева. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно – кинетическое толкование термодинамической температуры. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа. Работа газа при изменении его объема. Количество теплоты. Теплоемкость. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам и адиабатному процессу идеального газа. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса. Классическая молекулярно-кинетическая теория теплоемкостей идеальных газов и ее ограниченность. Границы применимости закона равнораспределения энергии и понятие о квантовании энергии вращения и колебания молекул.

Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула. Закон Больцмана для распределения частиц во внешнем потенциальном поле. Распределение Гиббса. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Время релаксации. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. Опытные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Молекулярно-кинетическая теория этих явлений.

Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл). Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа. Второе начало термодинамики. Независимость КПД цикла Карно от природы рабочего тела. Энтропия. Энтропия идеального газа. Принцип возрастания энтропии. Статистическое толкование второго начала термодинамики. Критика идеалистического толкования второго начала термодинамики. Термодинамические потенциалы и условия равновесия.

Отступления от законов идеальных газов. Реальные газы. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Эффективный диаметр молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными. Внутренняя энергия реального газа. Фазовые переходы I и II рода. Критическое состояние. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тройная точка. Фазовые диаграммы. Внутренняя энергия реального газа. Особенности жидкого и твердого состояний вещества. Строение кристаллов. Точечные дефекты в кристаллах. Дислокация и пластичность.

Электростатика

Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Основные характеристики электрического поля – напряженность и потенциал. Напряженность как градиент потенциала. Расчет электростатических полей методом суперпозиции. Поток вектора напряженности (электрического смещения). Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в вакууме. Применение теоремы Остроградского – Гаусса к расчету поля. Электрическое поле в веществе. Проводники в электрическом поле. Электростатическая защита. Свободные и связанные заряды в диэлектриках. Типы диэлектриков. Электронная и ориентационная поляризация. Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость вещества. Электрическое смещение. Диэлектрическая проницаемость среды. Вычисление напряженности поля в диэлектрике. Емкость конденсаторов различной геометрической конфигурации. Энергия взаимодействия электрических зарядов, заряженных проводников, электростатического поля. Объемная плотность энергии электростатического поля. Сегнетоэлектрики.

Постоянный электрический ток

Постоянный электрический ток, его характеристики и условия существования. Разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжение. Сторонние силы. ЭДС гальванического элемента. Закон Ома для участка цепи с гальваническим элементом. Классическая электронная теория электропроводности металлов и ее опытные обоснования. Вывод закона Ома и Джоуля -Ленца в дифференциальной форме из электронных представлений. Закон Видемана – Франца. Закон Ома и Джоуля -Ленца в интегральной форме. Затруднения классической теории электропроводности металлов. Границы применимости закона Ома. Правила Кирхгофа. Ток в газах. Плазма. Плазменная частота, дебаевская длина, электропроводность плазмы. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия.

Электромагнетизм

Магнитное поле. Магнитная индукция. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Единица силы тока – ампер и ее определение. Магнитное поле тока. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитного поля. Магнитное поле прямолинейного проводника с током. Магнитное поле кругового тока. Магнитный момент витка с током. Вихревой характер магнитного поля. Закон полного тока (циркуляция вектора магнитной индукции) для магнитного поля в вакууме и его применение к расчету магнитного поля тороида и длинного соленоида. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Принцип действия циклических ускорителей заряженных частиц. Эффект Холла. МГД-генератор. Контур с током в магнитном поле. Момент сил, действующий на рамку с током в магнитном поле. Магнитный поток. Теорема Остроградского-Гаусса. Работа перемещения проводника и контура с током в магнитном поле.

Явление электромагнитной индукции (опыты Фарадея). Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции и его вывод из закона сохранения энергии. Явление самоиндукции. Индуктивность. Токи при замыкании и размыкании цепи. Явление взаимной индукции. Взаимная индуктивность. Энергия магнитного поля проводников с током. Объемная плотность энергии магнитного поля.

Магнитное поле в веществе. Магнитные моменты атомов. Типы магнетиков. Намагниченность. Микро- и макротокки. Элементарная теория диа- и парамагнетизма. Магнитная восприимчивость вещества и ее зависимость от температуры. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость среды. Ферромагнетики. Опыт Столетова. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Домены. Спиновая природа ферромагнетизма.

Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной и дифференциальной форме.

Электромагнитные колебания и волны

Гармонические электромагнитные колебания и их характеристики. Дифференциальное уравнение электромагнитных колебаний. Электрический колебательный контур. Энергия электромагнитных колебаний. Дифференциальное уравнение электромагнитных колебаний и его решение. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Случай резонанса. Плоские электромагнитные волны. Дифференциальное уравнение плоской электромагнитной волны. Основные свойства электромагнитных волн. Плоская монохроматическая волна. Энергия электромагнитных волн. Поток энергии. Вектор Умова-Пойтинга. Излучение диполя.

Волновая оптика

Интерференция света. Когерентность и монохроматичность световых волн. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Оптическая длина пути. Интерференция света в тонких пленках. Интерферометры. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели и дифракционной решетке. Разрешающая способность оптических приборов. Дифракция на пространственной решетке. Формула Вульфа-Брэгга. Исследование структуры кристаллов. Принцип голографии. Применение голографии. Дисперсия света. Области нормальной и аномальной дисперсии. Электронная теория дисперсии света. Поглощение света. Эффект Доплера. Излучение Вавилова-Черенкова. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Поляроиды и поляризационные призмы. Закон Малюса. Электрооптические и магнитооптические явления. Жидкие кристаллы. Поведение в электрическом и магнитном полях. Применение жидких кристаллов.

Квантовая природа излучения

Тепловое излучение. Черное тело. Проблемы излучения черного тела. Закон Кирхгофа. Закон Стефана-Больцмана. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза и формула Планка. Оптическая пирометрия. Внешний фотоэффект и его законы. Фотоны. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Масса и импульс фотона. Давление света. Опыты Лебедева. Квантовое и волновое объяснение давления света. Эффект Комптона и его теория. Диалектическое единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

Элементы атомной физики и квантовой механики

Опытное обоснование корпускулярно-волнового дуализма свойств вещества. Формула де Бройля. Соотношение неопределенностей как проявление корпускулярно-волнового дуализма свойств материи. Волновая функция и ее статистический смысл. Ограниченность механического детерминизма. Принцип причинности в квантовой механике. Стационарные состояния. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Свободная частица. Туннельный эффект. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Квантование энергии и импульса частицы. Понятие о линейном гармоническом осцилляторе. Атом водорода. Главное, орбитальное и магнитное квантовые числа.

Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Фермионы и бозоны. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Понятие об энергетических уровнях молекул. Спектры атомов и молекул. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Принцип работы квантового генератора. Метод трех уровней. Первые лазеры. Применение лазеров.

Элементы квантовой статистики и физики твердого тела

Фазовое пространство. Элементарная ячейка. Плотность состояний. Понятие о квантовой статистике Бозе – Эйнштейна. Фотонный и фононный газы. Распределение фононов по энергиям. Теплоемкость кристаллической решетки. Сверхтекучесть. Понятие о квантовой

статистике Ферми – Дирака. Распределение электронов проводимости в металле по энергиям при абсолютном нуле температуры. Энергия Ферми. Влияние температуры на распределение электронов. Уровень Ферми. Внутренняя энергия и теплоемкость электронного газа в металле. Электропроводимость металлов. Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводника. Высокотемпературная сверхпроводимость. Эффекты Джозефсона.

Энергетические зоны в кристаллах. Распределение электронов по энергетическим зонам. Валентная зона и зона проводимости. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственная проводимость полупроводников. Квазичастицы – электроны проводимости и дырки. Эффективная масса электронов в кристалле. Примесная проводимость полупроводников. Контактные явления. Контакт электронного и дырочного полупроводника (p – n – переход) и его вольтамперная характеристика. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Люминесценция твердых тел.

Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц

Заряд, размер и масса атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Момент импульса ядра и его магнитный момент. Состав ядра. Работы Иваненко и Гейзенберга. Нуклоны. Взаимодействие нуклонов и понятие о свойствах и природе ядерных сил. Дефект массы и энергия связи ядра. Закономерности и происхождение альфа-, бета- и гамма-излучений атомных ядер. Ядерные реакции и законы сохранения. Реакция деления ядер. Цепная реакция деления. Ядерный реактор. Понятие о ядерной энергетике. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций. Эффект Мессбауэра и его применение. Элементарные частицы. Их классификация и взаимная превращаемость. Четыре типа фундаментальных взаимодействий: сильные, электромагнитные, слабые и гравитационные. Понятие об основных проблемах современной физики и астрофизики. Современная физическая картина мира.

Литература

Основная

1. Трофимова Т. И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1985. – 2000.
2. Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. – М.: Наука, 1989 2001. – В 5т Т.1-5.
4. Чертов А. Г., Воробьев А. А. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1981.

Дополнительная

1. Стрелков С.П. Механика. – М.: Наука, 1975.
2. Калашников С. Г. Электричество. – М.: Наука, 1977.
3. Матвеев А. Н. Механика и теория относительности. – М.: Высшая школа, 1986.
4. Матвеев А. Н. Молекулярная физика. – М.: Высшая школа, 1987.
5. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм. – М.: Высшая школа, 1983.
6. Матвеев А. Н. Оптика. – М.: Высшая школа, 1985.
7. Матвеев А. Н. Атомная физика. – М.: Высшая школа, 1990.
8. Фирганг Е. В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. – М.: Высшая школа, 1978.
9. Чертов А. Г. Единицы физических величин. – М.: Высшая школа, 1977.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ

Необходимо хорошо усвоить вопросы, изложенные в разделе “Введение”. Изучать основы классической механики надо исходя из представлений современной физики, в которой основные понятия классической механики не утратили своего значения, а лишь получили дальнейшее развитие, обобщение и критическую оценку с точки зрения их применения. Следует помнить, что механика – это наука о простейших формах движения материальных тел и происходящих при этом взаимодействиях между телами. Движение всегда существует в пространстве и во времени. Надо помнить, что пространство и время являются основными формами существования материи. Предметом классической механики является движение макроскопических материальных тел, совершаемое со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света в вакууме. Движение частиц со скоростями порядка скорости света рассматривается в теории относительности, а движение микрочастиц изучается в квантовой механике.

Контрольная работа по разделам “Механика, молекулярная физика и термодинамика” построена так, что позволяет проверить знания студентов по ключевым вопросам классической механики, молекулярной физики и термодинамики. Решая задачи по кинематике, в которых необходимо использовать математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления, студент должен научиться определять мгновенные скорость и ускорение по заданной зависимости координаты от времени и решать обратные задачи.

Задачи на динамику материальной точки и поступательного движения твердого тела охватывают такие вопросы, как закон сохранения импульса (количества движения); работу силы и ее выражение через криволинейный интеграл; связь кинетической энергии механической системы с работой сил, приложенных к этой системе; закон сохранения механической энергии. Тщательного изучения и понимания требуют вопросы о поле как форме материи, осуществляющей взаимодействие между частицами вещества или телами; о потенциальной энергии материальной точки во внешнем поле и потенциальной энергии механической системы.

В задачах на кинематику и динамику вращательного движения твердого тела главное внимание уделяется изучению соотношений между линейными и угловыми характеристиками; понятию момента силы, момента инерции тела, законов сохранения количества движения, момента количества движения и механической энергии.

Необходимо уяснить, что существуют два качественно различных и взаимодополняющих метода исследования физических свойств микроскопических систем – статистический (молекулярно-кинетический) и термодинамический. Молекулярно-кинетический метод исследования лежит в основе молекулярной физики, термодинамический – в основе термодинамики. Молекулярно-кинетическая теория является важнейшей теорией, которая позволяет с единой точки зрения рассмотреть самые различные явления во всех состояниях вещества, вскрыть физическую сущность этих явлений и теоретическим путем вывести многочисленные закономерности, открытые экспериментально и имеющие большое практическое значение.

При изучении молекулярно-кинетической теории следует уяснить, что свойства огромной совокупности молекул отличны от свойств каждой отдельной молекулы и свойства микроскопической системы в конечном счете определяются свойствами частиц системы, особенностями их движения и средними значениями кинематических характеристик частиц, т. е. их скоростей, энергии и т. д.

В отличие от молекулярно-кинетической теории термодинамика не изучает конкретно молекулярные взаимодействия, происходящие с отдельными атомами и молекулами, а рассматривает взаимопревращения и связь различных типов энергии, теплоты и работы. Термодинамика базируется на двух опытных законах (началах), которые позволяют описывать физические явления, связанные с превращением энергии макроскопическим путем.

При изучении основ термодинамики студент должен четко усвоить такие понятия, как термодинамическая система, термодинамические параметры (параметры состояния), равновесное состояние, уравнение состояния, термодинамический процесс, внутренняя энергия, энтропия и т. д.

В задачах на тему “Основы молекулярно-кинетической теории” внимание уделено таким вопросам программы, как уравнение Клапейрона – Менделеева, уравнение молекулярно-кинетической тео-

рии, средние кинетические энергии поступательного и вращательного движений молекул, средняя длина свободного пробега и среднее число соударений.

Задачи по теме “Основы термодинамики” охватывают такие важные соотношения и понятия, как первое начало термодинамики, внутренняя энергия, работа при различных изопроцессах и адиабатном процессе. Включены также задачи, которые позволяют изучить и понять такие вопросы, как цикл Карно, второе начало термодинамики и энтропия, которая в отличие от количества теплоты является функцией состояния.

В контрольной работе, помогающей проверить знания по разделу “Электростатика. Постоянный ток”, содержатся задачи на определение напряженности поля и разности потенциалов, расчет простейших электрических полей с помощью принципа суперпозиции, определение емкости и энергии поля конденсаторов, применение законов Ома и Джоуля – Ленца.

Особое внимание при изучении электростатики следует обратить на закон сохранения электрического заряда, инвариантность его в теории относительности, на силовую и энергетическую характеристики поля (напряженность, потенциал) и связь между ними. Необходимо уметь применять теорему Остроградского – Гаусса для вычисления напряженности электрических полей и уяснить такие понятия, как поток и циркуляция вектора напряженности поля.

При изучении электрического поля в диэлектриках следует представлять механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков и преимущество вектора электрического смещения перед вектором напряженности для описания электрического поля в неоднородных диэлектриках.

При изучении вопроса об энергии заряженных проводников и конденсаторов необходимо обратить внимание, что в рамках электростатики нельзя однозначно решать вопрос о локализации этой энергии. С равным правом можно считать, что энергией обладают как заряженные проводники, так и создаваемое ими электрическое поле.

Изучение темы “Постоянный электрический ток” следует начать с классической электронной теории проводимости металлов, на ее основе рассмотреть законы Ома и Джоуля–Ленца. Четко разграничить такие понятия, как разность потенциалов, электродвижущая сила и электрическое напряжение.

Электрические и магнитные явления связаны с особой формой существования материи – электрическими и магнитными полями, с их взаимодействием. Электромагнитные взаимодействия не только объясняют все электромагнитные явления, но и обеспечивают силы, обуславливающие существование вещества на атомном и молекулярном уровнях как целого. Важность теории электромагнитного поля связана с тем, что она включает в себя всю оптику, так как свет представляет собой электромагнитное излучение. Основой теории электромагнитного поля является теория Максвелла. Уравнения Максвелла установили тесную связь между электрическими и магнитными явлениями, которые раньше рассматривались как независимые. Максвелл сформулировал такое важнейшее понятие физики, как электромагнитное поле.

Необходимо усвоить закон Ампера, знать и уметь применять закон Био–Савара–Лапласа для расчета магнитной индукции или напряженности магнитного поля прямолинейного и кругового токов, а также закон полного тока (циркуляция вектора магнитной индукции) для расчета магнитного поля тороида и длинного соленоида. При изучении вопроса, связанного с действием магнитного поля на движущиеся заряды, нужно уметь применять формулу силы Лоренца; определять направление движения заряженных частиц в магнитном поле; представлять себе принцип работы циклических ускорителей заряженных частиц, а также определять работу перемещения проводника и контура с током в магнитном поле.

При изучении явления электромагнитной индукции необходимо усвоить, что механизм возникновения ЭДС индукции имеет электронный характер. Надо вывести формулы ЭДС индукции, энергии магнитного поля.

Изучение магнитных свойств веществ в основном носит описательный характер. При этом необходимо уяснить, что исходя из выражения циркуляции вектора магнитной индукции магнитное поле в отличие от электрического является вихревым.

При изучении темы “Колебания и волны” следует параллельно рассмотреть механические и электромагнитные колебания, что способствует выработке единого подхода к колебаниям различной физической природы. Здесь следует четко уяснить понятия фазы, амплитуды, частоты, периода колебаний и там, где это необходимо, использовать графический метод представления гармонического

колебания. Нужно уяснить, что любые колебания линейной системы всегда можно представить в виде суперпозиции одновременно совершающихся гармонических колебаний с различными частотами, амплитудами и начальными фазами.

При изучении электромагнитных волн следует ясно представлять физический смысл уравнений Максвелла (в интегральной форме). Нужно четко представлять, что переменные электрическое и магнитное поля взаимосвязаны, и они поддерживают друг друга и могут существовать в виде электромагнитной волны. Другими словами, электромагнитная волна – это распространяющееся в пространстве переменное электромагнитное поле. Под энергией электромагнитного поля следует подразумевать сумму энергий электрического и магнитного полей. Простейшей системой, излучающей электромагнитные волны, является колеблющийся электрический диполь. Следует помнить, что если диполь совершает гармонические колебания, то он излучает монохроматическую волну.

В контрольной работе, помогающей проверить знания по разделу “Электромагнетизм”, содержатся задачи на применение закона Био – Савара–Лапласа для расчета магнитной индукции (или напряженности) магнитного поля, создаваемого проводниками с током различной конфигурации; применения принципа суперпозиции при определении индукции или напряженности простейших полей, определения траектории движения заряженной частицы, ее заряда и силы, действующей на движущуюся частицу в магнитном поле; вычисления работы, совершаемой силами как при движении прямолинейного проводника с током, так и при вращении контура с током различной конфигурации в магнитном поле; нахождения энергии и объемной плотности энергии магнитного поля соленоида.

В настоящее время волновая оптика является частью общего учения о распространении волн. При изучении явлений интерференции, объясняемых с позиций волновой природы света, необходимо обратить внимание на общность этих явлений для волн любой природы. Но световые волны имеют специфические особенности: когерентность, монохроматичность, которые обусловлены конечной длительностью свечения отдельного атома.

При изучении интерференции особое внимание следует обратить на такие вопросы, как цвета тонких пленок, полосы равной толщины и равного наклона. Следует помнить, что при интерференции

света имеет место суперпозиция, связанная с перераспределением энергии, а не с взаимодействием волн.

Рассматривая явление дифракции, необходимо уяснить метод зон Френеля, уметь пользоваться графическим методом сложения амплитуд, что будет способствовать пониманию дифракции на одной щели, дифракционной решетке. Кроме того необходимо изучить дифракцию на пространственной решетке. Уметь пользоваться формулой Вульфа–Брэгг, являющейся основной в рентгеноструктурном анализе, имеющем важнейшее практическое применение.

Изучение явлений интерференции и дифракции света должно способствовать, с одной стороны, пониманию физических основ голографии, а с другой стороны – основ волновой (квантовой) механики и физики твердого тела.

Поперечность световых волн была экспериментально установлена при изучении явления поляризации света, которое имеет большое практическое значение. При изучении этого явления особое внимание следует обратить на способы получения поляризованного света и применение законов Брюстера, Малюса, на явление вращения плоскости поляризации в кристаллах и растворах, эффект Керра.

Изучая явление дисперсии света, необходимо уяснить сущность электронной теории этого явления, отличие нормальной дисперсии от аномальной, четко представлять такие понятия, как фазовая и групповая скорости, знать связь между ними и показать их равенство при отсутствии дисперсии. Следует представлять, что при движении заряженных частиц в веществе в том случае, когда их скорость движения превышает фазовую скорость световых волн в этой среде, возникает излучение Вавилова–Черенкова, которое нужно рассматривать как классическое явление.

Переход от классической физики к квантовой связан с проблемой теплового излучения и, в частности, с вопросом распределения энергии по частотам в спектре черного тела. Изучая тему “Квантовая природа излучения”, необходимо знать гипотезу Планка о квантовании энергии осцилляторов. Уяснить, что на основании формулы Планка могут быть получены законы Стефана – Больцмана и Вина.

Развитие гипотезы Планка привело к созданию представлений о квантовых свойствах света. Кванты света получили название фотонов. С позиции квантовой теории света объясняются такие явления,

как фотоэлектрический эффект и эффект Комптона. При изучении фотоэффекта следует знать формулу Эйнштейна и на ее основании уметь объяснить закономерности, установленные Столетовым.

Рассматривая эффект Комптона, необходимо обратить внимание на универсальный характер законов сохранения, которые оказываются справедливыми в каждом отдельном акте взаимодействия фотона с электроном.

Изучая световое давление, важно понять, что это явление может быть объяснено как на основе волновых представлений о свете, так и с точки зрения квантовой теории.

В итоге изучения этого раздела должно сформироваться представление, что электромагнитное излучение имеет двойственную корпускулярно-волновую природу (корпускулярно-волновой дуализм). Корпускулярно – волновой дуализм – проявление взаимосвязи двух основных форм материи: вещества и поля.

Изучение раздела “Элементы атомной и ядерной физики и физики твердого тела” следует начать с элементов квантовой механики и рассмотреть такие вопросы, как корпускулярно – волновой дуализм материи; гипотезу де Бройля. Уяснить, что движение любой частицы, согласно этой гипотезе, всегда сопровождается волновым процессом. Исходя из соотношений неопределенностей Гейзенберга определить границы применимости классической механики и понять, что из этих соотношений вытекает необходимость описания состояния микрочастиц с помощью волновой функции, обратить внимание на ее статистический смысл. Целесообразно рассмотреть применение уравнения Шредингера к стационарным состояниям (прямоугольная потенциальная яма бесконечной глубины). Следует знать правила квантования энергии, орбитального момента электрона импульса в атоме водорода и выяснить смысл квантовых чисел. Необходимо обратить внимание на физический смысл спинового числа и принцип запрета Паули, на основе которого рассмотреть распределение электронов в атоме по состояниям.

Необходимо уделить внимание элементам теории кристаллической решетки, элементам зонной теории твердых тел, полупроводникам, проводникам (металлам). Рассматривая эти вопросы, существенно понять характер теплового движения в твердых телах, дебаевскую теорию теплоемкости, распределение электронов по энергиям при $T = 0$ и $T > 0$ К; иметь качественное представление о

сверхпроводимости; в том числе высокотемпературной сверхпроводимости, выяснить различия между металлами, диэлектриками и полупроводниками, рассмотреть собственную и примесную проводимости полупроводников и вольтамперную характеристику $p - n$ - перехода. Необходимо знать физические основы работы лазеров и их применение.

Переходя к изучению элементов физики атомного ядра и элементарных частиц, надо хорошо представлять себе состав атомного ядра и его характеристики: массу, линейные размеры, момент импульса, магнитный момент ядра, дефект массы ядра, энергию и удельную энергию связи ядра. Рассматривая состав ядра и взаимодействие нуклонов в ядре, нужно знать свойства ядерных сил и обратить внимание на их обменную природу.

В процессе изучения радиоактивного распада ядер важно понять дискретный характер энергетического спектра - частиц и - излучения, свидетельствующий о квантовании энергии ядер; понять закономерности - распада, связанного с законами сохранения энергии.

Важно понять, что во всех ядерных реакциях выполняются законы сохранения: энергии, импульса, момента импульса, электрического заряда, массы (массового числа). Особое внимание необходимо уделить реакциям синтеза легких и делению тяжелых ядер, вопросам ядерной энергетики и проблемам управления термоядерными реакциями.

В предлагаемых контрольных работах содержатся задачи, которые позволяют проверить знания студентов по разделу "Волновая оптика и квантовая природа излучения". Включены задачи на интерференцию в тонких пленках, полосы равной толщины и равного наклона. Тема "Дифракция света" представлена задачами: дифракция в параллельных лучах на одной щели, на плоской и пространственной дифракционной решетках.

Задачи по теме "Поляризация света" охватывают такие вопросы, как применение закона Брюстера, Малюса, определение степени поляризации, вращение плоскости поляризации в растворах и кристаллах.

Задачи по теме "Квантовая природа излучения" включают законы теплового излучения, фотоэффект, эффект Комптона, давление света.

Ряд задач включает следующие вопросы: определение длины волны де Бройля движущихся частиц, соотношения неопределенно-

стей Гейзенберга. Имеются также задачи, в которых определяются удельная и молярная теплоемкости при постоянном объеме по теории Дебая, примесная электропроводность некоторых полупроводников.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

За время изучения курса общей физики студент–заочник должен предоставить в учебное заведение контрольные работы. При выполнении контрольных работ необходимо соблюдать следующие правила:

1) на титульном листе указывать номер контрольной работы, наименование дисциплины, фамилию и инициалы студента, шифр и домашний адрес;

2) контрольную работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний рецензента;

3) задачу своего варианта переписывать полностью, а заданные физические величины выписать отдельно, при этом все числовые величины должны быть переведены в одну систему единиц (СИ);

4) для пояснения решения задачи, где это нужно, аккуратно сделать чертеж;

5) решение задач и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями;

6) в пояснениях к задаче необходимо указывать те основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи;

7) при получении расчетной формулы, которая нужна для решения конкретной задачи, приводить ее вывод;

8) решение задачи рекомендуется сначала делать в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул буквенные обозначения;

9) вычисления следует проводить путем подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу;

10) проверить единицы полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить правильность ее;

11) константы физических величин и другие справочные данные выбираются из таблиц (см. “Задачник по физике” А.Г. Чертов, А.А. Воробьев);

12) при вычислениях по возможности используйте микрокалькулятор. Точность расчета определяется числом значащих исходных данных;

13) в контрольной работе следует указать учебники и учебные пособия, которые использовались при решении задач.

Контрольные работы, представленные без соблюдения указанных правил, а также работы, выполненные не по своему варианту, зачитываться не будут.

При отсылке работы на повторное рецензирование обязательно представлять работу с первой рецензией.

Контрольные работы следует высылать для рецензирования до начала экзаменационной сессии.

Во время экзаменационно-лабораторных сессий проводятся лабораторные работы. Цель лабораторного практикума — не только изучить те или иные физические явления, убедиться в правильности теоретических выводов, приобрести соответствующие навыки в обращении с физическими приборами, но и более глубоко овладеть теоретическим материалом.

На экзаменах и зачетах в первую очередь выясняется усвоение основных теоретических положений программы и умение творчески применять полученные знания к решению практических задач. Физическая сущность явлений, законов, процессов должна излагаться четко и достаточно подробно. Только при выполнении этих условий знания по курсу физики могут быть признаны удовлетворительными.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Контрольная работа №1

Таблица 1

Вариант	Номера задач							
1	101	114	126	143	153	163	173	183
2	102	115	127	144	154	164	174	184
3	103	116	128	145	155	165	175	185
4	104	119	129	146	156	166	176	186
5	105	120	130	147	157	167	177	188
6	106	121	131	148	158	168	178	189
7	107	122	132	149	159	169	179	190
8	108	123	134	150	160	170	180	191
9	109	124	135	151	161	171	181	192
10	110	125	136	152	162	172	182	193

101. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид $x = At + Bt^3$, где $A = 4$ м/с, $B = 0,08$ м/с. Найти скорость и ускорение точки в моменты времени 1 с и 4 с.

102. Материальная точка движется по прямой согласно уравнению $x = At + Bt^3$, где $A = 4$ м/с, $B = 0,06$ м/с³. Определить среднюю путевую скорость точки в интервале времени от 3 с до 5 с.

103. Зависимость пройденного телом пути от времени дается уравнением $S = At - Bt^2 + Ct^3$, где $A = 3$ м/с, $B = 2$ м/с² и $C = 4$ м/с³. Найти: 1) зависимость скорости и ускорения от времени t ; 2) расстояние, пройденное телом, скорость и ускорение тела через 2 с после начала движения.

104. Колесо радиусом 0,2 м вращается согласно уравнению $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2$ рад/с, $B = 0,3$ рад/с³. Определить полное ускорение точек на окружности колеса в момент времени 3 с.

105. Диск радиусом 0,3 м вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 4$ рад, $B = 1,6$ рад/с, $C = 0,2$ рад/с³. Определить тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на окружности диска для момента времени 8 с.

106. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости 25 рад/с через 15 оборотов после начала вращения. Найти угловое ускорение колеса.

107. Маховик через 3 мин приобретает скорость, соответствующую частоте 600 об/мин . Найти угловое ускорение и число оборотов маховика за это время. Движение считать равноускоренным.

108. Маховик за 80 с при торможении уменьшает частоту вращения с 260 об/мин до 140 об/мин . Найти угловое ускорение маховика и число оборотов, сделанных за это время. Считать вращение маховика равнозамедленным.

109. Вентилятор вращается с угловой скоростью 100 рад/с . После выключения вентилятор, вращаясь равнозамедленно, сделал до остановки 80 об . Найти время вращения вентилятора до полной остановки.

110. Вал диаметром 50 мм протачивается на токарном станке. Участок вала длиной 10 см протачивается за время 60 с . Скорость резания при этом составляет $0,8 \text{ м/с}$. Чему равна продольная подача резца за один оборот?

111. Вращающийся на валу маховик замедляет свое движение благодаря трению в подшипниках. К концу первой минуты его угловая скорость уменьшилась на 10% по сравнению с угловой скоростью в начальный момент отсчета. Считая силу трения в подшипниках постоянной, определить угловую скорость маховика в конце второй минуты движения.

112. Коленчатый вал автомобиля вращается с угловой скоростью 418 рад/с . Определить среднюю скорость движения поршня, если его ход $9,2 \text{ см}$.

113. Трактор движется прямолинейно по горизонтальной дороге со скоростью 5 м/с . Расстояние между гусеницами $1,5 \text{ м}$. Тракторист уменьшает скорость правой гусеницы на $0,5 \text{ м/с}$. Как при этом изменится траектория движения трактора?

114. Определить момент силы, который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой 12 об/с , чтобы он остановился в течение 10 с . Диаметр блока 25 см . Масса блока 5 кг . Считать массу блока равномерно распределенной по ободу.

115. Автомобиль, массой 5 т движется равнозамедленно при торможении, при этом в течение десяти секунд его скорость уменьшается от 72 км/ч до 54 км/ч . Найти силу торможения.

116. В небольшом городе дорога делает плавный поворот с радиусом кривизны, равным 100 м. Пусть поворот профилирован и имеет угол наклона 10° . На какой скорости начнет заносить автомобиль, если коэффициент трения равен 0,1?

117. Автомобиль массой 1500 кг движется со скоростью 32 м/с по ровному шоссе. Водитель сбрасывает газ и за 3 с автомобиль тормозится до скорости 28 м/с. Определить: а) силу трения, действующую на автомобиль; б) мощность, развиваемую двигателем, чтобы автомобиль двигался со скоростью 30 м/с. в) расстояние, которое может пройти автомобиль со скоростью 30 м/с, расходуя 1 л бензина. Считать, что 1 л бензина обеспечивает $8 \cdot 10^6$ Дж механической энергии.

118. В большом городе автомобиль вынужден часто останавливаться у светофоров. Например, в больших городах такси на каждые 100 км пробега совершает до 100 остановок. Допустим, что после каждой остановки такси развивает скорость 50 км/ч. Сила сопротивления движению автомобиля 300 Н и при этом мало зависит от скорости. Во сколько раз расход бензина в городе больше по сравнению с загородным маршрутом, где остановки практически отсутствуют? Масса такси 1,5 т, КПД двигателя не зависит от скорости.

119. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2$ рад/с, $B = 0,2$, рад/с³. Определить вращающий момент, действующий на стержень, через 2 с после начала вращения, если момент инерции стержня равен $0,05$ кг·м².

120. На концах нити, перекинутой через блок диаметром 4 см, закреплены два груза массами 50 г и 60 г. Определить момент инерции блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение $1,5$ рад/с². Массой нити, трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.

121. На обод маховика диаметром 60 см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Определить момент инерции маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за 3 с приобрел угловую скорость 9 рад/с.

122. На повороте дороги радиусом 10 м равномерно движется автомобиль. Центр тяжести автомобиля находится на высоте 1 м, ширина колеи автомобиля 1,5 м. Определить скорость, при которой

автомобиль может опрокинуться. В поперечном направлении автомобиль не скользит.

123. Молекула массой $4,65 \cdot 10^{-26}$ кг, летящая со скоростью 500 м/с, ударяется о стенку сосуда под углом 60° к нормали и под таким же углом отскакивает от нее без потери скорости. Найти импульс силы, полученный стенкой за время удара.

124. Под действием постоянной силы 10 Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом пути от времени дается уравнением $x = A - Bt + Ct^2$. Найти массу тела, если постоянная $C = 1 \text{ м/с}^2$.

125. Тело массой 0,5 кг движется прямолинейно, причем зависимость пройденного телом пути от времени t дается уравнением $S = Ct^2 - Dt^3$, где $C = 5 \text{ м/с}^2$ и $D = 2 \text{ м/с}^3$. Найти величину силы, действующей на тело в конце первой секунды движения.

126. Из орудия массой $5 \cdot 10^3$ кг вылетает снаряд массой 100 кг. Кинетическая энергия снаряда при вылете равна $7,5 \cdot 10^6$ Дж. Какую кинетическую энергию получает орудие вследствие отдачи?

127. Тело массой 5 кг ударяется о неподвижное тело массой 2,5 кг, которое после удара начинает двигаться с кинетической энергией, равной 5 Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетическую энергию первого тела до и после удара.

128. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 5 кг со скоростью 7 м/с. Найти, на какое расстояние откатится при этом конькобежец, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02.

129. Стальной шарик массой 25 г, падая с высоты 1 м на стальную плиту, отскакивает от нее на высоту 70 см. Найти: 1) импульс силы, полученной плитой за время удара; 2) количество тепла, выделившегося при ударе.

130. Найти работу, которую надо совершить, чтобы сжать пружину на 0,2 м, если известно, что сила пропорциональна деформации и под действием силы в 30 Н пружина сжимается на 0,01 м.

131. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой 300 кг, ударяет молот массой 8 кг. Определить КПД удара молота, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.

132. Определить КПД неупругого удара бойка массой 500 кг, падающего на сваю массой 120 кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.

133. Двигатель мощностью 0,1 кВт приводит в движение токарный станок, причем обрабатываемый на станке деревянный цилиндр диаметром 6 см вращается с частотой 600 об/мин. Определить силу, с которой резец отделяет стружку, причем мощность на станке составляет 80 % мощности двигателя.

134. По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью 8 м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь 18 м.

135. Платформа в виде диска диаметром 3 м и массой 180 кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой 70 кг со скоростью 1,8 м/с относительно платформы.

136. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой 0,2 об/с, стоит человек массой 70 кг. Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой 0,2 об/с. Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

137. Изучая дорожное происшествие, автоинспектор установил, что след торможения автомобиля, ехавшего по асфальтовой дороге, равен 60 м. С какой скоростью ехал автомобиль, если коэффициент трения колес об асфальт при торможении равен 0,5?

138. Автомобиль, шедший со скоростью 54 км/час, при резком торможении стал двигаться "юзом" (заторможенные колеса не вращаются, скользят по дороге). Определить ускорение и путь, который пройдет автомобиль, если коэффициент трения скольжения колес об асфальт равен: а) в сырую погоду – 0,3; б) в сухую – 0,7.

139. С какой максимальной скоростью может ехать по горизонтальной поверхности мотоциклист, описывая дугу с радиусом 90 м, если коэффициент трения резины о почву равен 0,4? На какой угол от вертикального направления он должен при этом отклониться?

140. Грузовик снабжен двигателями мощностью N_1 и N_2 , развивает скорости соответственно v_1 и v_2 . Какова будет скорость грузовиков, если их соединить тросом?

141. Двигатель равномерно вращает маховик. После отключения двигателя маховик делает в течение 30 с 120 оборотов и останавливается.

вается. Момент инерции маховика $0,3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Принимая, что угловое ускорение маховика после отключения двигателя постоянно, определить мощность двигателя при равномерном вращении маховика.

142. В каком случае двигатель автомобиля должен совершать большую работу: для разгона с места до скорости 27 км/час или на увеличение скорости от 27 км/час до 54 км/час ? Силу сопротивления и время разгона в обоих случаях считать одинаковыми.

143. Материальная точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение точки 25 см , наибольшая скорость 50 см/с . Найти максимальное ускорение точки и ее смещение через 2 с .

144. Материальная точка массой $0,2 \text{ кг}$ совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \sin \omega t$, где $A = 0,4 \text{ м}$; $\omega = 30 \text{ рад/с}$. Найти полную энергию точки и возвращающую силу в момент времени $0,2 \text{ с}$.

145. Материальная точка массой $0,1 \text{ г}$ колеблется согласно уравнению $x = A \sin \omega t$, где $A = 10 \text{ см}$, $\omega = 25 \text{ рад/с}$. Определить максимальные значения возвращающей силы и кинетической энергии точки.

146. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \sin \omega (t + \tau)$, где $A_1 = 2 \text{ см}$, $A_2 = 3 \text{ см}$, $\omega = 6 \text{ рад/с}$ и $\tau = 0,5 \text{ с}$. Определить амплитуду и начальную фазу результирующего колебания. Написать его уравнение.

147. Диск радиусом 20 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Определить частоту колебаний диска.

148. Диск радиусом 24 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. Определить период колебаний физического маятника.

149. Определить скорость распространения волн в упругой среде, если разность фаз колебания двух точек, отстоящих друг от друга на 10 см , равна 30° . Частота колебаний 50 Гц .

150. Максимальная сила, действующая на тело, совершающее гармоническое колебание, равна $2 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$, полная энергия равна $5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$. Написать уравнение движения этого тела, если период колебаний 3 с и начальная фаза 30° .

151. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки 3 см , полная энергия колебаний $5 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$. Найти смещение колеблющейся точки, при котором на нее действует сила $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ Н}$.

152. Уравнение движения материальной точки дано в виде $x = 2 \sin\left(\pi t/2 + \frac{\pi}{4}\right)$. Найти период колебаний, максимальную

скорость и максимальное ускорение точки.

153. Найти количество вещества и число молекул, содержащихся в 14 г азота.

154. Определить массу одной молекулы углекислого газа CO_2 и число молекул, содержащихся в 6 г этого газа.

155. В котле объемом 2 м^3 находится перегретый водяной пар массой 10 кг при температуре $T = 540 \text{ К}$. Найти давление и число частиц в 1 м^3 пара в котле.

156. Найти количество вещества и число молекул идеального газа, занимающего объем $3,32 \text{ м}^3$ при давлении 1 МПа и температуре 400 К.

157. Чему равны число молекул в 1 см^3 и плотность водорода в сосуде, если давление водорода $1,33 \cdot 10^{-9} \text{ Па}$, а температура 27° С ?

158. Газ при температуре 310 К и давлении 0,7 МПа имеет плотность 12 кг/м^3 . Найти молярную массу газа.

159. Вычислить плотность и концентрацию молекул азота, находящегося в баллоне под давлением $15 \cdot 10^6 \text{ Па}$ и температуре 300 К.

160. Баллон объемом 40 л заполнен кислородом при температуре 350 К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на 400 кПа. Найти массу израсходованного кислорода, если процесс изотермический.

161. Баллон объемом 45 л заполнен азотом при температуре 300 К. Какую массу азота выпустили из баллона, если давление понизилось на 150 кПа? Процесс считать изотермическим.

162. При температуре 300 К 12 г газа занимают объем $4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$. До какой температуры нагрели газ при постоянном давлении, если его плотность стала равна $6 \cdot 10^{-4} \text{ г/см}^3$?

163. При нормальных условиях средняя длина свободного пробега молекул кислорода равна 10^{-5} см . Найти среднюю арифметическую скорость и среднее число соударений в секунду молекул.

164. Сосуд объемом 6 л содержит водород при 300 К массой 1 г. Найти среднее число соударений в секунду молекул.

165. Определить плотность водорода, если средняя длина свободного пробега его молекул равна 0,2 см.

166. Найти число столкновений в 1 с молекул газа, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 500 м/с, а средняя длина свободного пробега равна $5 \cdot 10^{-4}$ см.

167. В сосуде объемом 5 л находится газ массой 0,8 г под давлением 0,4 МПа. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа.

168. Двухатомный газ массой 800 г находится под давлением 80 кПа и имеет плотность 3 кг/м^3 . Найти суммарную кинетическую энергию молекул этого газа.

169. Чему равна суммарная кинетическая энергия 20 г кислорода при температуре 300К? Какая часть этой энергии приходится на долю поступательного и на долю вращательного движения?

170. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $2,1 \cdot 10^{-21}$ Дж. Найти температуру газа и концентрацию его молекул при нормальном давлении.

171. Найти давление, которое газ оказывает на стенки сосуда, если его плотность $6 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ и средняя квадратичная скорость молекул равна 600 м/с.

172. Найти концентрацию молекул водорода, если давление равно $2,7 \cdot 10^4$ Па, а средняя квадратичная скорость молекул при данных условиях равна 2400 м/с.

173. Чему равны удельные теплоемкости C_v и C_p некоторого двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях равна $1,43 \text{ кг/м}^3$?

174. Найти удельные теплоемкости газа, если молярная масса этого газа равна 0,03 кг/моль и отношение $C_p/C_v = 1,4$.

175. Разность удельных теплоемкостей газа $C_p - C_v = 2,1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$. Найти молярную массу этого газа и его молярные теплоемкости.

176. Удельные теплоемкости некоторого газа $C_v = 10,4 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ и $C_p = 14,6 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$. Найти молярные теплоемкости и молярную массу этого газа.

177. При изобарическом расширении двухатомного газа была совершена работа 160 Дж. Найти, какое количество теплоты было сообщено газу, и изменение его внутренней энергии.

178. 1 кмоль многоатомного газа нагревается на 100 К при постоянном давлении. Найти работу, совершенную газом при его расширении, количество сообщенной теплоты и изменение внутренней энергии.

179. При изотермическом расширении 2 м^3 газа его давление изменяется от $0,5 \text{ МПа}$ до $0,4 \text{ МПа}$. Найти совершаемую работу и конечный объем газа.

180. При температуре $-23 \text{ }^\circ\text{C}$ изотермически расширяются $10,5 \text{ г}$ азота от давления 250 кПа до давления 100 кПа . Найти работу расширения газа и изменение его внутренней энергии.

181. При изохорном нагревании 60 л кислорода его давление повысилось на $0,6 \text{ МПа}$. Найти количество теплоты, которое сообщили кислороду.

182. 2 кмоль азота, находящегося при нормальных условиях, расширяется адиабатически от V до $5V$. Найти изменение внутренней энергии и работу расширения газа.

183. При адиабатическом сжатии 2 кмоль двухатомного газа была совершена работа 292 кДж . Насколько увеличилась температура газа?

184. Совершающий цикл Карно газ отдал холодильнику 12 кДж теплоты при температуре 300 К . Найти температуру нагревателя, если полезная работа цикла 4 кДж .

185. Во сколько раз увеличится КПД цикла Карно, если повысить температуру нагревателя от 370 К до 520 К ? Температура холодильника 300 К .

186. Совершающий цикл Карно газ получает от нагревателя 80 кДж теплоты. Найти полезную работу цикла, если температура нагревателя в 2 раза больше температуры холодильника.

187. В цикле Карно газ получил от нагревателя 540 кДж теплоты при температуре 400 К и совершил работу $= 120 \text{ кДж}$. Найти температуру холодильника.

188. Найти изменение энтропии при изотермическом расширении 6 г водорода от давления 100 кПа до 50 кПа .

189. Найти изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объема 10 л при температуре 360 К к объему 40 л при температуре 580 К .

190. Из вертикальной трубки внутренним диаметром 2 мм вытекают капли воды. Считая диаметр шейки капли в момент отрыва равным 2 мм , найти диаметр капли. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен $0,072 \text{ Н/м}$.

191. Какую работу против сил поверхностного натяжения надо совершить, чтобы увеличить вдвое объем мыльного пузыря радиу-

сом 2 см? Коэффициент поверхностного натяжения принять равным 0,043 Н/м.

192. На пружине с коэффициентом упругости $4,2 \cdot 10^{-3}$ Н/мм подвешено кольцо из алюминия внутренним диаметром 30 мм, высотой 8 мм и толщиной 1 мм, которое соприкасается с поверхностью жидкости. Найти коэффициент поверхностного натяжения жидкости, если кольцо отрывается от нее при растяжении пружины на 7,6 мм.

193. Кольцо из алюминия высотой 10 мм, внутренним диаметром 50 мм и внешним диаметром 52 мм соприкасается с поверхностью воды. Какую силу нужно приложить к кольцу, чтобы оторвать его от воды, и какую часть от найденной силы составляет сила поверхностного натяжения?

ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Контрольная работа №2

Т а б л и ц а 2

Вариант	Номера задач							
	201	211	221	237	251	262	276	286
1	201	211	221	237	251	262	276	286
2	202	212	222	238	252	263	277	287
3	203	213	223	239	253	264	278	288
4	204	214	224	240	254	265	279	289
5	205	215	225	242	255	266	280	290
6	206	216	226	243	256	267	281	291
7	207	217	228	244	257	268	282	292
8	208	218	229	245	258	269	283	293
9	209	219	230	246	259	270	284	294
10	210	220	234	247	260	271	285	299

201. На расстоянии 20 см расположены два точечных заряда $Q_1 = 100$ нКл и $Q_2 = -50$ нКл. Определить силу, действующую на заряд $Q_3 = -10$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное 20 см.

202. Два одинаковых положительных заряда величиной каждый 10^{-7} Кл находятся в воздухе на расстоянии 8 см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, находящейся на середине от-

резка, соединяющего заряды, и в точке, расположенной на расстоянии 5 см от зарядов.

203. Две длинные заряженные одинаковыми зарядами нити расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Линейная плотность заряда на нитях равна $3 \cdot 10^{-6}$ Кл/м. Найти величину и направление напряженности результирующего электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 10 см от каждой нити.

204. Какая сила действует на заряженную пылинку ($Q = 0,6$ нКл) в электрическом фильтре для очистки воздуха, если пылинка находится на расстоянии 2 см от равномерно заряженной длинной нити, проходящей вдоль оси воздуховода? Линейная плотность заряда нити равна $-2 \cdot 10^{-7}$ Кл/м.

205. Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда 40 нКл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, отстоящих от плоскости на 15 см и 20 см.

206. Найти силу, действующую на заряд в 1 нКл, если заряд помещен в поле заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда $2 \cdot 10^{-5}$ Кл/м². Заряженная плоскость и заряд находятся в воде.

207. Две параллельные плоскости одноименно заряжены с поверхностной плотностью зарядов $0,5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м и $1,5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м. Определить напряженность поля: 1) между плоскостями; 2) вне плоскостей.

208. Поле создано бесконечной вертикальной плоскостью с поверхностной плотностью заряда 4 нКл/см². В нем подвешен на нити шарик массой 1 г и зарядом 1 нКл. Определить угол, образованный нитью с плоскостью.

209. Первый в мире искусственный спутник Земли, запущенный в СССР в 1957 г., имел форму шара диаметром 58 см. В полете спутник электризовался до потенциала 6 В. Определить электрический заряд и напряженность поля на поверхности спутника. Какова напряженность поля в центре шара?

210. Определить потенциал точки поля, находящейся на расстоянии 10 см от центра заряженного шара радиусом в 1 см. Задачу решить при следующих условиях: 1) если задана поверхностная плотность заряда на шаре в 10^{-7} Кл/м²; 2) задан потенциал шара в 300 В.

211. Напряженность электрического поля у поверхности Земли в среднем равна 130 В/м и направлена по вертикали. Найти электрический заряд Земли, учитывая, что ее средний радиус $6,4 \cdot 10^3 \text{ км}$.
212. Найти силу, действующую на заряд $0,67 \text{ нКл}$, если заряд помещен на расстоянии 2 см от поверхности шара радиусом в 2 см и поверхностной плотностью заряда в $2 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^2$. Относительная диэлектрическая проницаемость среды равна 6 .
213. До какого потенциала можно зарядить находящийся в воздухе уединенный металлический шар радиусом R , если напряженность электрического поля, при которой происходит пробой в воздухе, равна $3 \cdot 10^4 \text{ В/см}$?
214. Какую работу совершают силы поля при электростатической окраске поверхности, если заряженная частица краски с зарядом 10 нКл при перемещении в однородном поле с напряженностью 5 кВ/м проходит расстояние 10 см ?
215. Расстояние между двумя точечными зарядами $0,5 \text{ нКл}$ и 3 нКл равно 5 см . Какую работу совершают силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, пройдет путь 4 см ?
216. Напряженность поля, при которой происходит пробой гетинакса, равна 20 кВ/мм , карболита -10 кВ/мм , оргстекла -30 кВ/мм , полистирольных пленок -120 кВ/мм . Какую наименьшую толщину должны иметь эти материалы, чтобы изолировать провода, находящиеся под напряжением 20 кВ ?
217. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого 2 см , заряжен до потенциала 3 кВ . Какова будет напряженность поля конденсатора, если, не отключая источника напряжения, пластины раздвинуть до расстояния 5 см ? Вычислить энергию конденсатора до и после раздвижения пластин. Площадь пластин 100 см^2 .
218. Пылинка с зарядом $0,22 \text{ нКл}$ находится в равновесии в поле горизонтального плоского конденсатора. Найти разность потенциалов между пластинами конденсатора, если масса пылинки $0,01 \text{ г}$, а расстояние между пластинами 5 см .
219. С какой силой взаимодействуют пластинки плоского конденсатора площадью $0,01 \text{ м}^2$, если разность потенциалов и расстояние между пластинами равны 600 В и 3 мм соответственно?
220. При испытании электрических свойств трансформаторного масла было установлено, что пробой между металлическими пластинами в масле наступает при напряжении 21 кВ , если расстояние

между пластинами 3 мм. Какова предельная напряженность электрического поля для масла? Какой заряд сосредоточен при этом на пластинах? Площадь каждой пластинки 20 см^2 .

221. Конденсатор емкостью 1 мкФ при напряжении 1200 В применяют для импульсной стыковой сварки. Сколько времени длится разряд, если его средняя полезная мощность 288 Вт , а КПД установки 4% ?

222. В импульсной фотовспышке лампа питается от конденсатора емкостью 800 мкФ , заряженного до напряжения 300 В . Какова продолжительность вспышки, если средняя мощность лампы 15 кВт ?

223. Импульсную стыковую электросварку медной проволоки осуществляют с помощью разряда конденсатора емкостью 1 мкФ при напряжении на конденсаторе $1,5 \text{ кВ}$. Какова полезная мощность разряда импульса, если его продолжительность 2 мс , а КПД установки 4% ?

224. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого 5 см , заряжен до 200 В и отключен от источника напряжения. Каким будет напряжение на конденсаторе, если его пластины раздвинуты до расстояния 10 см ?

225. Конденсатор, заряженный до напряжения 100 В , соединяется параллельно с конденсатором такой же емкости, но заряженным до напряжения 200 В . Какое напряжение установится между обкладками?

226. Внутреннее сопротивление источника тока в K раз меньше внешнего сопротивления, которым замкнут источник тока. Найти, во сколько раз напряжение на зажимах источника тока отличается от его ЭДС.

227. ЭДС аккумулятора автомобиля равна 12 В . При включенной нагрузке ток в цепи 6 А , а напряжение на клеммах аккумулятора 11 В . Определить ток короткого замыкания.

228. При внешнем сопротивлении в 8 Ом ток в цепи $0,8 \text{ А}$, при сопротивлении 15 Ом ток $0,5 \text{ А}$. Определить величину тока короткого замыкания батареи.

229. На электродвигатель установлена батарея аккумуляторов с ЭДС 80 В и внутренним сопротивлением 2 Ом . Определить сопротивление электродвигателя и напряжение, под которым он работает, если потребляемый ток 20 А .

230. Элемент с внутренним сопротивлением 4 Ом и ЭДС 12 В замкнут проводником с сопротивлением 8 Ом . Какое количество теплоты будет выделяться во внешней цепи за 1 с ?

231. Для улучшения обзора из кабины машины в зимних условиях смотровое окно изготавливается из электропроводящего стекла. Если к стеклу подвести напряжение, то под действием выделяемого током тепла снег, попадающий на стекло, тает. Определить, какое напряжение U нужно подвести к квадратному стеклу площадью S для того, чтобы в единицу времени растопить падающий на его поверхность снег. Температура снега t ; на единицу поверхности стекла в единицу времени приходится масса снега, равная m , КПД нагревателя η , сопротивление стекла R .

232. Через аккумулятор в конце зарядки течет ток 4 А , при этом напряжение на его клеммах равно $12,8 \text{ В}$. При разрядке того же аккумулятора током 6 А напряжение на его клеммах $11,1 \text{ В}$. Найти величину тока короткого замыкания.

233. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 1 Ом подключен для зарядки к сети с напряжением $12,5 \text{ В}$. Найти ЭДС аккумулятора, если при зарядке через него проходит ток $0,5 \text{ А}$.

234. ЭДС батареи 12 В . При силе тока 4 А КПД батареи 60% . Определить внутреннее сопротивление батареи.

235. В конце зарядки батареи аккумуляторов током 3 А , присоединенный к ней вольтметр показывает напряжение $4,25 \text{ В}$. В начале разрядки той же батареи током 4 А вольтметр показывает $3,9 \text{ В}$. Ток, проходящий по вольтметру, очень мал. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление батареи аккумуляторов.

236. На рис.1 показана схема соединения свечей накаливания (1...4), которые используют в тракторах для подогрева воздуха, поступающего в камеры сгорания, с целью облегчения запуска двигателя в холодное время года. Какой силы ток проходит через индикатор U , если его сопротивление 28 мОм ? Сопротивление каждой свечи 28 мОм , а сопротивление резистора $R = 260 \text{ мОм}$. Определить показание вольтметра, если он присоединен к точке A и корпусу двигателя (корпус заземлен); ЭДС батареи 12 В .

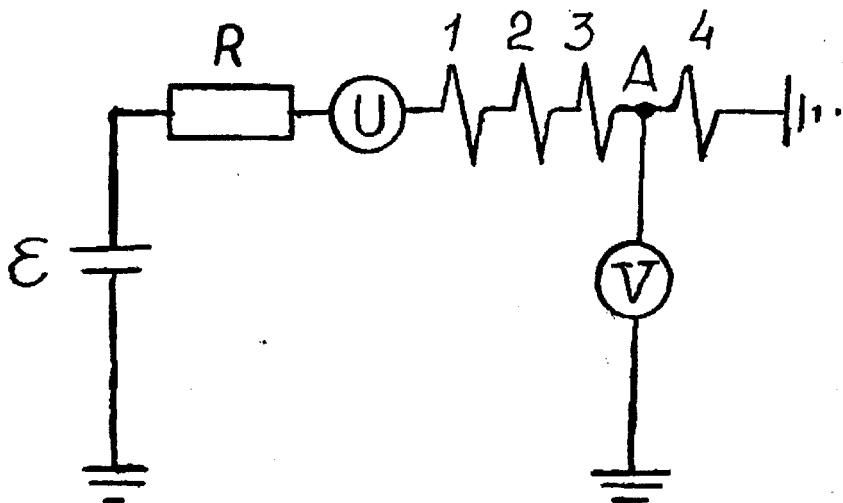


Рис. 1

237. Аккумуляторная батарея с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 0,8 Ом питает цепь с внешним сопротивлением 0,4 Ом. Рассчитать полезную мощность и КПД батареи.

238. Определить мощность на валу электромотора при протекании по его обмотке тока в 6 А, если известно, что при полном торможении якоря по цепи идет ток 12 А. Электромотор питается от сети постоянного тока с напряжением 36 В.

239. Определить ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора, если при нагрузке в 4 А он дает во внешнюю цепь мощность 12 Вт, а при нагрузке в 7 А – 14 Вт.

240. Определить ЭДС и КПД генератора с внутренним сопротивлением 1 Ом, если во внешнюю цепь подключено параллельно 100 ламп с сопротивлением 300 Ом каждая, находящихся под напряжением 120 В. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь.

241. Двигатель внутреннего сгорания, приводящий в движение ротор генератора электрического тока, расходует каждую секунду 0,5 г бензина. Определить напряжение на зажимах генератора, если ток в цепи 50 А, КПД двигателя 30 %, КПД генератора 90 %. Удельная теплота сгорания бензина 45 МДж/кг.

242. Электромотор с сопротивлением 2,5 Ом и потребляющий ток 10 А приводится в движение от сети напряжением 120 В. Определить мощность, потребляемую мотором. Какая часть этой мощности превращается в механическую?

243. При ремонте спирали электроплитки $1/10$ часть длины спирали изъели. Как и во сколько раз изменится тепловая мощность плитки?

244. По проводнику сопротивлением 15 Ом за 1 минуту прошел заряд в 200 Кл. Вычислить работу тока.

245. В сеть напряжением 220 В включено последовательно 4 лампы накаливания напряжением 12 В и сопротивлением 20 Ом каждая. Определить величину тока в лампах и добавочное сопротивление, которое к ним требуется.

246. Каково должно быть сопротивление шунта к гальванометру для уменьшения его чувствительности в 40 раз? Внутреннее сопротивление гальванометра 1000 Ом.

247. Электролиз окиси алюминия производится в электролитической ванне, рассчитанной на 20 000 А при рабочем напряжении 5 В. Выход по току равен 85%. Определить, сколько алюминия производится за сутки и каков расход электроэнергии на 1 кг алюминия. Электрохимический эквивалент алюминия 0,335 г/А·час.

248. Аккумулятор с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключен к сети подзарядной станции с напряжением 12 В. Определить: а) какую мощность расходует станция на зарядку аккумулятора; б) какая часть этой мощности расходуется на нагревание аккумулятора.

249. Батарея с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 1,4 Ом питает внешнюю цепь, состоящую из двух параллельно соединенных резисторов сопротивлением 2 Ом и 8 Ом. Найти разность потенциалов на полюсах батареи и токи, протекающие через резисторы.

250. Дистиллированную воду получают испарением ее при температуре кипения и полном отводе и конденсации образовавшихся паров. Электрический дистиллятор потребляет от сети мощность 2 кВт. Сколько дистиллированной воды можно получить в течение часа, если КПД дистиллятора 80 %, а температура поступающей воды 10°C? Удельная теплота парообразования воды 2256 кДж/кг.

251. По двум длинным параллельным проводам текут в одинаковых направлениях токи, причем $J_2 = 2J_1$, расстояние между прово-

дами равно d . Определить положение точек, в которых магнитная индукция магнитного поля равна нулю.

252. По двум длинным параллельным проводам текут токи в противоположных направлениях, причем $J_2 = 4J_1$, расстояние между проводами d . Определить положение точек, в которых магнитная индукция магнитного поля равна нулю.

253. Два круговых витка, радиусы которых 2 м и 3 м, расположены в параллельных плоскостях так, что прямая, соединяющая их центры, перпендикулярна этим плоскостям. Расстояние между центрами витков 8 м. По второму витку проходит ток 1 А. Какой ток должен проходить по первому витку, чтобы магнитная индукция магнитного поля в точке, лежащей на оси витков на равном расстоянии от их центров, была равна нулю?

254. По кольцу, масса которого 10 г и радиус 4,37 см, расположенному горизонтально, проходит ток 5 А. Кольцо свободно висит в магнитном поле. Определить градиент магнитного поля в месте расположения кольца.

255. По прямому, бесконечно длинному проводу, течет ток 3,14 А. Круговой виток расположен так, что плоскость витка параллельна проводу, а перпендикуляр, опущенный на него из центра витка, является нормалью к плоскости витка. По витку проходит ток 5 А. Расстояние от центра витка до прямого проводника 20 см. Радиус витка 30 см. Найти магнитную индукцию магнитного поля в центре витка.

256. По кольцу из медной проволоки с площадью сечения 1 мм^2 протекает ток 1 А. К концам кольца приложена разность потенциалов 0,15 В. Найти магнитную индукцию магнитного поля в центре кольца.

257. Два параллельных провода с одинаковыми токами находятся на расстоянии 8,7 см друг от друга и притягиваются с силой $2,5 \cdot 10^{-2}$ Н. Определить величину тока в проводах, если длина каждого из них 320 см, а токи направлены в одну сторону.

258. Шины генератора представляют собой параллельные медные полосы длиной 2 м, отстающие друг от друга на расстоянии 0,2 м. Определить силу взаимного отталкивания шин в случае короткого замыкания, когда по ним течет ток силой 10^4 А.

259. По двум параллельным проводам длиной 1 м каждый текут одинаковые токи. Расстояние между проводами 1 см. Сила взаимодействия токов $1 \cdot 10^{-3}$ Н. Чему равен ток в проводах?

260. По двум тонким проводам, изогнутым в виде кольца радиусом 10 см, текут одинаковые токи по 10 А в каждом. Найти силу взаимодействия этих колец, если плоскости, в которых лежат кольца, параллельны, расстояние между их центрами 1 мм.

261. По двум скрещённым под прямым углом бесконечно длинным проводом и кольцом текут токи J_1 и $2 J_1$ ($J_1 = 100$ А). Радиус кольца $r = 10$ см. Вертикальный провод проходит на расстоянии $r/2$ от центра кольца. Определить магнитную индукцию магнитного поля в центре кольца.

262. Циклотрон предназначен для ускорения протонов до энергии 5 МэВ. Определить наибольший радиус орбиты, по которой движется протон, если магнитная индукция магнитного поля 1 Тл.

263. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица, находясь в поле, потеряла половину первоначальной энергии. Во сколько раз будет отличаться радиус кривизны траектории на начальном и конечном участках?

264. Заряженная частица, обладающая скоростью $2 \cdot 10^6$ м/с, влетела в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 0,52 Тл. Найти отношение заряда частицы к его массе, если частица в поле описала дугу окружности радиусом 4 см.

265. Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов 2 кВ, движется в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $1,5 \cdot 10^{-2}$ Тл по окружности радиусом 1 см. Чему равно отношение заряда частицы к ее массе и какова скорость частицы?

266. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов в 800 В, влетев в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 4,7 мТл, стал двигаться по винтовой линии с шагом 6 см. Определить радиус винтовой линии.

267. Электрон влетел в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 200 мТл перпендикулярно магнитным силовым линиям. Определить силу эквивалентного кругового тока, создаваемого движением электрона в магнитном поле.

268. Ион с кинетической энергией 1 кэВ попал в однородное магнитное поле с магнитной индукцией 21 мТл и стал двигаться по окружности. Определить магнитный момент эквивалентного кругового тока.

269. Ион, попав в магнитное поле с магнитной индукцией 0,01 Тл, стал двигаться по окружности. Определить кинетическую энергию иона, если магнитный момент эквивалентного кругового тока равен $1,6 \cdot 10^{-14} \text{ А} \cdot \text{м}^2$.

270. Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В движется параллельно прямолинейному проводнику на расстоянии 4 мм от него. Какая сила будет действовать на электрон, если по проводнику пустить ток 5 А?

271. Элемент атомной батареи представляет собой конденсатор, на одну из пластин которого нанесен радиоактивный препарат, испускающий α -частицы со скоростью $2,2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$. Определить ЭДС этого элемента. Отношение заряда α -частицы к ее массе равно $4,8 \cdot 10^7 \text{ Кл/кг}$.

272. Пучок электронов влетает в пространство, где возбуждено однородное электрическое поле, напряженность которого 1 кВ/м, и перпендикулярное ему однородное магнитное поле, индукция которого 1 мТл. Скорость электронов постоянна и направлена перпендикулярно векторам E и B . Найти скорость движения электронов и радиус кривизны траектории, если электрическое поле выключить.

273. Однозарядный ион лития, массой 7 а.е.м прошел ускоряющую разность потенциалов 400 В и влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить магнитную индукцию поля, если траектория иона в скрещенных полях прямолинейна. Напряженность электрического поля равна 1,8 кВ/м.

274. Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов 450 В, влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное $B = 1,2 \text{ мТл}$ и электрическое $E = 250 \text{ В/м}$ поля. Определить отношение заряда иона к его массе, если ион в этих полях движется прямолинейно.

275. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов 1,4 кВ, попал в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить напряженность электрического поля, если магнитная индукция поля равна 4 мТл. Электрон движется прямолинейно.

276. Плоский контур площадью 20 см^2 находится в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого $0,03 \text{ Тл}$. Определить магнитный поток, пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол 60° с направлением магнитных силовых линий.

277. Магнитный поток сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб . Длина соленоида 50 см . Найти магнитный момент соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу.

278. В средней части соленоида, содержащего 8 витков/см, помещен круговой виток диаметром 4 см . Плоскость витка расположена под углом 60° к оси соленоида. Определить магнитный поток, пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток 1 А .

279. На длинный картонный каркас диаметром 5 см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром $0,2 \text{ мм}$. Определить магнитный поток, создаваемый таким соленоидом.

280. Квадратный контур со стороной 10 см , в котором течет ток 6 А , находится в магнитном поле с индукцией $0,8 \text{ Тл}$ под углом 50° к магнитным силовым линиям. Какую работу нужно совершить, чтобы при неизменном токе в контуре изменить его форму на округность?

281. Плоский контур с током в 5 А свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией $0,4 \text{ Тл}$. Площадь контура 200 см^2 . Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол 40° . Определить совершенную при этом работу.

282. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока 60 А , свободно установился в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 20 мТл . Диаметр витка 10 см . Какую нужно совершить работу для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\pi/3$?

283. В однородном магнитном поле, перпендикулярно магнитным силовым линиям расположен плоский контур с площадью 100 см^2 . Поддерживая в контуре постоянную силу тока в 50 А , контур переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию поля, если при перемещении контура была совершена работа $0,4 \text{ Дж}$.

284. Плоский контур с током 50 А расположен в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $0,6 \text{ Тл}$ так, что нормаль к контуру перпендикулярна магнитным силовым линиям. Определить

работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол 30° . Площадь контура 100 см^2 .

285. Определить магнитный поток, пронизывающий соленоид, если его длина 50 см и магнитный момент $0,4 \text{ (А} \cdot \text{м}^2)$.

286. В однородном магнитном поле ($B = 0,1 \text{ Тл}$) равномерно с частотой 5 об/с вращается стержень длиной 50 см так, что плоскость его вращения перпендикулярна магнитным силовым линиям, а ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов.

287. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд 50 мкКл . Определить изменение магнитного потока через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра 10 Ом .

288. Проволочный виток диаметром 5 см и сопротивлением $0,02 \text{ Ом}$ находится в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $0,3 \text{ Тл}$. Плоскость витка составляет угол 40° с магнитными силовыми линиями. Какой заряд протечет по витку при выключении магнитного поля?

289. Сверхпроводники обладают свойством выталкивать магнитное поле (эффект Мейснера), благодаря чему они могут парить над магнитом. Эту особенность сверхпроводников предлагается использовать для создания сверхскоростных поездов на "магнитной подушке," опытные образцы которых уже испытываются. Предположим, что на сверхпроводящий образец массой M , парящий над магнитом, кладут груз такой же массы. Во сколько раз необходимо увеличить магнитную индукцию магнитного поля, создаваемого магнитом, чтобы сверхпроводники с грузами парили на прежнем расстоянии от постоянного магнита?

290. Рамка, содержащая 200 витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки 50 см^2 . Ось рамки перпендикулярна магнитным силовым линиям однородного магнитного поля с магнитной индукцией $0,05 \text{ Тл}$. Определить максимальную ЭДС, которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой 40 об/с .

291. Соленоид сечением 10 см^2 содержит 10^3 витков. При токе в 5 А магнитная индукция магнитного поля внутри соленоида равна $0,05 \text{ Тл}$. Определить индуктивность соленоида.

292. Катушка, намотанная на магнитный цилиндрический каркас, имеет 250 витков и индуктивность 36 мГн. Чтобы увеличить индуктивность катушки до 100 мГн, обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось в катушке после перемотки?

293. Соленоид содержит 800 витков, сечение сердечника (из немагнитного материала) 10 см^2 . По обмотке течет ток, создающий магнитное поле с магнитной индукцией 8 мТл. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникает на зажимах соленоида, если сила тока уменьшается практически до нуля за время 0,8 мс.

294. Прямоугольная рамка площадью 500 см^2 , состоящая из 200 витков провода, равномерно вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, проходящей через ее центр параллельно одной из ее сторон, с частотой 0,1 об/с. При этом в рамке индуцируется ЭДС, максимальное значение которой 150 В. Найти индукцию магнитного поля.

295. Определить разность потенциалов, возникающую на концах автомобильной антенны длиной 1,2 м, при движении автомобиля с востока на запад в магнитном поле Земли со скоростью 20 м/с. Горизонтальная составляющая напряженности земного магнитного поля 16 А/м?

296. Железнодорожные рельсы изолированы друг от друга и от земли и соединены через милливольтметр. Каково показание прибора, если по рельсам проходит поезд со скоростью 20 м/с? Вертикальную составляющую напряженности магнитного поля Земли принять равной 40 А/м, а расстояние между рельсами 1,54 м.

297. Соленоид сечением 5 см^2 содержит 500 витков. При токе 5 А магнитная индукция магнитного поля внутри соленоида равна 0,08 Тл. Определить индуктивность соленоида.

298. Индуктивность соленоида длиной 40 см, намотанного в один слой на каркас, равна 2,3 мГн. Площадь сечения соленоида равна 20 см^2 . Определить число витков на каждом сантиметре длины соленоида.

299. Цепь состоит из катушки индуктивности 0,1 Гн и источника тока. Источник тока отключили, не разрывая цепи. Время, через

которое ток уменьшился до 0,001 первоначального значения, равно 0,04 с. Определить сопротивление катушки.

300. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением 10 Ом и индуктивностью 0,4 Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 80 % максимального значения?

ОПТИКА, ЭЛЕМЕНТЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Основные формулы

Фазовая скорость света в среде

$$v = \frac{c}{n},$$

где c – скорость света в вакууме; n – абсолютный показатель преломления среды.

Оптическая длина пути световой волны

$$L = nl,$$

где l – геометрическая длина пути световой волны в среде с абсолютным показателем преломления n .

Оптическая разность хода двух световых волн

$$= L_1 - L_2.$$

Зависимость разности фаз от оптической разности хода световых волн

$$\varphi = 2\pi \frac{\Delta}{\lambda_0},$$

где λ_0 – длина световой волны в вакууме (воздухе).

Условие максимального усиления света при интерференции

$$\Delta = \pm k\lambda_0 \quad (k = 0, 1, 2, \dots).$$

Условие максимального ослабления света

$$\Delta = \pm (2k + 1) \frac{\lambda_0}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots).$$

Оптическая разность хода световых волн, возникающая при отражении монохроматического света от тонкой пленки, расположенной в вакууме (воздухе):

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 i} \pm \frac{\lambda_0}{2} = 2dncosr \pm \frac{\lambda_0}{2},$$

где d – толщина пленки; n – абсолютный показатель преломления пленки; i – угол падения; r – угол преломления света в пленке.

Радиус светлых колец Ньютона в отраженном свете

$$r_k = \sqrt{(2k - 1)R} \frac{\lambda}{2} \quad (k = 1, 2, 3, \dots), \quad \lambda = \frac{\lambda_0}{n},$$

где k – номер кольца; R – радиус кривизны поверхности линзы; λ – длина волны света в среде с абсолютным показателем n ; λ_0 – длина волны света в вакууме (воздухе).

Радиус темных колец Ньютона в отраженном свете

$$r_k = \sqrt{kR} \lambda_0 \quad (k = 1, 2, 3, \dots).$$

Угол φ отклонения лучей, соответствующий максимуму (светлая полоса) при дифракции на одной щели, определяется из условия

$$d \cdot \sin \varphi = (2k + 1) \frac{\lambda_0}{2} \quad (k = 0, 1, 2, \dots),$$

где d – ширина щели; k – порядковый номер максимума.

Угол φ отклонения лучей, соответствующий максимуму (светлая полоса) при дифракции света на дифракционной решетке, определяется из условия

$$d \cdot \sin \varphi = \pm k \lambda_0 \quad (k = 0, 1, 2, 3, \dots),$$

где d – период дифракционной решетки.

Разрешающая способность дифракционной решетки

$$R = \frac{\lambda_0}{\Delta \lambda_0} = kN,$$

где $\Delta \lambda_0$ – наименьшая разность длин волн двух соседних спектральных линий (λ_0 и $\lambda_0 + \Delta \lambda_0$), при которой эти линии могут быть видны раздельно в спектре, полученном с помощью данной решетки; N – число щелей решетки.

Разрешающая способность объектива

$$R = \frac{1}{\beta} = \frac{D}{1,22 \lambda_0},$$

где β – наименьшее угловое расстояние между двумя точками, при котором их изображения в фокальной плоскости объектива могут быть видны раздельно по критерию Рэля; D – диаметр объектива.

Формула Вульфа – Брэггов

$$2d \cdot \sin \theta = k \lambda_0,$$

где θ – угол скольжения; d – расстояние между атомными плоскостями кристалла.

Условие оптической однородности (прозрачности) кристалла

$$\lambda_0 > 2d.$$

Закон Брюстера

$$\operatorname{tg} i_0 = n_{21}; \quad n_{21} = \frac{n_2}{n_1},$$

где i_0 – угол падения, при котором отраженная световая волна полностью поляризована; n_{21} – относительный показатель преломления сред.

Закон Малюса

$$J = J_0 \cdot \cos^2 \alpha,$$

где J_0 – интенсивность плоскополяризованного света, падающего на анализатор; J – интенсивность света после анализатора; α – угол между направлением колебаний электрического вектора световой волны, падающей на анализатор, и плоскостью пропускания анализатора.

Степень поляризации света

$$P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}},$$

где I_{\max} и I_{\min} – максимальная и минимальная интенсивности частичнополяризованного света, пропускаемого анализатором.

Угол поворота плоскости поляризации монохроматического света при прохождении через оптически активные кристаллы и чистые жидкости

$$\varphi = \alpha d,$$

где α – постоянная вращения; d – длина пути, пройденного светом в оптически активном веществе.

Эффект Доплера в релятивистском случае

$$\nu = \nu_0 \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}{1 - \left(\frac{v}{c}\right) \cos \theta},$$

где ν – частота электромагнитного излучения, воспринимаемого наблюдателем; ν_0 – частота электромагнитного излучения, испускаемого неподвижным источником; v – скорость источника излучения относительно наблюдателя; θ – угол между направлением наблюдения и направлением вектора скорости источника излучения, измеряемый в системе отсчета, связанной с наблюдателем.

Закон Стефана – Больцмана

$$R_T = \sigma T^4,$$

где R_T – излучательность (энергетическая светимость) абсолютно черного тела; T – термодинамическая температура абсолютно черного тела.

Закон смещения Вина

$$\lambda_m = \frac{b}{T},$$

где λ – длина волны, на которую приходится максимум энергии излучения в спектре абсолютно черного тела; b – постоянная Вина.

Формула Эйнштейна для внешнего фотоэффекта

$$h\nu_0 = A + \frac{mv_{\max}^2}{2} = A + T_{\max} = A + eU,$$

где $h\nu_0$ – энергия фотона, падающего на поверхность металла; A – работа выхода электрона из металла; T_{\max} – максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона; U – задерживающая разность потенциалов; e и m – заряд и масса электрона.

Красная граница фотоэффекта

$$\nu_c = \frac{A}{h},$$

где ν_c – минимальная частота света, при которой еще возможен фотоэффект; h – постоянная Планка.

Формула Комптона

$$\Delta\lambda_0 = \lambda'_0 - \lambda_0 = \frac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta),$$

где λ_0 – длина волны фотона, падающего на электрон; λ'_0 – длина волны фотона, рассеянного на угол θ после столкновения с электроном; m_0 – масса покоя электрона.

Давление света при нормальном падении на поверхность

$$p = \langle w \rangle (1 + \rho),$$

где $\langle w \rangle$ – среднее значение объемной плотности энергии света; ρ – коэффициент отражения поверхности.

Релятивистская масса

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

где m_0 – масса покоя частицы; v – скорость частицы.

Взаимосвязь массы и энергии релятивистской частицы

$$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \beta^2}},$$

где $E_0 = m_0 c^2$ – энергия покоя частицы.

Полная энергия свободной частицы

$$E = E_0 + T,$$

где T – кинетическая энергия релятивистской частицы.

Связь между полной энергией и импульсом релятивистской частицы

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + E_0^2}.$$

Импульс релятивистской частицы

$$p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{1}{c} \sqrt{T(T + 2E_0)}.$$

Энергия электрона в атоме водорода

$$E_n = -E_i/n^2,$$

где E_i – энергия ионизации атома водорода; n – главное квантовое число ($n = 1, 2, 3, \dots$).

Энергия, излучаемая или поглощаемая атомом водорода,

$$\varepsilon = h\nu = E_{n_2} - E_{n_1}$$

или

$$\varepsilon = E_i \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

где n и m – квантовые числа, соответствующие энергетическим уровням, между которыми совершается переход электрона в атоме.

Спектроскопическое волновое число

$$\nu = \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

где λ – длина волны излучения или поглощения атомом; R – постоянная Ридберга ($R = 1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$).

Длина волны де Бройля

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

где p – импульс частицы; h – постоянная Планка.

Соотношение неопределенностей:

$$\text{для координаты и импульса} \quad \Delta p_x \Delta x \geq \hbar,$$

где Δp_x – неопределенность проекции импульса на ось X; Δx – неопределенность координаты; $\hbar = \frac{h}{2\pi}$;

для энергии и времени

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar,$$

где ΔE – неопределенность энергии; Δt – время жизни квантовой системы в данном энергетическом состоянии.

Характеристическая температура Дебая

$$\theta_D = \frac{\hbar \omega_{\max}}{k},$$

где ω_{\max} – максимальная частота, ограничивающая спектр колебаний атомов в узлах кристаллической решетки твердого тела; k – постоянная Больцмана.

Молярная внутренняя энергия кристалла (по Дебаю)

$$U_m = U_{m0} + 9RT \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3 \int_0^{\frac{\theta_D}{T}} \frac{x^3}{\exp(x) - 1} dx,$$

где $U_{m0} = \frac{9}{8} R \theta_D$ – молярная нулевая энергия кристалла (по Дебаю); R – молярная газовая постоянная;

$$x = \frac{\hbar \omega}{kT}.$$

Молярная теплоемкость кристалла (по Дебаю) в области низких температур $T \ll \theta_D$ (предельный закон Дебая)

$$C_m = \frac{\partial U_m}{\partial T} = \frac{12\pi^4 R}{5} \left(\frac{T}{\theta_D} \right)^3.$$

Теплота, необходимая для нагревания тела,

$$Q = \frac{m}{\mu} \int_{T_1}^{T_2} C_m dT,$$

где m – масса тела; μ – молярная масса; T_1 и T_2 – начальная и конечная температуры тела.

Энергия Ферми для свободных электронов в металле при $T = 0\text{K}$

$$\varepsilon_f = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3},$$

где n – концентрация электронов в металле; m – масса электрона.

Температура T_B вырождения

$$T_B = \frac{\varepsilon_f}{k},$$

где k – постоянная Больцмана.

Удельная проводимость собственных полупроводников

$$\gamma = en(b_n + b_p),$$

где e – заряд электрона; n – концентрация носителей заряда (электронов и дырок); b_n и b_p – подвижности электронов и дырок.

Зависимость удельной проводимости собственных полупроводников от температуры

$$\gamma = \gamma_0 \exp\left(\frac{-\Delta E}{2kT}\right),$$

где ΔE – ширина запрещенной зоны; γ_0 – константа.

Закон радиоактивного распада

$$dN = -\lambda N dt \quad \text{или} \quad N = N_0 e^{-\lambda t},$$

где dN – число ядер, распадающихся за интервал времени dt ;
 N – число ядер, не распавшихся к моменту времени t ; N_0 – число ядер в начальный момент ($t = 0$); λ – постоянная радиоактивного распада.

Число ядер, распавшихся за время t ,

$$\Delta N = N_0 - N = N_0(1 - e^{-\lambda t}).$$

В случае, если интервал времени, за который определяется число распавшихся ядер, много меньше периода полураспада $T_{1/2}$, то число распавшихся ядер можно определить по формуле

$$\Delta N = \lambda N \Delta t.$$

Связь периода полураспада с постоянной радиоактивного распада

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}.$$

Среднее время τ жизни радиоактивного ядра, т.е. интервал времени, за который число нераспавшихся ядер уменьшается в e раз,

$$\tau = \frac{1}{\lambda}.$$

Число атомов, содержащихся в радиоактивном изотопе,

$$N = \frac{mN_A}{\mu},$$

где m – масса изотопа; μ – молярная масса; N_A – постоянная Авогадро.

Активность A радиоактивного изотопа есть величина, равная отношению числа dN ядер, распавшихся в изотопе, к промежутку времени dt , за которое произошел распад:

$$A = -\frac{dN}{dT} = \lambda N$$

или

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t},$$

где A_0 – активность изотопа в начальный момент времени.

Удельная активность изотопа

$$a = \frac{A}{m},$$

где m – масса радиоактивного вещества.

Закон ослабления плотности потока узкого пучка ионизирующих частиц или моноэнергетических γ -квантов при прохождении через поглощающее вещество

$$\varphi = \varphi_0 e^{-\mu x},$$

где φ_0 – плотность потока частиц, падающих на поверхность вещества; φ – плотность потока частиц после прохождения слоя вещества толщиной x ; μ – линейный коэффициент ослабления.

Слоем половинного ослабления называется слой вещества, толщина $x_{1/2}$, которого такова, что плотность потока узкого пучка γ -квантов, проходящих через него, уменьшается в два раза:

$$x_{1/2} = \frac{(\ln 2)}{\mu} = \frac{0,693}{\mu}.$$

Поглощенная доза ионизирующего излучения

$$D = \frac{dW}{dm},$$

где dW – энергия, переданная излучением веществу в элементарном объеме; dm – масса вещества.

Для моноэнергетического γ -излучения

$$dW = W_0 |d\varphi| dS dt,$$

где W_0 – энергия γ -кванта; $d\varphi$ – изменение плотности потока γ -квантов после прохождения слоя вещества толщиной dx .

$$d\varphi = -\tau \varphi dx,$$

где τ – линейный коэффициент поглощения.

Мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt},$$

где dt – интервал времени, в течение которого была поглощена объектом облучения доза dD .

Для моноэнергетического γ -излучения

$$\dot{D} = \tau_m W_0 \phi,$$

где $\tau_m = \frac{\tau}{\rho}$ – массовый коэффициент поглощения γ -квантов в веществе; ρ – плотность вещества.

Экспозиционная доза X фотонного излучения (γ или рентгеновского) – это отношение суммарного заряда dQ всех ионов одного знака в воздухе при полном торможении электронов, которые были образованы фотонами в элементарном объеме воздуха, к массе dm воздуха в этом объеме:

$$X = \frac{dQ}{dm}.$$

Мощность экспозиционной дозы – отношение приращения экспозиционной дозы dX за интервал времени dt к этому интервалу времени

$$\dot{X} = \frac{dX}{dt}.$$

Эквивалентная доза H равна произведению поглощенной дозы D данного вида излучения на средний коэффициент качества ионизирующего излучения \bar{k} в данном элементе объема биологической ткани человека:

$$H = D\bar{k}.$$

КОЭФФИЦИЕНТ КАЧЕСТВА \bar{k} ДЛЯ ИЗЛУЧЕНИЙ С ИЗВЕСТНЫМ СПЕКТРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ

Вид излучения	\bar{k}
Рентгеновское и γ -излучение	1
Электроны и позитроны, β -излучение	1
Протоны с энергией меньше 10 МэВ	10
Нейтроны с энергией меньше 20 кэВ	3
Нейтроны с энергией 0,1 – 10 МэВ	10
α -излучение с энергией меньше 10 МэВ	20
Тяжелые ядра отдачи	20

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ИСТОЧНИКИ И ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Величина	Единица СИ		Внесистемная единица	
	Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Активность изотопа	беккерель	1Бк = 1расп/с	кюри	1Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк
Поглощенная доза	грей	1Гр = 1Дж/кг	рад	1рад = 10^{-2} Гр
Мощность поглощенной дозы	$\frac{\text{грей}}{\text{с}}$	Гр/с	$\frac{\text{рад}}{\text{с}}$	1рад/с = 10^{-2} Гр/с
Эквивалентная доза	зиверт	1Зв = 1Дж/кг	бэр	1бэр = 10^{-2} Зв
Мощность эквивалентной дозы	$\frac{\text{зиверт}}{\text{с}}$	Зв/с	$\frac{\text{бэр}}{\text{с}}$	1бэр/с = 10^{-2} Зв/с
Экспозиционная доза	кулон на 1 кг	Кл/кг	рентген	1Р = $2,5810^{-4}$ Кл/кг
Мощность эквивалентной дозы	$\frac{\text{ампер}}{\text{кг}}$	А/кг	$\frac{\text{рентген}}{\text{с}}$	1Р/с = $2,5810^{-4}$ А/кг

Переход от экспозиционной дозы к поглощенной дозе:

для воздуха 1 Р эквивалентен 0,87 рад;

для воды и биологической ткани 1 Р эквивалентен 0,93 рад;

для костной ткани (при энергии γ -квантов > 200 кэВ) 1 Р эквивалентен 0,88 рад, а в области малых энергий (10 – 200 кэВ) эквивалент рентгена изменяется от 4,74 до 0,88 рад.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ

Уровень загрязненности		Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч	Внешнее облучение, мЗв/год	Внутреннее облучение цезием – 137, поступающим с пищей, мЗв/год	Эффективная эквивалентная доза, мЗв/год
Ки/км ²	МБк/м ²				
5	0,185	75	43	35	7,35
15	0,555	225	12	10	22
30	1,11	450	24	20	44
40	1,48	600	32	26,5	58,5
60	2,22	900	48	40	88

Контрольная работа № 3

Таблица 3

Вариант	Номера задач							
	310	320	330	340	350	360	370	380
1	310	320	330	340	350	360	370	380
2	301	311	321	331	341	351	361	371
3	302	312	322	332	342	352	362	372
4	303	313	323	333	343	353	363	373
5	304	314	324	334	344	354	364	374
6	305	315	325	335	345	355	365	375
7	306	316	326	336	346	356	366	376
8	307	317	327	337	347	357	367	377
9	308	318	328	338	348	358	368	378
10	309	319	329	339	349	359	369	379

301. При выдувании мыльного пузыря на воздухе цвет пленки ($n = 1,25$) изменился с красного ($\lambda_{ок} = 0,65$ мкм) на зеленый ($\lambda_{оз} = 0,55$ мкм). На какую наименьшую величину уменьшилась толщина пленки, если лучи падают на ее поверхность нормально?

302. Зимой на стеклах автомобилей образуются тонкие пленки наледи, окрашивающие все видимое сквозь них в зеленый цвет ($\lambda_0 = 0,55$ мкм). Оценить, какова наименьшая толщина этих пленок (показатель преломления наледи принять равным 1,33).

303. На стеклянный клин ($n = 1,5$) нормально входной грани падает монохроматический свет ($\lambda_0 = 0,5$ мкм). В возникшей при этом

интерференционной картине на отрезке 4 см наблюдается 20 темных полос. Определить угол клина.

304. Диаметры двух произвольно взятых темных колец Ньютона соответственно равны 3,0 и 1,0 мм. Между этими кольцами имеется еще три темных кольца. Кольца наблюдаются в отраженном свете ($\lambda_0 = 0,5$ мкм). Найти радиус кривизны линзы.

305. Между двумя плоскопараллельными пластинами на расстоянии 10 см от границы их соприкосновения находится проволока диаметром 0,01 мм, образуя воздушный клин. Пластины освещаются нормально светом ($\lambda_0 = 0,6$ мкм). Определить ширину интерференционных полос, наблюдаемых в отраженном свете.

306. На тонкий стеклянный клин падает нормально параллельный пучок света с длиной волны $\lambda_0 = 500$ нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете 0,5 мм. Определить угол между поверхностями клина. Показатель преломления стекла, из которого изготовлен клин, $n = 1,6$.

307. Подвижное зеркало интерферометра Майкельсона закреплено на суппорте металлорежущего станка. Определить перемещение суппорта, если интерференционная картина сместилась на 1000 полос. Длина волны источника излучения интерферометра равна 0,546 мкм.

308. В оба пучка интерферометра Жамена поместили две одинаковые кюветы длиной 6 см, наполненные водой ($n = 1,33$). При этом наблюдалась интерференционная картина в виде светлых и темных полос. Затем одну из кювет вместо воды заполнили маслом, после чего интерференционная картина сместилась на 200 полос. Длина волны света равна 600 нм. Найти показатель преломления масла.

309. Для контроля качества шлифовки поверхностей используют интерферометр Майкельсона, позволяющий определить размеры неровностей на поверхности. При проведении наблюдений в зеленом свете ($\lambda_0 = 530$ нм) оказалось, что имеющаяся на поверхности царапина вызывает искривление интерференционных полос на 2 полосы. Определить по этим данным глубину царапины.

310. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца. Когда пространство между пластиной и линзой заполнили жидкостью, то на том же

расстоянии появилось четвертое кольцо. Определить показатель преломления жидкости.

311. Лазерный пучок света диаметром 10^{-2} м, расходимость которого определяется только дифракцией, направлен на Луну. Длина волны лазерного излучения равна 0,633 мкм. Чему равен диаметр поверхности, освещаемой лазером на Луне?

312. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проецируется линзой на экран. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 2,0 м. Границы видимого спектра: $\lambda_{\text{ок}} = 780$ нм, $\lambda_{\text{оф}} = 400$ нм.

313. Можно ли на Луне обнаружить предмет радиусом 4 м с помощью телескопа с диаметром объектива 6 м, если наблюдение ведется в свете с длиной волны 0,6 мкм?

314. С помощью дифракционной решетки с периодом 20 мкм требуется разрешить две близко расположенные линии с длинами волн 589,0 нм и 589,6 нм в спектре второго порядка излучения натрия. При какой наименьшей длине решетки это возможно?

315. На щель шириной d падает нормально свет трех длин волн ($\lambda_1 = 0,4$ мкм, $\lambda_2 = 0,6$ мкм, $\lambda_3 = 0,8$ мкм). Дифрагировавший свет собирается линзой. Изобразить графически на одном рисунке с соблюдением масштаба распределение интенсивности света в фокальной плоскости линзы для каждой длины волны до минимумов второго порядка. Вычислить значения углов, соответствующих первым дифракционным максимумам и минимумам. Объяснить, будут ли спектральные линии наблюдаться раздельно.

316. Параллельный пучок рентгеновского излучения падает на грань кристалла. Под углом 65° к плоскости грани наблюдается максимум первого порядка. Расстояние между атомными плоскостями кристалла 280 пм. Определить длину волны рентгеновского излучения. Будет ли наблюдаться на кристалле дифракция излучения с длиной волны 0,5 мкм?

317. Лазерный пучок света ($\lambda_0 = 0,6$ мкм) диаметром 1 мм, расходимость которого определяется только дифракцией, падает нормально на плоскопараллельную стеклянную пластину ($n = 1,5$) толщиной 15 см, установленную на расстоянии 10 см от источника света. Определить диаметр пучка на выходе из пластины.

318. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет ($\lambda_0 = 600$ нм). Угол между направлениями на максимум первого и третьего порядков равен 1° . Считая, что углы дифракции малы, определить число штрихов на 1 мм дифракционной решетки.

319. Монохроматический свет с длиной волны 0,7 мкм падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом 1,4 мм. Определить расстояния от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности. Фронт волны плоский.

320. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус двадцать пятой зоны.

321. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен 43° . Каким должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован?

322. Для уменьшения ослепляющего действия фар встречных автомобилей в лобовое стекло и стекла фар технологическим путем вводят кристаллы дихроичного вещества, после чего эти стекла приобретают свойства поляроидов (поляризаторов). Определить, во сколько раз уменьшится интенсивность света, дошедшего до водителя, по сравнению с интенсивностью света, испускаемого лампами фар, если угол между плоскостями пропускания поляризаторов составляет 60° . На сколько при этом уменьшится видимость дороги?

323. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, прошедшего последовательно через два поляроида, плоскости пропускания которых образуют угол 30° , если в первом поляризаторе теряется 10 % интенсивности падающего света, а во втором поляризаторе 20 % ?

324. На пути частично поляризованного света, степень поляризации которого равна 0,6, поставили анализатор так, что интенсивность света, прошедшего через него, стала максимальной. Во сколько раз уменьшится интенсивность света, если плоскость пропускания анализатора повернуть на угол 30° ?

325. Пластинку кварца толщиной 2 мм, вырезанную перпендикулярно оптической оси, поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации повернулась на угол 60° . Какой должна быть толщина пластинки, чтобы монохроматический свет, с которым проводился опыт, не прошел через анализатор.

326. Отраженный от лакированной поверхности стола солнечный свет стал частично поляризованным со степенью поляризации, равной 0,5. Во сколько раз отличается максимальная интенсивность отраженного света, пропущенного через анализатор, от минимальной?

327. Приемник радиолокатора регистрирует частоты биений между частотой сигнала, посылаемого передатчиком, и частотой сигнала, отраженного от движущегося объекта. Определить скорость приближающейся по направлению к локатору ракеты, если локатор работает на частоте 600 МГц и частоте биений равной 4 кГц.

328. Оценить скорость, с которой должен двигаться автомобиль, чтобы вследствие эффекта Доплера красный сигнал светофора ($\lambda_{\text{ок}} = 650 \text{ нм}$) воспринимался как зеленый ($\lambda_{\text{оз}} = 550 \text{ нм}$).

329. Монохроматическое излучение с длиной волны 500 нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой 10 нН. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

330. Лазер на рубине излучает в импульсе длительностью 0,5 мс энергию, равную 1 Дж, в виде почти параллельного пучка с сечением 1 см^2 . Рабочая длина волны лазера равна 694,3 нм. Определить: 1) давление несфокусированного пучка света на площадку, перпендикулярную к пучку; 2) давление света на площадку, перпендикулярную к пучку, при максимально возможной концентрации светового пучка (при фокусировке области с площадью поперечного сечения порядка λ^2). Коэффициент отражения площадки равен 0.

331. Определить импульс электрона отдачи при эффекте Комптона, если фотон с энергией, равной энергии покоя электрона, был рассеян на угол 180° .

332. Фотон при эффекте Комптона на свободном электроне был рассеян на угол 90° . Определить импульс (в МэВ/с, где с – скорость света), приобретенный электроном, если энергия фотона до рассеяния была равной 1,02 МэВ.

333. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если на поверхность серебра (работа выхода равна 4,7 эВ) направить ультрафиолетовое излучение длиной волны 300 нм?

334. Для прекращения фотоэффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом, платиновой пластинки (работа выхода 6,3 эВ) нужно приложить задерживающую разность потенциалов 3,7 В. Если платиновую пластинку заменить другой, то удержи-

вающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности этой пластинки.

335. Поток энергии, излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 68 Вт. Определить температуру печи, если площадь отверстия равна 12 см^2 .

336. Сила излучения нити лампы накаливания равна $0,16 \text{ Вт/см}$. Определить температуру нити, если площадь ее излучающей поверхности $2,2 \text{ мм}^2$.

337. Принимая, что Солнце излучает, как абсолютно черное тело, вычислить его излучательность и температуру поверхности, если поверхностная плотность потока излучения Солнца на Земле равна $1,4 \text{ кДж/(м}^2 \cdot \text{с)}$, а солнечный диск виден с Земли под углом 32° .

338. При нагревании куска железа максимум спектральной плотности излучательности сместился с $\lambda_1 = 2,9 \text{ мкм}$ на $\lambda_2 = 2 \text{ мкм}$. Считая, что железо излучает, как абсолютно черное тело, определить, как и во сколько раз изменится его температура и излучательность.

339. Максимум спектральной плотности излучательности поверхности электрической плитки соответствует длине волны $5,8 \text{ мкм}$. Определить поток энергии, излучаемой плиткой, если площадь ее поверхности равна 100 см^2 .

340. Поток излучения абсолютно черного тела равен 10 кВт , максимум энергии излучения приходится на длину волны $0,8 \text{ мкм}$. Определить площадь излучающей поверхности.

341. Вычислить длины волн первых трех спектральных линий серии Бальмера в спектре излучения атомарного водорода.

342. Атомарный водород возбуждают на четвертый энергетический уровень. Определить длины волн испускаемых линий. Каким сериям принадлежат эти линии?

343. Определить наименьшую и наибольшую энергии фотона в ультрафиолетовой серии спектра излучения атома водорода (серии Лаймана).

344. Атомарный водород, возбужденный светом определенной длины волны, при переходе в основное состояние испускает только три спектральные линии. Определить длины волн этих линий. Каким сериям принадлежат эти линии?

345. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра излучения атомарного водорода (серия Пашена).

346. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

347. Фотон с энергией 16,5 эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость будет иметь электрон вдали от ядра атома?

348. Вычислить длину волны, которую испускает ион гелия He^+ при переходе электрона со второго энергетического уровня на первый.

349. Найти наибольшую длину волны в ультрафиолетовой серии спектра излучения атома водорода (серия Лаймана). Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами электронов появилась эта линия?

350. Найти в длинах волн спектральные интервалы, в которых заключены серии Лаймана, Бальмера и Пашена в спектрах излучения атомарного водорода.

351. Вычислить дебройлевскую длину волны электрона и протона, движущихся с кинетической энергией 1 КэВ. При каких значениях кинетической энергии их длина волн будет равна 0,1 нм?

✓ 352. Найти кинетическую энергию, при которой дебройлевская длина волны электрона равна его комптоновской длине волны.

353. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы дебройлевская длина волны была равна 0,1 нм?

354. Электрон движется по окружности радиусом 0,5 см в однородном магнитном поле с индукцией 8 мТл. Определить дебройлевскую длину волны электрона.

355. Оценить с помощью соотношения неопределенностей минимальную кинетическую энергию электрона, локализованного в области размером 0,2 нм.

356. Электрон с кинетической энергией 4 эВ локализован в области размером 1 мкм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей относительную неопределенность его скорости.

357. Показать, что для частицы, неопределенность местоположения которой $\Delta X = \lambda/2\pi$, где λ – дебройлевская длина волны, неопределенность скорости равна величине самой скорости частицы.

358. Оценить с помощью соотношения неопределенностей неопределенность скорости электрона в атоме водорода, полагая размер атома 0,1 нм.

359. При увеличении энергии электрона на 200 эВ его дебройлевская длина волны изменилась в два раза. Найти первоначальную длину волны электрона.

360. Электрон движется со скоростью 200 Мм/с. Определить дебройлевскую длину волны электрона, учитывая изменение массы электрона в зависимости от скорости.

361. Вычислить по теории Дебая молярную нулевую энергию $U_{\text{то}}$ кристалла меди. Характеристическая температура θ_p меди равна 320 К.

362. Определить максимальную частоту ω_{max} собственных колебаний в кристалле золота по теории Дебая. Характеристическая температура θ_p золота равна 180 К.

363. Найти отношение изменения внутренней энергии кристалла при нагревании его от нуля до $0,1 \theta_D$ к нулевой энергии U_0 . Считать $T \ll \theta_D$.

364. Пользуясь теорией теплоемкости Дебая, определить изменение молярной внутренней энергии кристалла при нагревании его от нуля до $0,1 \theta_D$. Характеристическую температуру Дебая принять для данного кристалла равной 300 К. Считать $T \ll \theta_D$.

365. При нагревании серебра массой 10 г от 10 К до 20 К было подведено 0,71 Дж теплоты. Определить характеристическую температуру θ_D серебра.

366. Определить концентрацию свободных электронов в металле при температуре 0 К. Энергию Ферми принять равной 1 эВ.

367. Определить число свободных электронов, которое приходится на один атом натрия при температуре 0 К. Энергия Ферми для натрия равна 3,12 эВ. Плотность натрия равна 970 кг/м³.

368. Оценить температуру вырождения для лития, если принять, что на каждый атом приходится по одному свободному электрону. Плотность лития равна 530 кг/м³.

369. Собственный полупроводник (германий) имеет при некоторой температуре удельное сопротивление 0,48 Ом·м. Определить концентрацию носителей заряда, если подвижности электронов и дырок соответственно равны 0,36 и 0,16 м²/В·с.

370. Во сколько раз удельная электропроводность чистого германия при температуре 100° С выше, чем при температуре -40° С? Энергия активации для германия равна 0,72 эВ.

371. Какая доля первоначального количества ядер стронция $^{90}_{38}\text{Sr}$: а) остается нераспавшимися через 10 и 100 лет; б) распадется за одни сутки, за 15 лет? Период полураспада $^{90}_{38}\text{Sr}$ равен 28 лет.

372. Вычислить постоянную распада, среднее время жизни и период полураспада радиоактивного изотопа, активность препарата из которого уменьшается в 1,41 раза за 15 лет. Какой это изотоп?

373. Определить возраст древних деревянных предметов, у которых удельная активность изотопа углерода $^{14}_6\text{C}$ составляет 3/5 удельной активности этого же изотопа в только что срубленных деревьях. Период полураспада $^{14}_6\text{C}$ ядер равен 5570 лет.

374. Свежеприготовленный препарат содержит 1,4 г радиоактивного изотопа $^{24}_{11}\text{Na}$. Какую активность он будет иметь через сутки? Период полураспада ядер $^{24}_{11}\text{Na}$ равен 15 часов.

375. Определить мощность поглощенной дозы в воздухе и в воде в областях, где плотность потока γ -квантов с энергией 2 МэВ равна $1,3 \cdot 10^8$ квант/м²с. Массовые коэффициенты поглощения γ -квантов с энергией 2 МэВ в воздухе и воде равны соответственно $2,36 \cdot 10^{-3}$ м²/кг и $2,6 \cdot 10^{-3}$ м²/кг.

376. Во сколько раз уменьшится плотность потока узкого пучка γ -квантов с энергией 2 МэВ после прохождения через слой свинца толщиной 4 см? Определить также толщину слоя половинного ослабления. Линейный коэффициент ослабления γ -квантов с энергией 2 МэВ в свинце равен $0,52 \text{ см}^{-1}$.

377. Точечный изотропный радиоактивный источник создает на расстоянии 1 м плотность потока энергии γ -квантов, равную $1,6 \text{ мВт/м}^2$. Пренебрегая поглощением в воздухе и принимая, что при каждом акте распада ядра излучается один γ -квант с энергией 1,33 МэВ, определить активность источника.

378. Определить число радиоактивных ядер в свежеприготовленном препарате $^{82}_{35}\text{Br}$, если известно, что через сутки его активность стала равной 0,2 кюри. Период полураспада ядер $^{82}_{35}\text{Br}$ равен 36 часов.

379. Вычислить удельную активность чистого плутония ${}_{94}^{239}\text{Pu}$.

Период полураспада ядер ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ равен 24 000 лет.

380. Определить мощность поглощенной дозы γ – излучения на расстоянии 2 м от точечного источника активностью 100 мКи. Энергия γ – квантов 1 МэВ. Выход γ – квантов для расстояния 2 м от источника равен 0,5 квант/распад. Массовый коэффициент поглощения γ – квантов с энергией 1 МэВ в воздухе равен $2,76 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{кг}$.

Содержание

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ФИЗИКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ЗАОЧНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ ВУЗОВ.	3
Введение.	3
Физические основы классической механики.	3
Элементы специальной (частной) теории относительности.	4
Механические колебания и волны в упругих средах.	5
Основы молекулярной физики и термодинамики.	5
Электростатика.	7
Постоянный электрический ток.	7
Электромагнетизм.	8
Электромагнитные колебания и волны.	9
Волновая оптика.	9
Квантовая природа излучения.	10
Элементы атомной физики и квантовой механики.	10
Элементы квантовой статистики и физики твердого тела.	10
Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц.	11
Л и т е р а т у р а.	12
Основная.	12
Дополнительная.	12
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ.	13
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ.	21
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА.	23
Контрольная работа № 1.	23
ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ.	32
Контрольная работа № 2.	32

ОПТИКА, ЭЛЕМЕНТЫ АТОМНОЙ ФИЗИКИ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ. ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.	45
Основные формулы.	45
КОЭФФИЦИЕНТ КАЧЕСТВА \bar{k} ДЛЯ ИЗЛУЧЕНИЙ С ИЗВЕСТНЫМ СПЕКТРАЛЬНЫМ СОСТАВОМ.	59
ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ИСТОЧНИКИ И ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ.	59
ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЫ ОТ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВЫ.	60
Контрольная работа № 3.	60