

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Артеменков Михаил Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.10.2026 12:25:58
Уникальный программный ключ:
a63b74166e8f4fc17bd1e0462725f79e393bdfd9

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»

Проректор по учебно-методической деятельности

Ю.А. Устименко

«25» декабря 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины
Б1.О.06.08 Общая и экспериментальная физика**

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)**

Направленность (профиль): **Математика, Физика и Информатика**

Форма обучения – очная

Курс – 2,3

Семестр – 3-6

Всего зачетных единиц – 14, часов – 504.

Форма отчетности: экзамен – 4,6 семестр; зачет – 3,5 семестр.

Программу разработал: кандидат педагогических наук, доцент А.В. Дюндин

Одобрена на заседании кафедры

«20» ноября 2025 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой _____ А.В. Дюндин

Смоленск
2025

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Общая и экспериментальная физика» относится к обязательной части основной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы: «Математика, Физика и информатика».

Изучение дисциплины основывается на знаниях, умениях и навыках, полученных школьниками при изучении курса физики средней школы, дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра» и «Аналитическая геометрия», а также прохождения практики «Основы физических измерений».

Данная дисциплина является основой для изучения дисциплин «Основы теоретической физики», «Основы электрорадиотехники», «Основы физики атома и элементарных частиц» и «Астрономия».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	Знать: объект, предмет, основные категории, принципы, закономерности, структуру педагогической науки; сущность, структуру, динамику целостного педагогического процесса; состояние и тенденции развития отечественных и международных педагогических и психологических исследований; методологию педагогического исследования; особенности, логику, закономерности, формы, методы и средства процесса обучения и воспитания; основы психологии личности, основные теоретические подходы к пониманию феномена личности; познавательные процессы, их свойства, закономерности и роль в интеллектуальной и творческой деятельности; общетеоретические основы методики преподавания предмета в объеме, необходимом для осуществления педагогической деятельности; строение и функции организма, основные закономерности развития человека; общие закономерности и возрастные особенности функционирования основных систем организма учащихся; гигиенические требования к организации образовательного процесса и гигиену учебного процесса; инструментальные средства информационных технологий. Уметь: применять теоретические знания в решении педагогических задач; планировать, проектировать и осуществлять педагогический процесс в различных типах образовательных учреждений; определять структуру и методологию проведения педагогического исследования; адекватно целям выстраивать учебный и воспитательный процесс, выбирая соответствующие формы, методы и средства его осуществления; использовать в педагогической деятельности и межличностном взаимодействии современные достижения психологической науки; учитывать возрастные физиологические особенности учащихся в педагогическом процессе; использовать информационные технологии для решения профессиональных задач. Владеть: категориальным аппаратом педагогической науки; навыками решения педагогических задач; способами планирования и осуществления образовательного процесса; способами проведения педагогического эксперимента; формами и методами осуществления учебной и воспитательной работы; приемами и методами психодиагностики личности, изучения особенностей профессиональной деятельности; навыками организации педагогической деятельности с позиций сохранения здоровья;

	методами профилактики нарушений физического развития и повышения адаптационных резервов организма; методами оказания первой доврачебной помощи; методами применения информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе.
ПК-7. Способен использовать научные знания в предметной области (физика) в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	Знать: современное состояние и перспективы развития физики как учебной дисциплины, направления развития школьного физического образования, теоретические основы обучения физике, принципы построения методической системы обучения физике, основные линии школьного курса физики, их структуру, содержание и роль, этапы формирования физических понятий, методические подходы к изучению основных тем школьного курса физики; Уметь: анализировать и интерпретировать содержание физических понятий, теорем, задач, разрабатывать фрагменты уроков, организовывать образовательный процесс обучения физике, конструировать методику введения понятий, изучения теорем, решения задач; Владеть: основными приемами организации деятельности школьников по изучению физики, навыками разработки методики изучения частных вопросов обучения физики, исследовательскими методами в профессиональной деятельности.

3. Содержание дисциплины

3 семестр

Введение. Кинематика материальной точки. Физика и ее место в структуре научного знания. Предмет физики. Элементы физической науки: гипотеза, эксперимент, теория. Связь физики с техникой. Механика. Механическое движение. Представление о свойствах пространства и времени в классической механике. Относительность механического движения. Физические модели материальной точки и абсолютно твердого тела. Понятие состояния в классической механике. Координатный и векторный способы описания движения. Основные понятия кинематики: траектория, путь, перемещение, скорость и ускорение. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движение материальной точки. Криволинейное движение материальной точки, нормальное и тангенциальное ускорение. Движение материальной точки по окружности

Динамика материальной точки. Взаимодействие тел. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Фундаментальные взаимодействия. Сила, принцип независимого действия сил. Масса гравитационная и инертная. Законы Ньютона. Уравнения движения.

Законы сохранения в механике. Законы сохранения в механике как следствие свойств пространства и времени. Понятие замкнутой системы. Импульс материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения и изменения импульса. Работа сил, мощность, механическая энергия. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения и изменения энергии. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар.

Кинематика и динамика твердого тела. Кинематика поступательного и вращательного движения твердого тела. Динамика поступательного движения. Центр масс, теорема о движении центра масс. Момент инерции твердого тела и его вычисление. Теорема Штейнера. Момент силы. Основное уравнение динамики для вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Момент импульса твердого тела относительно оси его вращения. Закон сохранения момента импульса при вращательном движении. Свободные оси вращения. Главные оси инерции. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия.

Неинерциальные системы отсчета. Движение материальной точки в поступательно движущейся НИСО. Сила инерции. Движение материальной точки в равномерно вращающейся

системе отсчёта. Центробежная и кориолисова силы инерции. Отличительные свойства центробежной и кориолисовой сил инерции. Общие свойства всех сил инерции. Проявление сил инерции на Земле.

Элементы специальной теории относительности. Представления Ньютона о свойствах пространства и времени. Инвариантность 2-го закона Ньютона относительно преобразований Галилея. Границы применимости механики Ньютона. Постулаты Эйнштейна. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца и их следствия (относительность отрезков длины и промежутков времени; преобразование скоростей). Релятивистский импульс и масса. Релятивистская форма 2-го закона Ньютона. Взаимосвязь массы и энергии. Законы сохранения в СТО.

Поле тяготения. Понятие поля тяготения. Поле как вид материи. Напряженность поля. Однородное и центральное поле. Потенциал поля. Потенциальная энергия тела в поле тяготения. Движение тел в центральном поле тяготения. Космические скорости. Достижения советской науки и техники в освоении космического пространства. Эйнштейновский принцип эквивалентности сил инерции и сил тяготения.

Механические колебания. Колебательное движение. Основные величины, характеризующие колебательное движение: амплитуда, частота, период, фаза. Гармонические колебания. Маятники. Свободные и затухающие колебания маятников. Вынужденные колебания.

Механические волны. Виды механических волн (плоские и сферические, продольные и поперечные). Длина волны. Скорость распространения волны. Акустика. Источники и приемники звука. Субъективные и объективные характеристики звука. Эффект Доплера. Ультразвук и его применение. Понятие об инфразвуке.

Кинематика и динамика жидкостей и газов. Отличительные свойства жидкостей и газов как сплошных сред. Давление в жидкостях и газах. Распределение давления в покоящихся жидкостях и газах. Гидростатический закон. Измерение давления. Следствия гидростатического закона. Архимедова сила. Условия плавания тел. Основные понятия динамики жидкостей. Стационарное слоистое движение жидкости. Уравнение неразрывности струи. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его следствия. Формула Торричелли. Реакция вытекающей струи. Движение вязкой жидкости. Формулы Ньютона и Пуазейля. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Движение тела в вязкой среде. Лобовое сопротивление при ламинарном и турбулентном обтекании. Формула Стокса. Подъемная сила. Подъемная сила крыла самолета.

4 семестр

Введение. Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ). Предмет изучения молекулярной физики (МФ) и термодинамики (ТД). Основные методы изучения молекулярной физики. Физические модели в МФ и ТД. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Модель идеального газа. Средняя длина свободного пробега молекул, средняя арифметическая скорость. Столкновение молекул, эффективный диаметр. Силы взаимодействия молекул. Броуновское движение, опыты Перрена. Средняя квадратичная скорость. Давление газа на стенки сосуда. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Теорема о равномерном распределении энергии молекулы по степеням свободы. Температура. Измерение температуры. Распределение Максвелла, наивероятнейшая скорость. Измерение скоростей молекул, опыт Штерна. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла – Больцмана.

Основы термодинамики. Основные понятия ТД. Общее начало ТД. Нулевое начало ТД. Термическое уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона). Газовые законы как частные случаи уравнения состояния идеального газа. Экспериментальное определение числа Авогадро. Адиабатный процесс, уравнение Пуассона. Калорическое уравнение состояния идеального газа. Первое начало ТД, способы изменения внутренней энергии. Молярная и удельная теплоёмкости. Применение I начала ТД к изопроцессам в идеальных газах. Классическая теория теплоёмкости идеального газа. Обратимые и

необратимые процессы. Второе начало термодинамики, энтропия. Статистическая трактовка энтропии, уравнение Больцмана. Изменение энтропии в изопроцессах. Циклические процессы, тепловые и холодильные машины. Цикл Карно, теоремы Карно. Третье начало ТД. Границы применимости законов ТД.

Агрегатные состояния вещества. Свойства реальных газов. Термическое уравнение состояния реального газа, изотермы Ван-дер-Ваальса и Эндрюса. Калорическое уравнение состояния реального газа, работа сил притяжения в реальном газе. Понятие о плазме. Строение жидкостей, ближний порядок. Поверхностное натяжение. Свободная энергия поверхностного слоя. Формула Лапласа. Смачиваемость. Капиллярные явления. Растворы, теплота растворения, осмотическое давление. Кристаллические твёрдые тела, дальний порядок, сингонии. Анизотропия. Типы связей частиц в кристаллах. Тепловое расширение кристаллов. Классическая теория теплоёмкости кристаллов, закон Дюлонга и Пти. Аморфные вещества, затвердевание и размягчение. Полимеры, жидкие кристаллы.

Фазовые переходы. Понятия фазы и фазового перехода. Фазовые переходы первого рода, удельная теплота. Уравнение теплового баланса. Динамическое равновесие жидкости и пара. Влажность, точка росы. Критическое состояние, критически параметры. Сжижение газов. Эффект Джоуля-Томсона. Получение низких температур. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса, диаграмма состояния вещества. Фазовые переходы 2 рода, «скачок» теплоёмкости.

Явления переноса. Диффузия, закон Фика. Коэффициент диффузии газов. Вязкость, закон Ньютона. Коэффициент вязкости газов. Теплопроводность, закон Фурье. Коэффициент теплопроводности газов.

5 семестр

Электростатическое поле в вакууме. Электрический заряд, закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Вектор E . Суперпозиция полей. Поле бесконечно длинной нити. Поток вектора E . Теорема Остроградского-Гаусса и её применение к вычислению простейших полей. Работа сил электростатического поля. Циркуляция вектора E . Потенциал и разность потенциалов. Градиент потенциала. Вычисление потенциала точек простейших полей. Поле диполя. Экспериментальное определение заряда электрона.

Электростатическое поле при наличии диэлектриков. Диэлектрики в электрическом поле. Поляризация. Вектор поляризации $\vec{P}$. Электрическое поле в диэлектрике. Вектор $\vec{D}$. Электрическая восприимчивость и проницаемость. Поле на границе раздела диэлектриков.

Электростатическое поле при наличии проводников. Проводники в электрическом поле. Электроёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов в батарее.

Энергия взаимодействия зарядов и энергия электростатического поля. Энергия системы точечных зарядов, заряженного проводника и конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.

Постоянный электрический ток. Условия существования и характеристики электрического поля. Сторонние э.д.с. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи. Внутреннее сопротивление источника. Правила Кирхгофа. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля - Ленца в дифференциальной и интегральной формах.

Электропроводность твёрдых тел. Природа тока в металлах. Классическая электронная теория металлов и её трудности. Понятие о квантовой теории электропроводности твёрдых тел. Собственная и примесная электропроводность полупроводников. Ток в вакууме. Электронные лампы. Контактная разность потенциалов. Контактные явления в полупроводниках. p-n - переход. Диоды и транзисторы.

Электрический ток в электролитах. Электрический ток в газах и в вакууме. Электрический ток в электролитах. Электролиз. Подвижность ионов в электролитах. Закон Ома. Электрический ток в газах. Ионизация, и рекомбинация. Газовый разряд. Понятие о плазме.

Постоянное магнитное поле в вакууме. Магнитное взаимодействие токов. Закон Ампера. Магнитное поле. Вектор $\vec{B}$. Закон Био – Савара - Лапласа. Магнитное поле движущегося заряда. Магнитное поле прямого и кругового токов. Магнитный момент. Циркуляция вектора $\vec{B}$. Применение закона полного тока к вычислению простейших полей. Действие магнитного поля на ток. Взаимодействие параллельных токов. Система единиц СИ. Контур с током в магнитном поле. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Определение удельного заряда электрона. Ускорители. Эффект Холла. МГД генератор. Работа при движении проводника с током в магнитном поле. Магнитный поток.

Магнитное поле в магнетиках. Магнетики в магнитном поле. Вектор намагничивания $\vec{M}$. Магнитное поле в магнетиках. Вектор $\vec{H}$. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Понятие о диа-, пара- и ферромагнетиках. Магнитомеханические явления.

Электромагнитная индукция. Электромагнитное поле. Работы Фарадея. Правило Ленца. Закон Фарадея – Максвелла. Взаимоиндукция и самоиндукция. Индуктивность. Ток при замыкании и размыкании цепи. Энергия магнитного поля токов. Энергия и плотность энергии магнитного поля. Вихревое электрическое поле. Первое уравнение Максвелла. Ток смещения. Второе уравнение Максвелла. Относительный характер электрического и магнитного полей. Электромагнитное поле. Полная система уравнений Максвелла.

Квазистационарные электрические явления. Электрический колебательный контур. Свободные и собственные колебания. Автоколебания. Генератор незатухающих колебаний. Вынужденные колебания. Получение периодической э.д.с. Квазистационарные токи. Сопротивление индуктивность и ёмкость в цепи переменного тока. Закон Ома. Резонансные явления в цепи переменного тока. Работа и мощность в цепи переменного тока. Трансформатор.

12. Электромагнитные волны. Электромагнитные волны в однородной среде. Волновое уравнение. Плоская электромагнитная волна. Энергия, масса и импульс электромагнитного поля. Вектор Умова – Пойтинга. Излучение электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Восьмой семестр посвящён разделу оптика. Внем уточняется поведение электронов внутри атомов и их взаимодействие с электромагнитными явлениями. Сначала изучаются законы волновой оптики – интерференция и дифракция на основе классических схем их наблюдения, поляризация, дисперсия, поглощение и рассеяние света. Далее рассматриваются свойства света на основе геометрической теории, а также элементы фотометрии. При этом в каждой теме рассматриваются характерные оптические приборы. Завершающей темой является квантовая оптика и выяснение современных представлений о корпускулярно-волновом дуализме света.

6 семестр

Введение. Интерференция света. Предмет оптики. Волновая, геометрическая и квантовая оптика. Краткий исторический обзор развития взглядов на природу света. Понятие о когерентности. Методы получения когерентных волн в оптике. Схема явления и вывод условий наблюдения максимумов и минимумов интерференции. Интерференция в тонких плёнках, пластинках и клиньях. Кольца Ньютона. Влияние размеров источника света и его немонохроматичности на интерференционную картину. Временная и пространственная когерентность. Применение интерференции. Просветление оптики.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля и некоторые его приложения. Спираль Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка и её спектральные характеристики. Дифракция на пространственной структуре. Формула Вульфа-Брэггов.

Поляризация света. Понятие о естественном и поляризованном свете. Закон Малюса. Явление и закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Поляризационные приборы. Анализ поляризованного света. Оптически активные вещества. Интерференция поляризованного света.

Дисперсия, поглощение и рассеяние света. Понятие о нормальной и аномальной дисперсии. Фазовая и групповая скорость. Основы теории дисперсии. Уравнение дисперсии. Дисперсия вдали от линии поглощения. Поглощение света. Комплексный характер

диэлектрической проницаемости. Аномальная дисперсия. Закон поглощения Бугера. Селективный характер поглощения. Рассеяние света Тиндаля и Рэлея. Цвета тел и неба.

Геометрическая оптика. Геометрическая оптика как предельный случай волновой оптики. Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Преломление света призмой. Преломление света на сферической поверхности. Зеркала и тонкие линзы. Недостатки линз. Оптические приборы. Разрешающая способность оптических приборов. Глаз и зрение. Оптические явления в атмосфере. Элементы фотометрии. Световые величины и единицы их измерения. Скорость света и методы её измерения.

Квантовые свойства света. Тепловое излучение и его законы. Формула Планка и гипотеза Планка. Внешний фотоэффект. Гипотеза световых квантов Эйнштейна. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона. Давление света. Современные представления о свете. Корпускулярно-волновой дуализм света.

Волновые свойства частиц вещества. Предмет квантовой физики. Идеи, лежащие в основе квантовой физики. Краткий исторический обзор развития квантовых представлений. Гипотеза Луи де Бройля. Экспериментальное подтверждение гипотезы Дэвиссоном и Джермером. Опыты по дифракции электронов. Статистическая интерпретация волн де Бройля. Ψ - функция квантовой частицы. Принцип неопределённости соотношения неопределённости. Уравнение Шредингера. Свободная частица. Потенциальная яма с непроницаемыми стенками. Туннельный эффект. Квантовый гармонический осциллятор.

Экспериментальные данные о структуре атомов. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию α - частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в спектре атома водорода. Формула Бальмера. Атом Резерфорда-Бора. Опыт Франка-Герца. Принципы Бора. Значение и недостатки теории Бора.

4. Тематический план

3 семестр

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Введение. Механика. Кинематика	20	4	8	2	6
2.	Динамика	24	4	6	8	6
3.	Импульс. Закон сохранения импульса	14	4	2	2	6
4.	Энергия. Закон сохранения энергии.	14	4	4	2	4
5.	Механика твердого тела	18	2	4	8	4
6.	Неинерциальные системы отсчета	10	2	2	0	6
7.	Элементы СТО	6	2	0	0	4
8.	Механические колебания и волны	24	6	4	8	6
9.	Механика жидкостей и газов	14	4	2	2	6
Всего за 3 семестр		144	32	32	32	48

4 семестр

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Введение. Основы молекулярно-	31	8	10	8	5

	кинетической теории					
2.	Явления переноса	18	4	4	6	4
3.	Основы термодинамики	30	8	10	6	6
4.	Агрегатные состояния вещества	19	6	4	6	3
5.	Фазовые переходы	19	6	4	6	3
	Экзамен	27				27
Всего за 4 семестр		144	32	32	32	21+27

5 семестр

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1.	Электростатическое поле в вакууме	16	4	4	4	4
2.	Электростатическое поле в веществе	12	4	2	4	4
3.	Постоянный электрический ток	18	6	2	6	4
4.	Магнитное поле в вакууме	14	4	2	4	4
5.	Магнитное поле в веществе	14	4	2	4	4
6.	Электромагнитная индукция	16	4	2	6	4
7.	Электромагнитные колебания и волны	14	4	2	4	4
Всего за 5 семестр		108	32	16	32	28

6 семестр

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий			
			лекции	практические занятия	лабораторные занятия	самостоятельная работа
1	Основы волновой оптики	18	6	2	6	4
2	Взаимодействие света с веществом	13	6	1	4	2
3	Основы геометрической оптики	14	6	2	4	2
4	Основы фотометрии	10	2	2	4	2
5	Основы квантовой оптики	11	2	2	4	3
6	Волновые свойства частиц	8	2	2	2	2
8	Квантово-механическое описание атома	7	2	1	2	2
	Экзамен	27				27
Всего за 6 семестр		108	26	12	26	17+27

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

3 семестр

Лекция 1

Введение. Основы механики. *Физические основы классической механики. Кинематика материальной точки*

1. Предмет изучения физики. Методы физической науки.
2. Связь физики с другими естественными науками.
3. Механика. Механическое движение. Модель материальной точки и абсолютно твердого тела.
4. Представление о свойствах пространства и времени в классической механике.
5. Относительность механического движения.
6. Понятие состояния в классической механике.
7. Поступательное и вращательное движение.

Лекция 2

Основы механики. *Физические основы классической механики. Кинематика материальной точки*

1. Координатный и векторный способы описания поступательного движения.
2. Траектория, путь, перемещение, скорость и ускорение поступательного движения материальной точки.
3. Прямолинейное равномерное и равноускоренное движение материальной точки.
4. Криволинейное движение материальной точки, нормальное и тангенциальное ускорение
5. Угол поворота, угловая скорость и угловое ускорение.
6. Движение материальной точки по окружности

Лекция 3

Основы механики. *Динамика материальной точки.*

1. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона.
2. Сила и масса. Принцип независимости действия сил.
3. Второй и третий законы Ньютона.
4. Уравнения движения.

Лекция 4

Основы механики. *Динамика материальной точки.*

1. Фундаментальные взаимодействия.
2. Сила тяжести и вес тела.
3. Сила трения покоя. Сила трения скольжения. Закон Кулона – Амонтона. Сила трения качения.
4. Виды деформаций. Сила упругости. Напряжение и усилие. Закон Гука.

Лекция 5

Основы механики. *Импульс материальной точки.*

1. Импульс материальной точки.
2. Закон сохранения и закон изменения импульса материальной точки.
3. Абсолютно упругий и абсолютно неупругий удар. Применение законов сохранения к анализу упругого и неупругого ударов.

Лекция 6

Основы механики. *Импульс системы материальных точек.*

1. Системы материальных точек, внутренние и внешние силы.
2. Замкнутые системы.
3. Импульс системы и его изменение.
4. Закон сохранения импульса
5. Движение тела переменной массы. Уравнение Мещерского. Формула Циолковского.
6. Центр масс. Движение центра масс.

Лекция 7

Основы механики. Механическая энергия.

1. Работа силы. Мощность.
2. Работа силы тяжести и силы упругости. Консервативные и неконсервативные силы и системы.
3. Энергия. Энергия кинетическая и потенциальная.
4. Кинетическая энергия материальной точки и системы материальных точек.
5. Потенциальная энергия механической системы. Плотности энергии.

Лекция 8

Основы механики. Энергия. Законы сохранения и изменения полной механической энергии.

1. Изменение кинетической, потенциальной и полной энергии механической системы.
2. Закон сохранения энергии в консервативной системе. Внутренняя энергия.
3. Закон сохранения энергии в неконсервативной системе.
4. Применение законов сохранения импульса и энергии к анализу упругого и неупругого ударов.

Лекция 9

Основы механики. Механика твёрдого тела.

1. Основное уравнение динамики (2-ой закон Ньютона) для вращательного движения твёрдого тела.
2. Закон сохранения момента импульса при вращательном движении. Примеры его проявления.
3. Свободные оси вращения. Главные оси инерции. Понятие о вращении твёрдого тела вокруг неподвижной точки. Гироскоп. Гироскопический эффект и его использование.
4. Условия равновесия твёрдого тела. Виды равновесия.

Лекция 10

Основы механики. Неинерциальные системы отсчета

1. Инерциальные системы отсчета.
2. Движение материальной точки (тела) в поступательно движущейся НИСО.
3. Сила инерции.
4. Движение материальной точки (тела) в равномерно вращающейся системе отсчёта.
5. Центробежная сила инерции
6. Сила Кориолиса.
7. Общие свойства всех сил инерции.
8. Проявление сил инерции на Земле.

Лекция 11

Основы механики. Элементы специальной теории относительности

1. Преобразования Галилея.
2. Инвариантность 2-го закона Ньютона и границы применимости механики Ньютона.
3. Постулаты Эйнштейна.
4. Преобразования Лоренца и их следствия.
5. Релятивистская форма 2-го закона Ньютона.
6. Взаимосвязь массы и энергии.
7. Законы сохранения в СТО.

Лекция 12

Основы механики. Механические колебания:

1. Колебательное движение.
2. Механические колебания.
3. Амплитуда, период, частота, циклическая частота, фаза колебаний.
4. Гармонические колебания.
5. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях
6. Энергия колеблющейся точки.

7. Сложение колебаний.

Лекция 13

Основы механики. *Механические колебания:*

1. Свободные колебания тела.
2. Маятники (математический, физический, пружинный)
3. Затухающие колебания. Характеристики затухающих колебаний
4. Понятие о вынужденных колебаниях. Резонанс.

Лекция 14

Основы механики. *Механические волны:*

1. Механизм распространения колебаний в однородной упругой среде.
2. Луч, фронт и виды механических волн (плоские и сферические, продольные и поперечные).
3. Уравнение плоской гармонической бегущей волны, её частота, фаза, скорость, длина волны и волновое число.
4. Мгновенное распределение смещений, скоростей, деформаций в бегущей волне.
5. Энергия бегущей волны, объёмная плотность энергии, поток энергии и вектор Умова.
6. Стоячие волны, узлы и пучности, распределение механической энергии.
7. Эффект Доплера.
8. Источники и приёмники звука. Субъективные и объективные характеристики звука.

Лекция 15

Основы механики. *Основы гидростатики.*

1. Отличительные свойства жидкостей и газов как сплошных тел. Давление в жидкостях и газах.
2. Распределение давления в покоящихся жидкостях и газах. Гидростатический закон.
3. Измерение давления. Манометры.
4. Следствия гидростатического закона.
5. Архимедова сила. Условия плавания тел

Лекция 16

Основы механики. *Основы гидродинамики.*

1. Некоторые основные понятия гидродинамики. Стационарное слоистое движение жидкости. Уравнение неразрывности-струи.
2. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости и его следствия. Формула Торричелли.
3. Реакция вытекающей струи.
4. Движение вязкой жидкости. Формулы Ньютона и Пуазейля.
5. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса.
6. Движение тела в вязкой среде.
7. Сила лобового сопротивления и подъёмная сила.
8. Формула Стокса.
9. Лобовое сопротивление при ламинарном и турбулентном обтекании.
10. Подъёмная сила. Подъёмная сила крыла самолёта и её объяснение Жуковским.

4 семестр

Лекция 1

Основы молекулярной физики и термодинамики. *Основы молекулярно-кинетической теории*

1. Понятие макроскопической системы. Термодинамический и молекулярно-кинетический методы изучения макросистем.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории и их подтверждение.
3. Масса и размеры молекул.
4. Модель идеального газа.
5. Давление газа на стенки сосуда.
6. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.

Лекция 2

Основы молекулярной физики и термодинамики. Максвелловское распределение скоростей молекул.

1. Понятие о динамических и статистических закономерностях.
2. Понятие о вероятности случайного события и статистическом распределении случайных величин.
3. Статистический закон распределения скоростей молекул.
4. Понятие о наивероятнейшей скорости.
5. Средняя арифметическая скорость.

Лекция 3

Основы молекулярной физики и термодинамики. Максвелловское распределение скоростей молекул.

1. Графическое представление функции распределения скоростей молекул.
 2. Экспериментальное определение скоростей молекул.
 3. Проверка закона распределения Максвелла.
 4. Идеальный газ в поле тяготения Земли. Барометрическая формула. Закон Больцмана.
- Распределение Максвелла – Больцмана

Лекция 4

Основы молекулярной физики и термодинамики. Явления переноса в газах.

1. Столкновения молекул.
2. Средняя длина свободного пробега молекул.
3. Диффузия в газах.
4. Вязкость газов.
5. Теплопроводность газов.
6. Вакуум.
7. Применение вакуума.
8. Получение и измерение вакуума.
9. Свойства ультраразряженных газов.

Лекция 5

Основы молекулярной физики и термодинамики. Первое начало термодинамики.

1. Закон сохранения и превращения энергии и его методологическое значение.
2. Внутренняя энергия термодинамической системы.
3. Два способа изменения внутренней энергии: работа и теплообмен.
4. Математическая запись и формулировки первого начала термодинамики.
5. Изохорный процесс. Опыт Джоуля. Закон Джоуля.
6. Изобарный процесс. Работа при изобарном процессе. Уравнение Майера.
7. Изотермический процесс. Работа газа при изотермическом процессе.
8. Адиабатный процесс. Уравнение Пуассона. Работа газа при адиабатном процессе.
9. Понятие о политропных процессах.

Лекция 6,7

Основы молекулярной физики и термодинамики. Второе начало термодинамики.

1. Сущность второго начала термодинамики.
2. Обратимые и необратимые процессы.
3. Принцип действия тепловых и холодильных машин.
4. Цикл Карно.
5. Постулаты Клаузиуса и Томсона.
6. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур.

Лекция 8,9

Основы молекулярной физики и термодинамики. Второе начало термодинамики. Энтропия.

1. Понятие о приведенном количестве теплоты. Соотношения Клаузиуса.
2. Определение энтропии. Свойства энтропии.
3. Примеры вычисления энтропии.

4. Понятие об энтропийных диаграммах.
5. Закон возрастания энтропии в изолированных системах.
6. Статистический смысл второго начала термодинамики.
7. Границы применения второго начала термодинамики.
8. Третье начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста.

Лекция 10

Основы молекулярной физики и термодинамики. Реальные газы и фазовые переходы между газом и жидкостью.

1. Отступление реальных газов от законов для идеальных газов.
2. Межмолекулярные силы взаимодействия и их зависимость от межмолекулярных расстояний.
3. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
4. Понятие о фазе, фазовом равновесии и фазовых переходах.
5. Испарение и конденсация. Равновесие пара и жидкости. Свойства насыщенного пара. Влажность.
6. Кипение жидкости. Сравнение изотермы Ван-дер-Ваальса с экспериментальной изотермой.
7. Критическое состояние вещества.
8. Связь между критическими параметрами вещества и постоянными «а» и «в» уравнения Ван-дер-Ваальса.
9. Внутренняя энергия ван-дер-ваальсовского газа.
10. Эффект Джоуля-Томсона.
11. Свойства газов при низких и сверхнизких температурах.

Лекция 11

Основы молекулярной физики и термодинамики. Жидкости и их свойства.

1. Современные представления о жидком состоянии вещества.
2. Поверхностный слой жидкости. Свободная энергия поверхностного слоя.
3. Поверхностное натяжение.
4. Давление, обусловленное кривизной поверхности жидкости. Формула Лапласа.
5. Явления на границе жидкости с твердым телом. Смачивание и не смачивание.
6. Капиллярные явления.
7. Зависимость вязкости от температуры.
8. Жидкие растворы. Теплота растворения.
9. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

Лекция 12

Основы молекулярной физики и термодинамики. Твердые тела и их свойства.

1. Кристаллические и аморфные тела.
2. Типы кристаллических решеток.
3. Дефекты в кристаллах.
4. Тепловые свойства твердых тел (тепловое расширение, теплоемкость, теплопроводность).
5. Понятие о жидких кристаллах

Лекция 13,14

Основы молекулярной физики и термодинамики. Фазовые переходы.

1. Понятия фазы и фазового перехода. Фазовые переходы 1 и 2 рода.
2. Фазовые переходы первого рода между жидкостью и паром: парообразование (испарение и кипение), конденсация.
3. Удельная теплота парообразования.
4. Фазовая диаграмма.
5. Влажность воздуха.
6. Точка росы.

Основы молекулярной физики и термодинамики. Фазовые переходы

1. Фазовые переходы первого рода между жидкостью и твердым телом (плавление и кристаллизация)
2. Удельная теплота плавления.
3. Фазовые переходы первого рода между паром и твердым телом (возгонка, сублимация)
4. Демонстрация возгонки кристаллов йода.
5. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса,
6. Фазовая диаграмма состояния вещества. Тройная точка.
7. Фазовые переходы 2 рода. Примеры ФП 2 рода.
8. «Скачок» теплоёмкости.

5 семестр

Лекция 1

Основы электродинамики. Электростатическое поле в вакууме

1. Электризация тел. Электрический заряд, закон сохранения заряда.
2. Закон Кулона.
3. Напряженность электростатического поля.
4. Напряженность полей распределенных зарядов (шар, плоскость, нить).
5. Изображение электростатического поля. Линии напряженности.

Лекция 2

Основы электродинамики. Электростатическое поле в вакууме

1. Теорема Гаусса.
2. Работа сил электростатического поля. Потенциал.
3. Энергия заряженного тела.
4. Связь потенциала с напряженностью.
5. Уравнение Максвелла для электростатического поля.

Лекция 3

Основы электродинамики. Электростатическое поле в веществе

1. Поляризация диэлектриков.
2. Свободные и связанные заряды. Электростатическое поле в диэлектрике.
3. Электростатическая индукция. Материальные уравнения.
4. Виды диэлектриков.
5. Граничные условия для векторов напряженности и индукции электростатического поля.
6. Уравнения Максвелла для электростатического поля в диэлектрике.

Лекция 4

Основы электродинамики. Электростатическое поле в веществе

1. Электростатическое поле в проводниках.
2. Электрическая емкость проводника. Конденсатор.
3. Соединение конденсаторов.
4. Энергия конденсатора.
5. Энергия электростатического поля

Лекция 5

Основы электродинамики. Постоянный электрический ток.

1. Электрический ток и условия его возникновения.
2. Плотность тока. Закон Ома в дифференциальной форме.
3. ЭДС источника тока. Работа сторонних сил.
4. Обобщенный закон Ома.

Лекция 6

Основы электродинамики. Постоянный электрический ток.

1. Параллельное и последовательное соединение проводников.
2. Расчет электрических цепей. Правила Кирхгофа.

3. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной и интегральной форме.
4. КПД источника тока.

Лекция 7

Основы электродинамики. *Электрический ток в металлах, жидкостях и газах.*

1. Электропроводность твердых тел.
2. Теория электропроводности Друде.
3. Недостатки классической теории проводимости.
4. Квантовая теория проводимости.
1. Электрический ток в полупроводниках.
2. Сверхпроводимость.
3. Электрический ток в жидкостях. Закон Фарадея.
4. Электрический ток в газах. Виды разрядов.
5. Плазма.

Лекция 8

Основы электродинамики. *Магнитное поле в вакууме.*

1. Опыты Эрстеда и Ампера.
2. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа.
3. Индукция магнитного поля прямого и кольцевого токов.
4. Изображение магнитного поля. Линии индукции.

Лекция 9

Основы электродинамики. *Магнитное поле в вакууме.*

1. Теорема о циркуляции.
2. Силы Ампера и Лоренца.
3. Уравнения Максвелла для магнитостатического поля в вакууме.

Лекция 10

Основы электродинамики. *Магнитостатическое поле в веществе.*

1. Намагничивание магнетика.
2. Магнитный момент.
3. Диамагнетики и парамагнетики.
4. Ферромагнетики.
5. Напряженность магнитного поля.

Лекция 11

Основы электродинамики. *Магнитостатическое поле в веществе.*

1. Материальные уравнения.
2. Граничные условия для индукции и напряженности магнитного поля.
3. Уравнения Максвелла для магнитостатического поля в веществе.
4. Энергия магнитного поля.

Лекция 12

Основы электродинамики. *Электромагнитная индукция.*

1. Магнитный поток. Опыты Фарадея.
2. Закон электромагнитной индукции.
3. Правило Ленца.
4. Закон Фарадея – Максвелла.

Лекция 13

Основы электродинамики. *Электромагнитная индукция.*

1. Самоиндукция.
2. Индуктивность.
3. Ток при замыкании и размыкании цепи.
4. Энергия проводника с током. Энергия и плотность токов
5. Переходные явления в цепи с индуктивностью.
6. Электромагнитное поле. Полная система уравнений Максвелла.

Основы электродинамики. Электромагнитные колебания.

1. Гипотеза Максвелла о токах смещения.
2. Колебательный контур.
3. Свободные электромагнитные колебания.
4. Автоколебания.
5. Затухающие колебания.
6. Генератор незатухающих колебаний.
7. Вынужденные колебания.

Лекция 15,16

Основы электродинамики. Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны

1. Получение периодической э.д.с. Квазистационарные токи.
2. Сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока.
3. Действующее значение тока. Сопротивление цепи переменного тока.
4. Закон Ома.
5. Расчет цепей переменного тока. Векторные диаграммы.
6. Резонанс в цепи переменного тока.
7. Работа и мощность в цепи переменного тока. Активная и реактивная мощность
8. Уравнения Максвелла для переменного электромагнитного поля.
9. Электромагнитные волны.
10. Свойства электромагнитных волн.
11. Скорость электромагнитной волны.

6 семестр

Лекция 1

Основы волновой оптики. Отражение и преломление света.

1. Предмет оптики
2. Электромагнитная теория света.
3. Принцип Гюйгенса.
4. Волновая теория преломления света.
5. Волновая теория отражения света.
6. Полное внутреннее отражение.

Лекция 2

Основы волновой оптики. Отражение и преломление света.

1. Принцип суперпозиции.
2. Понятие о когерентности.
3. Интерференция.
4. Методы наблюдения интерференционной картины: схема Юнга, схемы Френеля, схема Ньютона, бипризма, тонкие плёнки.

Лекция 3

Основы волновой оптики. Интерференция света.

1. Влияние размеров и немонохроматичности источника на интерференционную картину.
2. Интерференционные спектры.
3. Применение интерференции.
4. Интерферометры.
5. Просветление оптики.

Лекция 4

Основы волновой оптики. Дифракция света.

1. Принцип Гюйгенса – Френеля.
2. Зоны Френеля.
3. Объяснение прямолинейности распространения света.
4. Дифракция.
5. Дифракция Френеля.

6. Дифракция Фраунгофера.

7. Способы получения дифракционной картины: схемы Френеля, схемы Фраунгофера.

Дифракционные спектры.

8. Дифракция рентгеновских волн на кристаллах.

9. Представление о голографии.

Лекция 5

Основы волновой оптики. Взаимодействие света с веществом.

1. Естественный и поляризованный свет.

2. Способы получения поляризованного света: стопа Столетова, поляризационные призмы. Закон Брюстера.

3. Анализ поляризованного света, закон Малюса. Представление о поляриметрии.

Лекция 6

Основы волновой оптики. Взаимодействие света с веществом.

1. Обнаружение дисперсии в опытах Ньютона.

2. Дисперсионный спектр.

3. Основы теории Друде – Лоренца.

4. Нормальная и аномальная дисперсия.

5. Уравнение дисперсии, кривая дисперсии.

6. Проявление дисперсии в природе. Применение дисперсии

Лекция 7

Основы волновой оптики. Взаимодействие света с веществом.

1. Аномальная дисперсия, комплексный характер диэлектрической проницаемости.

2. Кривая поглощения.

3. Закон поглощения Бугера-Бера. Селективный характер поглощения, спектры поглощения.

4. Рассеяние света в различных средах, природа рассеяния. Представления Тиндаля и Рэлея. Цвета тел и неба.

5. Элементы спектрального анализа. Цвета тел.

Лекция 8

Основы геометрической оптики. Построение изображений

1. Геометрическая оптика, как предельный случай волновой оптики.

2. Принцип Ферма и законы геометрической оптики.

3. Преломление света призмой.

Лекция 9

Основы геометрической оптики. Построение изображений

1. Зеркало. Типы зеркал.

2. Построение изображений с помощью плоского зеркала.

3. Сферическое зеркало.

4. Построение изображений с помощью сферического зеркала (выпуклого и вогнутого).

5. Формула сферического зеркала, увеличение

6. Линза. Тонкая линза. Типы линз. Построение изображений с помощью тонкой линзы.

7. Оптическая система. Оптические приборы.

8. Аберрации.

Лекция 10

Основы геометрической оптики. Построение изображений

1. Линза. Тонкая линза.

2. Типы линз.

3. Построение изображений с помощью тонких собирающих и рассеивающих линз.

4. Формула тонкой линзы.

5. Увеличение линзы.

6. Оптическая система. Системы линз, оптические приборы.

7. Аберрации.

Основы фотометрии. Законы фотометрии

1. Элементы фотометрии.
2. Энергетические величины.
3. Световые величины.
4. Законы фотометрии.

Основы квантовой физики. Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения и микрочастиц

1. Квантовая природа электромагнитного излучения. Гипотеза Планка.
2. Тепловое излучение. Модель абсолютно черного тела.
3. Закономерности теплового излучения.
4. Фотоэлектрический эффект. Законы Столетова для внешнего фотоэффекта.
5. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
6. Давление света, опыты Лебедева.
7. Эффект Комптона.

Основы квантовой физики Состояние частицы.

1. Состояние частицы и его описание с помощью волновой функции.
2. Вероятностный смысл волновой функции.
3. Принцип неопределённости.
4. Соотношения неопределённости.
5. Уравнение Шредингера.

Занятия семинарского типа**Практические занятия**3 семестр**Занятие № 1**

Тема: **Кинематика. Кинематика прямолинейного и поступательного движений**

Вопросы

- ✓ Что изучает физика, механика, кинематика?
- ✓ Что называют материальной точкой?
- ✓ Какова основная задача механики? Что значит описать движение тела?
- ✓ Какие способы описания движения существуют? В чем они заключаются?
- ✓ Дать определения векторов средней и мгновенной скоростей. Каковы их направления?
- ✓ Что такое равномерное движение? Запишите закон этого движения. Нарисуйте графики проекций скорости и перемещения для этого движения.
- ✓ Какое движение называется равнопеременным? Запишите закон этого движения. Нарисуйте графики проекций скорости и перемещения для этого движения.

Задачи для решения в аудитории

1. Уравнение движения тела дано в виде: $X = 15t + 0,4t^2$. Определить начальную скорость и ускорение движения тела, а также координату и скорость тела через 5 секунд

2. Прямолинейное движение точки задано уравнением: $X = -2 + 3t - 0,5t^2$. Написать уравнение зависимости скорости точки от времени. Построить график этой зависимости; найти координату и скорость точки через 2 с и 8 с после начала движения.

3. Радиус вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r} = 4t^2 \vec{i} + 3t \vec{j} + 2 \vec{k}$, Определить: а) скорость $\vec{V}$; б) ускорение $\vec{a}$ в) модуль скорости в момент времени 2с.

4. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеет вид: $X_1 = A_1 t + B_1 t^2 + C_1 t^3$ и $X_2 = A_2 t + B_2 t^2 + C_2 t^3$, где $B_1 = 4 \text{ м/с}^2$, $B_2 = -2 \text{ м/с}^2$, $C_1 = -3 \text{ м/с}^3$, $C_2 = 1 \text{ м/с}^3$. Определить момент времени, для которого ускорения этих точек будут равны.

Задачи для самостоятельного решения

1. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеет вид: $X_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$ и $X_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$, где $C_1 = -2 \text{ м/с}^2$, $C_2 = 1 \text{ м/с}^2$. Определить: а) момент времени, для которого скорости этих точек будут равны; б) ускорения a_1 и a_2 для этого момента.

2. Зависимость пройденного пути от времени выражается уравнением: $S = At - Bt^2 + Ct^3$ ($A = 2 \text{ м/с}$, $B = 3 \text{ м/с}^2$, $C = 4 \text{ м/с}^3$). Записать выражения для скорости и ускорения. Определить для момента времени 2 с после начала движения: пройденный путь; скорость; ускорение.

3. Радиус вектор материальной точки изменяется со временем по закону $\vec{r} = t^3 \vec{i} + 3t^2 \vec{j}$, где $\vec{i}, \vec{j}$ - орты осей X и Y. Определить для момента времени 1с: а) модуль скорости; б) модуль ускорения.

Занятие № 2

Тема: **Кинематика**(продолжение). *Относительность движения*

Вопросы

- ✓ Что такое система отсчета?
- ✓ Приведите пример того, что механическое движение относительно.
- ✓ Запишите классический закон сложения скоростей.
- ✓ В чем заключаются преобразования Галилея.

Задачи для решения в аудитории

1. По реке плывет плот. Рядом с ним пловец. На что потребуется ловцу больше времени: чтобы обогнать плот на 100 м или же отстать от плота на 100 м? Скорость пловца относительно воды одинакова в обоих случаях.

2. Катер плывет по реке против течения с постоянной скоростью и, проплывая под мостом, теряет спасательный круг. Через время t пропажа была обнаружена. Катер повернул назад и нагоняет круг на расстоянии S ниже моста. Найти скорость течения.

3. Ширина реки 100 м. На что потребуется больше времени: проплыть вниз по течению 100 м и вернуться обратно или же переплыть реку туда и обратно перпендикулярно берегам? Скорость пловца относительно воды 0,8 м/с, а скорость течения 0,5 м/с.

4. Два автомобиля, выехав одновременно из одного пункта, движутся прямолинейно в одном направлении. Зависимость пройденного ими пути задается уравнениями: $S_1 = At + Bt^2$ и $S_2 = Ct + Dt^2 + Ft^3$. Определить относительную скорость автомобилей. Расстояние между пунктами A и B равно 80 км. Из пункта A в пункт B выезжает мотоциклист со скоростью 50 км/ч. Одновременно из пункта B выезжает в том же направлении автомобиль со скоростью 30 км/ч. Когда и на каком расстоянии от пункта A мотоциклист нагонит автомобиль.

5. С какой скоростью и по какому курсу должен лететь самолет, чтобы за 2 часа пролететь на север 300 км, если во время полета дует северо-западный ветер под углом 30° к меридиану со скоростью 27 км/ч?

Задачи для самостоятельного решения

1. Проплывая под мостом против течения, гребец потерял шляпу. Обнаружив пропажу через 10 мин, он повернул назад, гребя по течению, подобрал шляпу в 1 км ниже моста. Определить скорость течения реки (предполагается, что гребец гребет одинаково интенсивно).

2. Пассажир электропоезда, движущегося со скоростью 15 м/с, заметил, что встречный поезд длиной 210 м прошел мимо него за 6 с. Определить скорость встречного поезда.

3. Автоколонна длиной 2 км движется со скоростью 40 км/ч. Мотоциклист выехал из хвоста колонны со скоростью 60 км/ч. За какое время он достигнет головной машины?

4. Лодочник, переплывая реку шириной 400 м, все время направляет лодку под углом 30° к берегу. Определить скорость лодки относительно воды, если скорость течения реки 1,1 м/с, а лодку снесло ниже по течению на расстояние 30 м.

5. При неподвижном эскалаторе метрополитена пассажир поднимается за 120 с, а по движущемуся эскалатору при той же скорости относительно ступенек за 30 с. Определить время подъема пассажира, неподвижно стоящего на движущемся эскалаторе.

Тема: **Кинематика**(продолжение). *Кинематика прямолинейного движения***Вопросы**

- ✓ Что такое вектор перемещения? Всегда ли модуль вектора перемещения совпадает с пройденным путем?
- ✓ Что такое равномерное движение? Запишите закон этого движения.
- ✓ Нарисуйте графики проекций скорости и перемещения для равномерного движения.
- ✓ Какое движение называется равнопеременным? Запишите закон этого движение.
- ✓ Нарисуйте графики проекций скорости и перемещения для равнопеременного движения.

Задачи для решения в аудитории

1. Мяч брошен вертикально вверх. На высоте h он побывал дважды с интервалом времени Δt . Определить начальную скорость бросания мяча.
2. Тело падает с высоты 1 км с нулевой начальной скоростью. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, какое время понадобится телу для прохождения последних 10 м пути.
3. Тело падало с некоторой высоты и последние 196 м прошло за 4 с. Сколько времени и с какой высоты падало тело.
4. Тело бросили с поверхности Земли под углом α к горизонту с начальной скоростью v_0 . Пренебрегая сопротивлением воздуха найти: а) время движения; б) максимальную высоту подъёма и горизонтальную дальность полета. При каком значении угла бросания они будут равны? г) уравнение траектории $y(x)$, где y и x перемещение тела по вертикали и горизонтали соответственно; д) радиусы кривизны начала и вершины траектории.
5. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить: а) уравнение траектории тела $y(x)$; б) скорость тела в момент падения на землю; в) угол, который образует эта скорость с горизонтом в точке его падения.

Задачи для самостоятельного решения

1. Тело падает с высоты 2000 м, за какое время оно пройдет последние 100 м?
2. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. На какой высоте и через, сколько времени скорость тела (по модулю) будет в три раза меньше, чем в начале подъема? Определить скорость мяча через 4 с, если он брошен вертикально вниз со скоростью 5 м/с.
3. Одно тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью, v_0 другое падает с высоты h с начальной скоростью, равной нулю. Найти зависимость расстояния между телами от времени, если известно, что тела начали движение одновременно.
4. С высоты h над поверхностью земли брошено тело под некоторым углом к горизонту со скоростью v_0 . С какой скоростью тело упадет на землю?
5. Как изменится время и дальность полета тела, брошенного горизонтально, при увеличении высоты подъема в четыре раза? Скорость бросания при этом не изменилась.

Тема: **Кинематика** (продолжение). *Кинематика движения по окружности***Вопросы**

- ✓ Что называют угловым перемещением? Единицы измерения.
- ✓ Что называют угловой скоростью? Единицы измерения.
- ✓ Что называют угловым ускорением? Единицы измерения.
- ✓ В чём состоит основная задача механики в случае движения по окружности?
- ✓ Что такое тангенциальное ускорение, нормальное ускорение полное ускорение?
- ✓ Какова связь между линейными и угловыми кинематическими величинами?
- ✓ Какой вид имеют законы равномерного и равнопеременного движения по окружности?

Задачи для решения в аудитории

1. Колесо, вращаясь равноускоренно, достигло угловой скорости 20 рад/с через 10 оборотов после начала движения. Чему равно угловое ускорение колеса?
2. Диск радиусом 10 см вращается так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением: $\phi = 3 + t + t^2 + t^3$. Определить для точек на ободе диска к

концу второй секунды после начала движения: а) тангенциальное ускорение; б) нормальное ускорение; с) полное ускорение.

3. Диск радиусом 10 см вращается так, что зависимость линейной скорости точек, лежащих на ободе колеса, от времени задается уравнением $v = 0,3t + 0,1t^2$. Определить момент времени, для которого вектор полного ускорения образует с радиусом колеса угол 4° .

4. Материальная точка начинает двигаться по окружности радиусом 12,5 см с постоянным тангенциальным ускорением $0,5 \text{ см/с}^2$. Определить: а) момент времени, при котором вектор ускорения образует с вектор скорости угол 45° ; б) путь, пройденный телом за это время.

5. Диск вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота диска от времени описывается уравнением $\phi = 0,5t^2$. Определить к концу второй секунды после начала движения: а) угловую скорость диска; б) угловое ускорение диска; с) для точки, находящейся на расстоянии 80 см от оси вращения, тангенциальное ускорение, нормальное ускорение и полное ускорение.

Задачи для самостоятельного решения

1. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением 2 с^{-2} . Через 0,5 с после начала движения полное ускорение колеса равно $13,3 \text{ м/с}^2$. Чему равен радиус колеса?

2. Диск радиусом 10 см вращается так, что зависимость угла поворота радиуса диска от времени задается уравнением: $\phi = 2 + 4t^3$. Определить для точек на ободе колеса диска нормальное и тангенциальное ускорения в момент времени 2 секунды от начала движения, а также угол поворота, при котором полное ускорение составляет с радиусом диска угол 45° .

3. Диск вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота диска от времени описывается уравнением $\phi = 0,5t^2$. Определить к концу второй секунды после начала движения полное ускорение точки на ободе диска, если линейная скорость этой точки в этот момент $0,4 \text{ м/с}$.

4. Точка движется по окружности радиусом 15 см с постоянным тангенциальным ускорением. К концу четвертого оборота после начала движения линейная скорость точки 15 см/с . Определить нормальное ускорение точки через 16 секунд после начала движения.

5. Вал начинает вращаться и за первые 10 секунд совершает 50 оборотов. Считая вращение вала равноускоренным, определить угловое ускорение и конечную угловую скорость.

Занятие № 5

Тема: Динамика. Динамика материальной точки

Вопросы

- ✓ Сформулируйте первый закон Ньютона.
- ✓ Какие системы отсчета называют инерциальными? Приведите примеры таких систем.
- ✓ Что такое инертность тела? Какая физическая величина является мерой инерции?
- ✓ Почему тело, предоставленное самому себе, не сохраняет скорость сколь угодно долго?
- ✓ Какой смысл имеет понятие силы? В каких единицах она измеряется?
- ✓ В чем состоит принцип независимости действия сил?
- ✓ В чем заключается принцип суперпозиции сил? Дайте определение равнодействующей сил.
- ✓ Сформулируйте второй закон Ньютона: а) в общем виде, б) в случае движения тела постоянной массы. Что называют уравнением движения?
- ✓ Сформулируйте третий закон Ньютона. Приведите примеры проявления этого закона в окружающей действительности.

Задачи для решения в аудитории

1. Тело массой 2 кг падает вертикально с ускорением 5 м/с^2 . Определить силу сопротивления при движении этого тела.

2. При движении тела массой $0,1 \text{ кг}$ его координата меняется в зависимости от времени следующим образом: $X = 15t^2 + 2t$. Найти силу, действующую на тело.

3. Шарик массой 500 г, подвешенный на нити длиной 1 м, совершает колебания в вертикальной плоскости. Найти силу натяжения нити в момент, когда она образует с вертикалью угол 60° . Скорость шарика в этот момент 1,5 м/с.

4. Воздушный шар с грузом общей массой 2200 кг висит неподвижно на определенной высоте над землей. От шара отделяется груз массой 200 кг. Определить ускорение, с которым начнет двигаться шар.

Задачи для самостоятельного решения

1. Тело массой 2 кг движется прямолинейно по закону $X = 8 - 6t + 2t^2 - 0,4t^3$. Определить силу, действующую на тело в конце первой секунды движения.

2. Тело массой m движется так, что зависимость пройденного пути от времени описывается уравнением $S = A \cos \omega t$, где A и ω – постоянные. Записать закон изменения силы от времени.

3. Какую силу F надо приложить к вагону, стоящему на рельсах, чтобы вагон стал двигаться равноускоренно и за время 30,0 с прошел путь 11,0 м? Масса вагона 16,0 т. Во время движения на вагон действует сила трения $F_{\text{тр}}$, равная 0,005 действующей на него силы тяжести mg .

4. Автомобиль массой 1020 кг, двигаясь равнозамедленно, останавливается через 5,00 с, пройдя путь 25,0 м. Найти начальную скорость автомобиля и силу торможения.

Занятие № 6

Тема: **Динамика (продолжение). Динамика материальной точки**

Вопросы

- ✓ Как определить силу трения покоя?
- ✓ Чему равна сила трения скольжения?
- ✓ От чего зависит коэффициент трения?
- ✓ Чему равна максимальная сила трения покоя?
- ✓ Сформулируйте закон Всемирного тяготения. Как определяется гравитационная постоянная и каков ее физический смысл?
- ✓ Чему равен вес тела?
- ✓ Сформулируйте закон Гука.

Задачи для решения в аудитории

1. Тело массой 1,0 кг лежит на горизонтальной поверхности. Коэффициент трения 0,1. На тело действует горизонтальная сила F . Определить силу трения для двух случаев: а) $F = 0,50$ Н; б) $F = 2,0$ Н. Изобразить графически, как изменяется сила трения при изменении силы F .

2. Тело массой 20 кг тянут с силой 120 Н по горизонтальной поверхности. Если эта сила приложена под углом 60° к горизонту, то тело движется равномерно. С каким ускорением будет двигаться тело, если ту же силу приложить под углом 30° к горизонту?

3. С каким максимальным ускорением можно поднимать с помощью веревки тело массой 200 кг, если веревка выдерживает неподвижный груз массой 240 кг.

4. На автомобиль массой 1 т во время движения действует сила трения, равная 0,1 действующей на него силы тяжести. Какова должна быть сила тяги, развиваемая автомобилем, чтобы автомобиль двигался: а) равномерно; б) с ускорением 2 м/с^2

Задачи для самостоятельного решения

1. Какова начальная скорость шайбы, пущенной по поверхности льда, если она остановилась через 40 с? Коэффициент трения шайбы о лед 0,05.

2. Человек массой 60 кг находится в лифте. Определить вес человека в следующих случаях: а) лифт поднимается равноускоренно; б) лифт поднимается равнозамедленно; в) лифт опускается равноускоренно; г) лифт опускается равнозамедленно; д) лифт движется с постоянной скоростью.

3. Вагон тормозится, и его скорость за время 3,3 с равномерно уменьшается от 47,5 км/ч до 30 км/ч. Каким должен быть предельный коэффициент трения между чемоданом и полкой, чтобы чемодан при торможении начал скользить по полке?

4. Трамвай, трогаясь с места, движется с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Через 12 с после начала движения мотор выключается и трамвай движется до остановки равнозамедленно.

Коэффициент трения на всем пути 0,01. Найти наибольшую скорость и время движения трамвая. Каково его ускорение при равнозамедленном движении? Какое расстояние пройдет трамвай за время движения?

Занятие № 7

Тема: **Динамика (продолжение). Движение связанных тел, наклонная плоскость**

Задачи для решения в аудитории

1. На гладкой горизонтальной поверхности движутся два тела массами M и m ($M > m$), связанные нерастяжимой нитью. К телам приложены противоположно направленные силы: к телу массой M сила F , а к телу массой m сила f ($f > F$). Определить натяжение нити. Трением пренебречь.

2. Два тела, связанные нитью, движутся по гладкому горизонтальному столу. Когда сила 100 Н была приложена к правому телу, сила натяжения нити была равна 30 Н. Какова будет сила натяжения нити, если приложить такую же силу к левому телу?

3. На автомобиль массой 1 т во время движения действует сила трения, равная 0,1 действующей на нее силы тяжести. Найти силу тяги, развиваемую мотором автомобиля, если автомобиль движется с ускорением 1 м/с^2 в гору с уклоном 1 м на каждые 25 м пути.

4. Тело лежит на наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол 45° . При каком предельном коэффициенте трения тело начнет скользить по наклонной плоскости? С каким ускорением будет скользить тело по плоскости, если коэффициент трения будет равен 0,03? Какое время потребуется телу для прохождения при этих условиях 100 м пути? Какую скорость будет иметь тело в конце пути?

5. Тело, которому сообщена начальная скорость, параллельная наклонной плоскости, поднимается по наклонной плоскости, а затем опускается. В каком случае: при подъеме или при спуске время движения тела больше, если оно вернулось в первоначальное положение? Будет ли конечная скорость при спуске равна начальной скорости при подъеме? Коэффициент трения между телом и наклонной плоскостью 0,20. Угол наклона плоскости 45° .

Задачи для самостоятельного решения

1. На столе лежат два бруска, связанные нитью. На брусок массой $m_1 = 4 \text{ кг}$ действует сила 20 Н под углом 30° к горизонту. Масса второго бруска $m_2 = 2 \text{ кг}$, коэффициент трения брусков о стол 0,1. Определите ускорение, с которым движутся тела, а также силу натяжения нити.

2. Тело скользит равномерно по наклонной плоскости с углом наклона 45° . Определить коэффициент трения тела о плоскость.

3. Тело массой m соскальзывает с трением с наклонной плоскости. Угол наклона плоскости α , ее длина l , коэффициент трения μ . Начальная скорость тела равна нулю. Найти время спуска тела с наклонной плоскости.

4. За какое время тело массой m соскользнет с наклонной плоскости высотой h и углом наклона β , если по наклонной плоскости с углом наклона α оно движется равномерно.

Занятие № 8

Тема: **Динамика (продолжение). Импульс. Закон сохранения импульса**

Вопросы

- ✓ Дайте определение импульса материальной точки.
- ✓ Дайте определение механической системы.
- ✓ Какие силы называются внутренними? Внешними?
- ✓ Какую систему называют замкнутой?
- ✓ Чему равен импульс механической системы?
- ✓ При каких условиях импульс механической системы сохраняется?

Задачи для решения в аудитории

1. Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если он двигался со скоростью 36 км/ч в направлении, противоположном движению снаряда?

2. Определить во сколько раз уменьшится скорость шара, движущегося со скоростью v , при его соударении с покоящимся шаром, масса которого в n раз больше массы налетающего шара. Удар считать центральным и абсолютно упругим.

3. Лодка стоит неподвижно в стоячей воде. Человек, находящийся в лодке, переходит с носа на корму. На какое расстояние переместится лодка, если масса человека 60 кг, масса лодки 120 кг, длина лодки 3 м? Сопротивлением воды пренебречь.

4. На катере, массой 4,5 т, находится водомет, выбрасывающий со скоростью 6 м/с относительно катера назад 25 кг воды каждую секунду. Пренебрегая сопротивлением движению катера, определить скорость катера через 3 минуты после начала движения и предельно возможную скорость катера.

5. Зенитный снаряд разорвался в верхней точке траектории на высоте H , на три осколка. Первый осколок массой 9 кг имел скорость 60 м/с, направленную вертикально вверх, скорость второго равна 40 м/с и направлена горизонтально, а масса его равна 18 кг. Масса третьего осколка 4,5 кг. Определить величину и направление скорости меньшего осколка.

Задачи для самостоятельного решения

1. Пуля массой 5 г, летящая горизонтально, попадает в брусок, установленный на подвижной тележке. Масса бруска с тележкой 495 г. Когда пуля попадает в тележку и застревает в ней, система приобретает скорость 0,8 м/с. Определить начальную скорость пули.

2. Два шара массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг движутся поступательно вдоль горизонтальной прямой в одном направлении. Скорости шаров до удара $v_1 = 7,0$ м/с и $v_2 = 1,0$ м/с. Определить скорости шаров после абсолютно упругого удара.

3. Мальчик, бегущий со скоростью 4 м/с, догоняет тележку, движущую со скоростью 3 м/с и вскакивает на нее. Масса мальчика 50 кг, тележки – 80 кг. Найти скорость тележки в тот момент, когда на нее вскочил мальчик.

4. Снаряд, запущенный вертикально вверх, разрывается в верхней точке подъема на два одинаковых осколка. Один из которых летит вверх, а другой - вниз. С какой скоростью упадет на землю второй осколок, если первый падает на нее со скоростью v .

5. Снаряд, вылетевший из орудия со скоростью v_0 , разрывается на два одинаковых осколка в верхней точке траектории на расстоянии L (по горизонтали). Один из осколков полетел в обратном направлении со скоростью движения снаряда до разрыва. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить, на каком расстоянии (по горизонтали) от орудия упадет второй осколок.

Занятие № 9

Тема: **Энергия. Закон сохранения энергии. Работа, мощность, механическая энергия**

Вопросы

- ✓ Чему равна работа силы? В каких единицах она измеряется?
- ✓ Что называют мощностью? В каких единицах измеряют мощность?
- ✓ Что такое механическая энергия?
- ✓ Сформулируйте закон изменения механической энергии.
- ✓ Дайте определение кинетической энергии.
- ✓ Дайте определение потенциальной энергии

Задачи для решения в аудитории

1. Какую работу совершает электровоз за 10 минут, перемещая по горизонтальному пути состав массой $3 \cdot 10^6$ кг с постоянной скоростью 72 км/ч, если коэффициент трения 0,005?

2. Автомобиль массой 1,8 т спускается с горы при выключенном двигателе с постоянной скоростью 54 км/ч. Уклон дороги составляет 3° к горизонту. Определить, какова должна быть мощность двигателя автомобиля, чтобы он смог подниматься на такой же подъем с той же скоростью.

3. Определить работу, совершаемую при подъеме груза по наклонной плоскости с углом наклона 30° к горизонту на расстояние 4 м, если масса груза 500 кг, время подъема 2 с, а коэффициент трения 0,06.

4. Поезд, отходя от станции, за 5 минут развивает скорость 64,8 км/ч. Масса поезда $6 \cdot 10^5$ кг, коэффициент трения 0,004. Определить среднюю мощность локомотива за время равноускоренного движения.

5. Автомашина массой 1,8 т движется в гору, уклон которой составляет 3 м на каждые 100 м пути. Определить работу, совершаемую двигателем автомашины на пути 5 км, если коэффициент трения равен 0,1 и развиваемую двигателем мощность, если известно, что этот путь был преодолен за 5 минут.

Задачи для самостоятельного решения

1. Автомашина массой 1,8 т движется в гору, уклон которой составляет 3 м на каждые 100 м пути. Определить работу, совершаемую двигателем автомашины на пути 5 км, если коэффициент трения равен 0,1 и развиваемую двигателем мощность, если известно, что этот путь был преодолен за 5 минут.

2. Автомобиль массой 2 т трогается с места и едет в гору, которая поднимается на 2 м на каждые 100 м пути. Пройдя 100 м, он достигает скорости 32,4 км/ч. Коэффициент трения 0,05. Определить мощность, развиваемую двигателем.

3. Какую работу совершает электровоз за 10 минут, перемещая по горизонтальному пути состав массой $3 \cdot 10^6$ кг с постоянной скоростью 72 км/ч, если коэффициент трения 0,005?

4. Автомобиль массой 1,8 т спускается с горы при выключенном двигателе с постоянной скоростью 54 км/ч. Уклон дороги составляет 3° к горизонту. Определить, какова должна быть мощность двигателя автомобиля, чтобы он смог подниматься на такой же подъем с той же скоростью.

5. Автомобиль массой 2 т трогается с места и едет в гору, которая поднимается на 2 м на каждые 100 м пути. Пройдя 100 м, он достигает скорости 32,4 км/ч. Коэффициент трения 0,05. Определить мощность, развиваемую двигателем.

Занятие № 10

Тема: **Энергия. Закон сохранения энергии. Работа, мощность, механическая энергия**

Вопросы

- ✓ Что такое механическая энергия?
- ✓ Чему равна кинетическая энергия при прямолинейном (или поступательном) движении?
- ✓ Как определить энергию в поле силы тяжести земли?
- ✓ Как определить энергию сжатой пружины?

Задачи для решения в аудитории

1. Тело массой 0,4 кг скользит с наклонной плоскости высотой 10 см и длиной 1 м. Коэффициент трения на всем пути равен 0,04. Определить кинетическую энергию тела у основания наклонной плоскости и путь, пройденный телом на горизонтальном участке до остановки.

2. По наклонной плоскости с углом наклона 30° равномерно скользит ящик с песком массой 10 кг со скоростью 1,0 м/с. Когда в ящик попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально, ящик останавливается. Определить скорость пули.

3. Небольшое тело массой m соскальзывает вниз по наклонному желобу, переходящему в "мертвую петлю" радиуса $R=0,2$ м. С какой высоты h должно начать свое движение тело, чтобы не оторваться от желоба в верхней точке петли? Трением пренебречь.

4. Пуля массой 15 г, летящая горизонтально, попадает в баллистический маятник длиной 1 м и массой 1,5 кг и застревает в нем. Маятник в результате этого отклонился на угол 30° от положения равновесия. Определить скорость пули.

5. Тело массой 3 кг движется со скоростью 4 м/с и ударяется о неподвижное тело массой 3 кг. Считая удар центральным и неупругим, найти количество теплоты, выделившееся при ударе.

Задачи для самостоятельного решения

1. Тело скользит с наклонной плоскости высотой H и углом наклона α к горизонту и движется далее по горизонтальному участку. Принимая коэффициент трения на всем пути постоянным и равным μ , определить расстояние пройденное телом на горизонтальном участке пути до полной остановки.

2. Пуля массой 15 г, летящая горизонтально со скоростью 200 м/с, попадает в баллистический маятник длиной 1 м и массой 1,5 кг и застревает в нем. Определить угол отклонения маятника от положения равновесия.

3. Летящая горизонтально со скоростью 400 м/с пуля попадает в брусок и застревает в нем. Какое расстояние пройдет по горизонтальной поверхности этот брусок от толчка пули, если его масса в 99 раз больше массы пули? Начальная скорость бруска равна нулю, коэффициент трения между бруском и поверхностью 0,1.

4. Пуля массой 12 г, летевшая со скоростью 500 м/с, пробилла стенку толщиной 10 см и вылетела из нее со скоростью 100 м/с. Определить среднюю силу сопротивления движению пули в стене.

5. Пружина жесткостью 1000 Н/м растянута на 6 см. Какую работу нужно совершить, чтобы растянуть эту пружину дополнительно еще на 8 см?

Занятие № 11

Тема: Динамика твердого тела

Вопросы

- ✓ Сформулируйте первый закон Ньютона.
- ✓ Какие системы отсчета называют инерциальными? Приведите примеры таких систем.
- ✓ Что такое инертность тела? Какая физическая величина является мерой инерции?
- ✓ Почему тело, предоставленное самому себе, не сохраняет скорость сколь угодно долго?
- ✓ Какой смысл имеет понятие силы? В каких единицах она измеряется?
- ✓ Сформулируйте закон Всемирного тяготения. Как определяется гравитационная постоянная и каков ее физический смысл?
- ✓ В чем состоит принцип независимости действия сил?
- ✓ В чем заключается принцип суперпозиции сил? Дайте определение равнодействующей сил.
- ✓ Сформулируйте второй закон Ньютона: а) в общем виде, б) в случае движения тела постоянной массы. Что называют уравнением движения?
- ✓ Сформулируйте третий закон Ньютона. Приведите примеры проявления этого закона в окружающей действительности.

Задачи для решения в аудитории

1. N материальных точек массами m , $2m$, $3m$, ..., Nm , расположены вдоль одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга. Найти центр масс этой системы.

2. В шаре с радиусом R и массой m сделана сферическая полость радиусом $R/2$, поверхность которой касается поверхности шара. Найти положение центра масс системы.

3. Найти момент инерции тонкого диска массой m относительно оси вращения проходящей через его центр. Радиус диска R .

4. Имеется тонкий однородный стержень массой m и длиной l . Найти его момент инерции относительно оси, проходящей через его конец и перпендикулярный самому стержню.

5. Найти момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, проходящей через одну из вершин пластинки перпендикулярно ее плоскости, если стороны пластинки равны a и b , а ее масса m .

Задачи для самостоятельного решения

1. Вычислить момент инерции однородного шара радиусом R относительно оси, проходящей через его центр.

2. Найти момент инерции тонкого проволочного кольца радиусом a и массой m относительно оси, совпадающей с его диаметром.

3. Определить момент инерции I кольца массой $m = 50$ г и радиусом $R = 10$ см относительно оси, касательной к кольцу.

4. Диск массой M катится без скольжения по горизонтальной плоскости со скоростью v . Найти кинетическую энергию тела.

Занятие № 12

Тема: Динамика твердого тела (продолжение)

Вопросы

- ✓ Дайте определение момента импульса?

- ✓ Сформулируйте закон сохранения момента импульса.
- ✓ Чему равна работа момента силы?
- ✓ Чему равна кинетическая энергия при движении по окружности (или вращении)?

Задачи для решения в аудитории

1. Пуля массой m_1 , летящая горизонтально со скоростью u_0 , попадает в нижний конец стержня, закрепленного на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня, и застревает в нем. Масса стержня m_2 , длина l . Определить линейную скорость нижнего конца стержня сразу после попадания пули.

2. С вершины наклонной плоскости начинает скатываться сплошной однородный цилиндр. Найти время скатывания цилиндра, если начальная высота 3 м, длина плоскости 10 м.

3. Через неподвижный блок в виде однородного сплошного цилиндра массой m перекинута невесомая нить, к концам которой подвешены грузы m_1 и m_2 . Пренебрегая трением в осе блока, определить: 1) ускорение a грузов; 2) силы натяжения T_1 и T_2 .

Задачи для самостоятельного решения

1. С верхнего уровня наклонной плоскости одновременно начинают скатываться без скольжения сплошной цилиндр и шар с одинаковой массой и одинаковыми радиусами. Найти отношение скоростей этих тел на некотором данном уровне.

2. Кольцо массой 40 г и радиусом 3 см вращается вокруг неподвижной оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр масс со скоростью 2 м/с. Найти кинетическую энергию тела.

3. Круглая горизонтальная платформа с массой m_1 вращается вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω_1 . Человек массой m_2 стоит на краю платформы. Какова будет скорость платформы если человек перейдет в центр платформы?

Занятие № 13

Тема: Неинерциальные системы отсчета

Вопросы

- ✓ Какие системы отсчета называются неинерциальными?
- ✓ Когда и почему необходимо рассматривать силы инерции?
- ✓ Что такое силы инерции и чем они отличаются от сил действующих в инерциальных системах отсчета?
- ✓ Как направлена центробежная сила? Когда она проявляется?
- ✓ Как направлена сила Кориолиса? Когда она проявляется?
- ✓ Каковы особенности всех сил инерции?
- ✓ Приведите примеры проявления сил инерции на Земле.

Задачи для решения в аудитории

1. Спутник движется в экваториальной плоскости Земли с запада на восток по круговой орбите радиуса R . Пренебрегая ускорением, обусловленным движением Земли вокруг Солнца, найти ускорение спутника в системе отсчета, связанной с землей.

2. Вращение Земли приводит к отклонению свободно падающих тел от направления отвеса. В какую сторону происходит это отклонение?

Задачи для самостоятельного решения

1. Тело брошено вертикально вверх. Вернется ли оно в ту же точку при падении на Землю?

2. На плоскости с углом наклона α лежит тело. Определите наименьшее значение коэффициента трения, при котором тело не будет соскальзывать с наклонной плоскости, если плоскость движется: а) равномерно; б) равноускоренно. Решите задачу в инерциальной и неинерциальной системе отсчета.

Занятие № 14

Тема: Механические колебания и волны

Вопросы

- ✓ Что такое колебание? Какие колебания называют свободными, вынужденными?
- ✓ Какие колебания называют гармоническими, затухающими?

- ✓ Дайте определение амплитуды, фазы, периода, частоты, циклической частоты колебаний.
- ✓ Выведите формулы для скорости и ускорения гармонически колеблющейся точки как функции времени.
- ✓ Выведите формулы кинетической, потенциальной и полной механической энергии при гармонических колебаниях.
- ✓ Что называется математическим маятником? Выведите уравнение движения математического маятника. Выведите формулу периода математического маятника.
- ✓ Что называется пружинным маятником? Закон колебания пружинного маятника, период.
- ✓ Запишите дифференциальное уравнение затухающих колебаний и его решение.
- ✓ Как изменится частота собственных колебаний с увеличением массы колеблющегося тела?
- ✓ По какому закону изменяется амплитуда затухающих колебаний?
- ✓ Что такое коэффициент затухания? Логарифмический декремент затухания?
- ✓ Что такое автоколебание? В чем их отличие от вынужденных колебаний?
- ✓ Что такое вынужденные колебания? От чего зависит амплитуда вынужденных колебаний?
- ✓ Что называется резонансом? От чего зависят резонансная частота и амплитуда?

Задачи для решения в аудитории

1. Материальная точка массой 5 г совершает гармонические колебания с частотой 0,5 Гц. Амплитуда колебаний 3 см. Определить скорость, ускорение и силу, действующую на точку в момент, когда смещение $x = 1,5$ см.

2. Найти амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебания, заданного

$$x = 5 \sin\left(\frac{39,2t + 5,2}{5}\right) \text{ см}$$

уравнением

3. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени t_1 смещение $x_1 = 5$ см. При увеличении фазы вдвое смещение точки стало $x_2 = 8$ см. Найти амплитуду колебаний.

4. Запишите уравнение затухающих колебаний материальной точки, если смещение x_0 точки при $t = \frac{T}{3}$ составляет 10 см, период затухающих колебаний $T = 3$ с, логарифмический декремент затухания $\delta = 0,03$, начальная фаза колебаний равна нулю.

Задачи для самостоятельного решения

1. Материальная точка совершает гармонические колебания с частотой равной $\nu = 0,5$ Гц. Амплитуда колебания $A = 5$ см. Определить скорость точки v в тот момент, когда смещение равно $x = 2,5$ см.

2. Найти амплитуду, период, частоту, начальную фазу колебаний, а также получить выражения скорости, ускорения и механической энергии, если закон колебаний имеет вид $x = 5 \sin(9,42 \cdot t + 2,3)$ см.

3. Как изменится период колебаний маятника при переносе его с Земли на Луну.

4. Чему равен период колебания маятника, находящего в вагоне, движущемся горизонтально с ускорением a ?

5. Логарифмический декремент δ затухания камертона, колеблющегося с частотой $\nu = 100$ Гц, составляет 0,002. Определите промежуток времени, за который амплитуда возбужденного камертона уменьшится в 50 раз.

Занятие № 15

Тема: Механические колебания и волны

Вопросы

- ✓ Как объяснить распространение колебаний в упругой среде? Что такое волна?
- ✓ Что называется поперечной волной? Продольной? Когда они возникают?
- ✓ Что такое волновой фронт? Волновая поверхность?

- ✓ Что называется длиной волны? Какова связь между длиной волны, скоростью распространения и периодом?
- ✓ Что такое волновое число?
- ✓ Что называют фазовой скоростью? Групповой скоростью?
- ✓ Какая волна является бегущей? гармонической? плоской? сферической?
- ✓ Каково уравнение плоской гармонической бегущей волны?

Задачи для решения в аудитории

1. Голосовые связки певца, поющего тенором (высоким мужским голосом), колеблются с частотой от 130 до 520 Гц. Определите максимальную и минимальную длину излучаемой звуковой волны в воздухе. Скорость звука в воздухе 330 м/с.
2. Скорость упругих волн 4 м/с. Расстояние между двумя колеблющимися частицами среды с разностью фаз $\pi/4$ равно 5 см. Определить: а) частоту, б) период колебаний, в) длину волны.
3. Наблюдатель, находящийся на расстоянии 2 км 150 м от источника звука, слышит звук, пришедший по воздуху, на 4,8 с позднее, чем звук от того же источника, пришедший по воде. Определите скорость звука в воде, если скорость звука в воздухе равна 345 м/с.
4. Движущийся по реке теплоход дает свисток, частота которого $\nu_0 = 400$ Гц. Стоящий на берегу наблюдатель воспринимает звук свистка как колебания с частотой $\nu = 395$ Гц. С какой скоростью u движется теплоход? Приближается или удаляется он от наблюдателя? Скорость звука v принять равной 340 м/с.

Задачи для самостоятельного решения

1. Скорость звука в эбоните 2400 м/с, а в кирпиче — 3600 м/с. В каком веществе звуковому сигналу требуется большее время для распространения? Во сколько раз?
2. Частота колебаний источника упругой волны равна 500 Гц. Волна распространяется в воздухе со скоростью 340 м/с. Вычислите: а) циклическую частоту, б) период, в) длину волны, г) волновое число. Запишите уравнение волны.
3. Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 6 м. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 2 м/с. Какова частота ударов волн о корпус лодки?
4. Охотник выстрелил, находясь на расстоянии 170 м от лесного массива. Через сколько времени после выстрела охотник услышит эхо?

Занятие № 16

Тема: Механика жидкостей и газов

Задачи для решения в аудитории

1. Аквариум имеет форму куба со стороной $a = 60$ см. До какой высоты h следует налить в него воду, чтобы сила давления на боковую стенку была в 6 раз меньше, чем на дно? Атмосферное давление не учитывать.
2. В стакане плавает кусок льда. Как изменится уровень воды, когда лед растает? Изменится ли ответ, если во льду находится: а) кусочек пробки; б) стальная гайка?
3. В небольшом бассейне плавает лодка. Изменится ли (и как) уровень воды в бассейне, если лежащий на дне лодки камень бросить в воду?
4. В небольшом бассейне плавает полузатопленная лодка. Уровень воды в лодке такой же, как в бассейне. Из лодки зачерпнули ведро воды и вылили в бассейн. Где теперь выше уровень воды — в лодке или в бассейне? Как изменился уровень воды в бассейне?

Задачи для самостоятельного решения

5. Воздушный шар объемом $V = 300$ м³ парит вблизи поверхности Земли. С шара сбросили балласт, и шар поднялся на высоту, где плотность воздуха вдвое меньше. Какова масса Δm балласта, если объем шара при подъеме увеличился в 1,5 раза? Температуру воздуха считайте равной 00С.
6. Пластмассовый брусок плавает в воде. Как изменится глубина погружения бруска в воду, если поверх воды налить слой масла, полностью покрывающий брусок?
7. На рычажных весах уравновешен гириями сосуд с водой. Нарушится ли равновесие, если в воду погрузить подвешенный на нитке стальной брусок так, чтобы он не касался дна?

Тема: **Основы молекулярно-кинетической теории.** Уравнение состояния идеального газа.

Газовые законы

Вопросы

- ✓ Сформулировать основные утверждения МКТ.
- ✓ В чём суть модели идеального газа?
- ✓ Какими микропараметрами характеризуются молекулы?
- ✓ Как найти: атомную единицу массы, массу молекулы, молярную массу вещества?
- ✓ Что такое количество вещества?
- ✓ Что такое эффективный диаметр молекулы, и каково его значение по порядку величины?
- ✓ Что называют длиной свободного пробега молекул, и от чего она зависит?
- ✓ Что такое средняя арифметическая скорость молекулы, каково её значение по порядку величины?

Задачи для решения в аудитории

1. Сколько молекул содержится в 10 г некоторого газа, средняя квадратичная скорость молекул которого при температуре 296 К, равна 480 м/с ?
2. Определить суммарную кинетическую энергию поступательного движения молекул газа, занимающего объем $5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ и находящегося под давлением $2,94 \cdot 10^5 \text{ Па}$.
3. Давление и плотность некоторого газа при температуре 290 К соответственно равны $9,9 \cdot 10^4 \text{ Па}$ и $8,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$. Что это за газ?
4. Определить концентрацию молекул в баллоне объемов 5 л, в котором содержатся кислород массой 20 г

Задачи для самостоятельного решения

1. Какое число молекул содержится в азоте, занимающем объем $4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, если давление и средняя квадратичная скорость молекул азота соответственно равны: $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и $5 \cdot 10^2 \text{ м/с}$?
2. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул газа, находящегося в баллоне емкостью $5,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ и при давлении $6,0 \cdot 10^6 \text{ Па}$, если известно, что в баллоне содержится 120 моль этого газа.
3. Определить удельные объем кислорода при температуре 288К и давлении $2 \cdot 10^4 \text{ Па}$.
4. Плотность некоторого газа при температуре 283К и давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ равна $0,34 \text{ кг/м}^3$. Какой это газ?

Занятие № 2

Тема: **Основы молекулярно-кинетической теории**(продолжение) . Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы

Вопросы

- ✓ Что такое средняя квадратичная скорость молекулы, как она соотносится со средней арифметической?
- ✓ Что называют степенью свободы молекулы? Какие они бывают? Сколько их для молекул разной структуры?
- ✓ Как найти: среднюю кинетическую энергию одной молекулы, всех молекул вещества?

Задачи для решения в аудитории

1. В сосуде объемом 10^{-4} м^3 содержится некоторый газ при температуре 300К. На сколько понизится давление газа в сосуде, если вследствие утечки газа из сосуда выйдет 10^{20} молекул?
2. В стеклянной сферической колбе с внутренним диаметром $3,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ находится азот, давление которого при температуре 463К равно $1,33 \text{ Па}$. На стенках сосуда имеется мономолекулярный слой адсорбированного азота, причем площадь, занимаемая одной молекулой на стенке, равна $1,0 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2$. Каким будет давление азота в сосуде при температуре 700К? Принять, что при таком нагреве все адсорбированные молекулы азота перейдут со стенок в сосуд.
3. В запаянной с одного конца узкой стеклянной трубке, расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной l , закрытый столбиком ртути длиной h . Атмосферное

давление равно P . Какой будет длина воздушного столбика, если трубку расположить: а) вертикально отверстием вниз; б) вертикально отверстием вверх?

4. В баллоне емкостью $2,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ находится водород при температуре 288К. После того, как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить массу израсходованного водорода.

5. В сосуде находится $1,0 \cdot 10^{-7}$ моль кислорода и $1,0 \cdot 10^{-9}$ кг азота. При этом давление и температура газовой смеси соответственно равны 0,13 Па и 373К. Определить объем сосуда, парциальные давления кислорода и азота, концентрацию молекул смеси.

Задачи для самостоятельного решения

1. На какой глубине радиус пузырька воздуха вдвое меньше, чем у поверхности воды, если барометрическое давление у поверхности равно P_0 . Давление идеального газа 10 мПа, концентрация молекул $2,0 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$. Определить: среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы; температуру газа.

2. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекул аргона и водяного пара при температуре 500 К.

3. Из баллона емкостью $1,0 \cdot 10^2 \text{ м}^3$ вследствие неисправности вентиля утекает находящийся в нем водород. При температуре 280К манометр показывал давление $4,9 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Через некоторое время при температуре 290К манометр показал такое же давление. Сколько утекло газа?

4. Газ сжат изотермически от объема $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ до объема $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, при этом давление газа возросло на $4,0 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Каким было первоначальное давление газа?

Занятие № 3

Тема: Основы молекулярно-кинетической теории(продолжение). Статистические распределения молекул газа. Распределение Максвелла

Вопросы

- ✓ Что такое функция Максвелла, каков её физический смысл?
- ✓ Изобразить график функции Максвелла.
- ✓ Каков смысл выражения «распределение молекул по скоростям»?
- ✓ Что такое наивероятнейшая скорость?
- ✓ Каково соотношение наивероятнейшей скорости со средней арифметической и средней квадратичной?
- ✓ Как экспериментально было подтверждено распределение Максвелла?
- ✓ Что называют распределением Больцмана? Изобразить его графически.
- ✓ Каков вид барометрической формулы, как её получить?
- ✓ При каких условиях справедливы распределения Максвелла и Больцмана?
- ✓ Приведите примеры проявления распределения Больцмана или справедливость барометрической формулы.

Задачи для решения в аудитории

1. Определить наивероятнейшую скорость молекул некоторого газа, если средняя квадратичная скорость его молекул равна 516 м/с. Какой это газ (молярная масса), если его температура 300 К ?

2. Определить наивероятнейшую скорость молекул одного грамма некоторого газа, если известно, что в этом газе при температуре 273 К содержится $1,8 \cdot 10^{22}$ молекул.

3. На поверхности Земли барометр показывает $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Каково его показание при подъеме на ТВ башню в Останкино высотой 533 м? Температуру воздуха считать постоянной и равной 280 К. Найти также концентрацию молекул воздуха на этой высоте.

4. На какой высоте давление атмосферного воздуха составляет 75 % от давления на уровне моря? Температуру воздуха считать постоянной и равной 0 °С.

5. Какую часть от общего числа молекул водорода при температуре 300К составляют молекулы, модули скоростей которых заключены в интервале скоростей от 1900 м/с до 1905 м/с?

6. Какая часть молекул газа обладает кинетической энергией поступательного движения, приходящейся на одну молекулу отличающейся от средней кинетической энергии молекулы не более, чем на 1%?

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить наивероятнейшую скорость молекул некоторого газа массой 1 г, если известно, что в этом газе при температуре 273 К содержится $1,8 \cdot 10^{22}$ молекул.

2. Какую часть от общего числа молекул кислорода при нормальных условиях составляют молекулы, модули скоростей которых заключены в интервале от 100 м/с до 110 м/с?

3. Какой процент от общего числа молекул некоторого газа составляют молекул, модули скоростей которых отличаются от средней квадратичной скорости не более, чем на 0,5 %.

4. Определить отношение давления воздуха на дне шахты глубиной 2 км к давлению на высоте 2 км, принимая температуру воздуха одинаковой и равной 0 °С.

5. Определить массу газа, находящегося в вертикальном цилиндрическом сосуде, площадь основания которого S, высота H. Считать известными температуру на уровне нижнего основания цилиндра, давление на этом уровне и молярную массу. Принять температуру и ускорение свободного падения не зависящими от высоты.

6. Какую часть от общего числа молекул сернистого ангидрида (SO_2) при температуре 473К составляют молекулы, модули скоростей которых заключены в интервале скоростей от 210 м/с до 220 м/с?

Занятие № 4

Тема: **Явления переноса в газах.** *Средняя длина свободного пробега молекул*

Вопросы

✓ Что является причиной несоответствия между большими скоростями теплового движения молекул и сравнительно медленным протеканием процесса выравнивания концентрации молекул при диффузии?

✓ Зависит ли средняя длина свободного пробега молекул при данной концентрации молекул от температуры?

✓ Каков порядок величины: а) эффективного диаметра молекул? б) концентрации молекул при нормальных условиях? а) средней длины свободного пробега молекул?

Задачи для решения в аудитории

1. При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул азота равна 1 м, если температура газа равна 288 К? Эффективный диаметр молекулы азота равен $3,1 \cdot 10^{-10}$ м.

2. Определить плотность водорода, если известно, что средняя длина свободного пробега молекул равна 10^{-2} м. Эффективный диаметр молекулы водорода равен $2,3 \cdot 10^{-10}$ м.

3. При каком давлении средняя длина свободного пробега молекул азота равна 10^{-3} м, если при нормальном давлении она равна $6 \cdot 10^{-8}$ м?

4. Сколько столкновений в единице объема за одну секунду испытывает молекула углекислого газа, находящегося при нормальных условиях? Эффективный диаметр молекулы углекислого газа равен $3,3 \cdot 10^{-10}$

5. Определить среднюю продолжительность свободного пробега молекул кислорода при температуре 273 К и давлении 133,3 Па.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить среднюю длину свободного пробега молекул воздуха при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекулы воздуха принять равным $3 \cdot 10^{-10}$ м.

2. Какова средняя квадратичная скорость молекул аргона, находящегося под давлением 10^5 Па, если известно, что средняя длина свободного пробега молекул равна 10^{-7} м. Эффективный диаметр молекулу аргона равен $2,9 \cdot 10^{-10}$ м, молярная масса $M = 40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

3. Определить среднюю длину свободного пробега молекул азота, находящегося в сосуде объемом 10^{-4} м^3 , если известно, что масса азота равна.

4. Каково среднее значение промежутка времени между двумя последовательными столкновениями молекул водорода при давлении $13,3 \text{ Па}$ и температуре 373 К ?

5. Сколько столкновений в среднем испытывает за одну секунду молекула неона при температуре 620 К и давлении $1,33 \cdot 10^2 \text{ Па}$, если ее эффективный диаметр равен $2,04 \cdot 10^{-10} \text{ м}$? Молярная масса неона равна $20,18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.

Занятие № 5

Тема: **Явления переноса в газах (продолжение). Явления переноса массы, импульса, внутренней энергии**

Вопросы

- ✓ Каков исторический аспект возникновения термодинамики?
- ✓ Что означает термин «термодинамическая система»?
- ✓ Что называют термодинамическим состоянием вещества? Какие состояния бывают?
- ✓ Что такое термодинамические параметры? Приведите примеры.
- ✓ Каково различие между внешними и внутренними термодинамическими параметрами?
- ✓ Как называют связь между термодинамическими параметрами в состоянии равновесия ТД системы?
- ✓ Для идеального газа приведите пример: термического уравнения состояния, калорического уравнения состояния.

Задачи для решения в аудитории

1. Определить массу азота, прошедшего вследствие диффузии через поверхность площадью 10^{-2} м^2 за 10 секунд, если в направлении, перпендикулярном к этой поверхности, постоянный во времени градиент плотности равен $1,26 \text{ кг/м}^4$. Температура азота и средняя длина свободного пробега его молекул соответственно равны: 300 К и 10^{-7} м . Вычислить также коэффициент внутреннего трения азота при этих условиях. Эффективный диаметр молекулы азота равен $3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.

2. Чему равен коэффициент теплопроводности двухатомного газа, находящегося в сосуде объемом $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ и состоящего из $4 \cdot 10^{22}$ молекул, если коэффициент диффузии этого газа в указанных условиях равен $2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$?

3. Кислород и углекислый газ находятся при одинаковой температуре и давлении. Определить отношения: а) коэффициентов диффузии, б) коэффициентов внутреннего трения и в) коэффициентов теплопроводности этих газов. Диаметры молекул этих газов считать одинаковыми.

4. Можно ли считать азот находящимся в состоянии технического вакуума, если он содержится в сферическом сосуде диаметром $0,20 \text{ м}$ под давлением $1,33 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$ и температуре 273 К ?

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить коэффициент диффузии кислорода при температуре 323 К , если известно, что при нормальных условиях он равен $14,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, а нагрев происходит при постоянном объеме.

2. Определить коэффициент внутреннего трения азота при нормальных условиях, если коэффициент диффузии азота при этих условиях равен $1,41 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

3. Определить коэффициент теплопроводности водорода, если известно, что коэффициент внутреннего трения при одних и тех же условиях равен $8,6 \cdot 10^{-6} \text{ Н.с/м}^2$.

4. Во сколько раз изменится коэффициент диффузии газа при изотермическом двукратном уменьшении давления?

Занятие № 6

Тема: **Основы термодинамики. Первый закон термодинамики**

Вопросы

- ✓ Что такое внутренняя энергия вещества?
- ✓ Сформулируйте первое начало термодинамики. Запишите его в интегральной и дифференциальной формах.

- ✓ В чем состоит способ изменения внутренней энергии путём: совершения работы, теплообмена?
- ✓ В чем сходство и различие понятий «количество теплоты», «работа».
- ✓ Показать, что 1 НТД выражает закон сохранения и превращения энергии.
- ✓ Как аналитически выразить работу в термодинамике? Как графически определить величину совершённой работы?
- ✓ Что называют теплоёмкостью вещества: молярной, удельной? В каких единицах они измеряются? Какова между ними связь?

Задачи для решения в аудитории

1. Какое количество теплоты сообщено $5 \cdot 10^{-2}$ м³ кислорода, если при изохорном нагревании давление его возросло на $5 \cdot 10^5$ Па?
2. Определить изменение внутренней энергии, сообщённое количество теплоты и работу, совершённую одноатомным газом, при увеличении объёма от $2,0 \cdot 10^{-3}$ м³ до $7,0 \cdot 10^{-3}$ м³ в условиях постоянного давления, равного $3,0 \cdot 10^5$ Па. По полученным данным проверить справедливость первого начала термодинамики.
3. Определить работу, совершённую идеальным газом при изотермическом расширении, если его давление уменьшилось от $12 \cdot 10^5$ Па до $2,0 \cdot 10^5$ Па и если в начале расширения газ занимал объём $2,0$ м³.
4. Двухатомный идеальный газ, занимавший объём $5,0 \cdot 10^{-2}$ м³ при давлении $3,0 \cdot 10^5$ Па, изохорно нагревали до тех пор, пока его давление удвоилось. Вслед за этим газ испытал изотермическое расширение до начального давления и, наконец, изобарно охлаждался до начального объёма. Изобразить графически эти процессы в осях (p, V) и (T, p) и определить в каждом процессе: а) работу, совершённую газом, б) изменение его внутренней энергии и в) количество
5. Водород массой $2,0 \cdot 10^{-2}$ кг при температуре 300 К после адиабатного пятикратного увеличения объёма подвергается изотермическому пятикратному уменьшению объёма. Изобразить указанные процессы графически в осях (p, V) , а также определить температуру в конце адиабатного расширения и работу, совершённую водородом на обоих переходах.

Задачи для самостоятельного решения

1. Водород, занимавший объём 10 м³ при давлении 10^5 Па, нагрели изохорно до давления $3 \cdot 10^5$ Па. Определить изменение внутренней энергии водорода, работу, совершённую водородом, и сообщённое ему количество теплоты.
2. Какую часть количества теплоты, сообщаемого двухатомному газу при изобарном расширении, составляет совершаемая работа?
3. Азот массой $0,20$ кг расширился изотермически при температуре 280 К, при этом объём азота возрос вдвое. Определить изменение внутренней энергии азота, работу, совершённую азотом, и сообщённое ему количество теплоты.
4. Определить конечную температуру, конечное давление, изменение внутренней энергии и работу, совершённую углекислым газом массой $4,4 \cdot 10^{-3}$ кг при его адиабатном сжатии, если он находился при начальном давлении $1,0 \cdot 10^5$ Па и начальной температуре 360 К, и, если объём углекислого газа при адиабатном сжатии уменьшился в 20 раз.
5. Двухатомный идеальный газ, занимая объём $5,0 \cdot 10^{-4}$ м³ при давлении $5,0 \cdot 10^4$ Па, подвергается сначала адиабатному сжатию, а затем изохорному охлаждению до первоначальной температуры, при этом давление газа становится равным $1,0 \cdot 10^5$ Па. Изобразить графически эти процессы в осях (p, V) . Определить давление и объём газа после адиабатного сжатия.

Занятие № 7,8

Тема: Основы термодинамики. Циклические процессы

Вопросы

- ✓ Что такое круговой процесс, циклический процесс? Для чего они применяются?
- ✓ Принцип работы: тепловой машины, холодильной машины.
- ✓ Как записать первое начало термодинамики для цикла тепловой машины.

- ✓ Как по заданному графику цикла определить, является ли он циклом тепловой или холодильной машины?
- ✓ Опишите цикл Карно, изобразите его в осях (p, V) и (S, T) .
- ✓ Сформулируйте первую теорему Карно. Как её доказать?
- ✓ Сформулируйте вторую теорему Карно.
- ✓ Каково практическое значение теорем Карно?
- ✓ Из каких процессов состоит и как графически изобразить цикл Дизеля?

Задачи для решения в аудитории

1. Температура нагревателя тепловой машины 500 К. Температура холодильника 400 К. Определить: КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно; полную мощность машины, если нагреватель каждую секунду передает ей 1675 Дж теплоты.

2. Изобразить идеальные (равновесные) циклы дизельного и карбюраторного двигателей внутреннего сгорания в осях (p, V) и (S, T) . Установить на каждом участке обоих циклов знаки величин ΔU , Q и A .

3. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Определить к.п.д. цикла, если известно, что за цикл рабочим веществом совершается работа в $4,9 \cdot 10^3$ Дж, а холодильнику передается количество теплоты, равное $2,3 \cdot 10^3$ Дж.

4. Температура нагревателя втрое выше температуры холодильника. Какую часть энергии, полученной в цикле Карно от нагревателя, рабочее вещество отдает холодильнику?

5. Определить количество теплоты, сообщенное ν моль идеального газа за один цикл, состоящий из двух изохор и двух изотерм

Задачи для самостоятельного решения

1. Рабочее вещество совершает цикл Карно. Изобразить цикл в переменных (p, V) и (S, T) . Температура нагревателя втрое выше температуры холодильника. Какую часть энергии, полученной веществом за цикл от нагревателя, оно отдает холодильнику?

2. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает работу за цикл 80 кДж. Температура нагревателя 373 К, а холодильника – 273 К. Определить: 1) количество теплоты, полученное рабочим веществом от нагревателя, 2) количество теплоты, переданное холодильнику, к.п.д. цикла.

3. Определить конечную температуру и конечное давление в конце сгорания топлива в карбюраторном двигателе, если объем камеры сгорания 10 см^3 , перед сгоранием давление рабочей смеси 5 атм, а температура 480 К. Масса топлива в рабочей смеси равна 0,9 г, удельная теплоемкость продуктов сгорания равна $714 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, молярная масса рабочей смеси $29,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$, удельная теплота сгорания топлива $4,2 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

4. Определить количество теплоты, сообщенное ν моль идеального газа за один цикл, состоящий из двух изобар и двух изотерм.

5. Идеальный двухатомный газ, занимающий объем 2 л, подвергают адиабатному расширению, в результате которого его объем возрос в 5 раз. После этого газ подвергли изобарному сжатию до первоначального объема, а затем он в результате изохорного нагревания возвращен в первоначальное состояние. Построить график цикла и определить к.п.д. цикла.

Занятие № 9,10

Тема: Основы термодинамики. Энтропия

Вопросы

- ✓ Обратимые и необратимые процессы. Приведите примеры.
- ✓ Что такое энтропия (термодинамическая трактовка)?
- ✓ В чем суть второго начала термодинамики и её отличие от первого начала?
- ✓ Дать различные формулировки второго начала термодинамики.
- ✓ Дать статистическую трактовку энтропии.
- ✓ Каковы границы применимости 2 начала термодинамики?

Задачи для решения в аудитории

1. Определить изменение энтропии 1 г азота в процессе сжатия от давления 1 атм до давления 1,5 атм. Начальная и конечная температуры равны, соответственно, 290 К и 340 К.

2. Водород массой 1 г подвергается сначала адиабатному сжатию до вдвое меньшего объема, а затем изохорному охлаждению до начальной температуры. Изобразить графически эти процессы в осях (p, V) и (S, T) . Определить изменение энтропии водорода между начальным и конечным состояниями.

3. Один моль идеального газа совершает циклический процесс, состоящий из последовательных процессов изохорного нагревания, изобарного нагревания, изохорного охлаждения и изобарного охлаждения. В исходном состоянии температура равна 280 К, а в конце изохорного охлаждения – 360 К. В первом процессе давление возросло в 2 раза. Изобразить цикл в осях (p, T) и (p, V) . Вычислить работу, совершенную газом за весь цикл.

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить изменение энтропии воздуха объемом 1 м³ при двукратном изотермическом увеличении объема. До расширения воздух находился под давлением 1,96 атм и температуре 273 К.

2. Водород массой 100 г сначала изобарно нагрет так, что его объем увеличился втрое, а затем был изохорно охлажден так, что давление уменьшилось втрое. Определить суммарное изменение энтропии.

3. Изобразить графически в осях (T, S) осуществляемые с идеальным газом циклы, которые состоят из равновесных (обратимых) чередующихся процессов: 1) двух изохор и двух изотерм; 2) двух изобар и двух изотерм; 3) двух изохор и двух изобар; 4) двух изобар и двух адиабат.

Занятие № 11

Тема: **Агрегатные состояния вещества. Тепловые свойства реальных газов**

Вопросы

- ✓ При каких условиях возникают отклонения свойств реальных газов от законов идеальных газов, и в чем они состоят?
- ✓ Почему при малых давлениях реального газа произведение pV убывает, а при больших давлениях оно возрастает?
- ✓ Что собой представляет уравнение Ван-дер-Ваальса?
- ✓ Что такое «молекулярное давление», входящее в уравнение Ван-дер-Ваальса?
- ✓ Каков физический смысл поправок « a » и « b » в уравнении Ван-дер-Ваальса? От чего зависит поправка « b »?
- ✓ Какой вид имеют изотермы: Ван-дер-Ваальса, Эндрюса?
- ✓ Какой участок изотермы Ван-дер-Ваальса физически невозможен и почему?
- ✓ Что такое метастабильное состояние. Как называют эти состояния на изотермах Ван-дер-Ваальса?
- ✓ Как меняется вид изотерм реального газа, полученных при разных его температурах, и почему?
- ✓ Чему равна внутренняя энергия реального газа?

Задачи для решения в аудитории

1. Какую часть давления кислорода на стенки сосуда составляет молекулярное (внутреннее) давление, обусловленное силами притяжения молекул, если объем сосуда с кислородом 8 л, масса кислорода 300 г, температура 300 К? Какую часть объема сосуда составляет собственный объем молекул кислорода?

2. Вычислите температуру, при которой давление реального кислорода, имеющего плотность 100 г/л, равно 70 атм. Сравните с температурой «идеального» кислорода. Постоянные Ван-дер-Ваальса « a » и « b » равны, соответственно, 0,135 Нм⁴/моль² и 3·10⁻⁵ м³/моль.

3. Реальный водород в количестве 1 моль расширяется изотермически при температуре 300 К, при этом объем сосуда увеличился от 1,5 л до 15 л. Определить совершенную водородом работу, если постоянные Ван-дер-Ваальса « a » и « b » равны, соответственно, 0,024 Нм⁴/моль² и 26·10⁻⁵ м³/моль.

4. Определить изменение энтропии 10 г реального углекислого газа при обратимом изотермическом расширении от 1 л до 5 л. Постоянные Ван-дер-Ваальса «а» и «b» равны, соответственно, $0,36 \text{ Н·м}^4/\text{моль}^2$ и $4,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. В баллоне емкостью 20 л находится 80 молей некоторого газа. При 14°C давление газа равно 90 атм, а при 63°C давление увеличилось до 109 ат. Вычислите постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа.

2. В сосуде объемом $0,2 \text{ м}^3$ находится 300 моль водорода при нормальном давлении. Считая газ реальным, определить, во сколько раз надо увеличить его температуру, чтобы давление увеличилось втрое?

3. Вычислите давление реального кислорода массой 1,1 кг, находящегося в баллоне 20 л при температуре 13°C . Сравните результат, считая газ идеальным.

4. Водород в количестве 1 моль занимает объем 1 л при температуре 300 К. Вычислите давление аргона: а) считая аргон идеальным газом; б) считая аргон реальным газом с силами внутреннего притяжения молекул, но пренебрегая их собственным объемом; в) считая аргон реальным газом с собственным объемом молекул, но пренебрегая силами внутреннего притяжения молекул; г) считая аргон реальным газом.

5. Аргон в количестве 1 кмоль расширяется изотермически при температуре 300 К от 1 м^3 до 5 м^3 . Считая его «ван-дер-ваальсовым», определить: 1) совершенную работу, 2) изменение внутренней энергии, 3) сообщенное количество теплоты.

Занятие № 12

Тема: **Агрегатные состояния вещества. Тепловые свойства реальных жидкостей**

Вопросы

- ✓ Каковы современные представления о свойствах жидкостей?
- ✓ Что такое «ближний порядок», «дальний» порядок, и в каких агрегатных состояниях вещества они реализуются?
- ✓ Почему поверхность жидкости обладает избыточной энергией по сравнению с энергией внутри её объема?
- ✓ Как объяснить поверхностное натяжение жидкости? Примеры его проявления.
- ✓ Что называют удельной свободной энергией поверхности жидкости?
- ✓ Что такое коэффициент поверхностного натяжения?
- ✓ Что такое лапласовское давление? Формула Лапласа (вывод).
- ✓ Как объяснить капиллярные явления?
- ✓ От чего зависит высота подъёма или опускания жидкости по капилляру?

Задачи для решения в аудитории

1. На сколько нагреется капля ртути, полученная при слиянии двух капелек радиусом 10^{-3} м каждая? Плотность, удельная теплоёмкость и коэффициент поверхностного натяжения ртути равны, соответственно 13600 кг/м^3 , 136 Дж/(кг·К) и $0,513 \text{ Н/м}$.

2. Фитиль поднимает воду на высоту 80 см. На какую высоту по тому же фитилю поднимется керосин? Коэффициент поверхностного натяжения и плотность равны, соответственно, для воды $72,75 \text{ мН/м}$ и 1000 кг/м^3 , для керосина 24 мН/м и 800 кг/м^3 .

3. Горячая вода с температурой 87°C массой 1 кг отдает теплоту холодной воде такой же массы, температура которой 17°C . Их температуры становятся одинаковыми. Показать, что энтропия при этом увеличивается.

Задачи для самостоятельного решения

1. Какую работу надо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром 14 см, если этот процесс считать изотермическим? Коэффициент поверхностного натяжения мыльной пленки равен $0,045 \text{ Н/м}$.

2. Какую работу необходимо совершить, чтобы каплю масла массой 1 г изотермически раздробить внутри воды на капельки диаметром по 2 мкм? Коэффициент поверхностного натяжения на границе «вода – масло» равен 18 мН/м , плотность масла – 900 кг/м^3 .

3. В спирт на небольшую глубину опущена капиллярная трубка, внутренний диаметр канала которой 0,5 мм. Определить вес спирта, поднявшегося по каналу, если коэффициент поверхностного натяжения равен 0,022 Н/м.

4. Сливки, плотность которых 993,9 Н/м, находятся в U-образной капиллярной трубке. Разность уровней в коленах равна 20 мм. Диаметры каналов в коленах трубки равны 2 мм и 4 мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения сливок.

Занятие № 13,14

Тема: **Агрегатные состояния вещества. Тепловые свойства твёрдых тел**

Вопросы

- ✓ Каковы особенности кристаллических тел?
- ✓ Чем отличаются монокристаллы от поликристаллов?
- ✓ Что такое кристаллическая решетка? Каковы основные её типы (сингонии)?
- ✓ Каков характер движения частиц в узлах кристаллической решетки?
- ✓ С помощью МКТ объяснить механизм теплового расширения твердых тел.
- ✓ Как вычислить внутреннюю энергию одного моля вещества в кристаллическом состоянии?
- ✓ Получить выражение для теплоёмкости кристаллов (в классическом приближении).
- ✓ Каковы затруднения классической физики в объяснении температурной зависимости теплоёмкости твердых тел?
- ✓ Какие тела называют аморфными, и каковы их свойства?
- ✓ Что такое «жидкий кристалл»?

Задачи для решения в аудитории

1. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, найти, из какого материала изготовлен металлический цилиндр весом 0,245 Н. Известно, что для его нагревания на 20 К потребовалось количество теплоты 117 Дж.

2. Часы с латунным маятником идут правильно при температуре 273 К. На сколько отстанут часы за сутки, если температура повысится до 293 К? Коэффициент линейного расширения латуни равен $19 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. При температуре 273 К длина цинкового стержня равна 200 мм, а медного 201 мм. Поперечные размеры стержней одинаковые. При какой температуре одинаковы: 1) длины стержней; 2) объёмы стержней? Коэффициент линейного теплового расширения цинка $29 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, меди – $17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

2. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, найти, во сколько раз удельная теплоёмкость алюминия больше удельной теплоемкости платины.

3. Свинцовая пуля, летящая со скоростью 400 м/с, ударяется о стенку и входит в неё. Считая, что 10 % кинетической энергии пули идёт на её нагревание, определить, на сколько нагрелась пуля. Указание: удельную теплоемкость свинца определить, воспользовавшись законом Дюлонга и Пти.

Занятие № 15,16

Тема: **Фазовые переходы**

Вопросы

- ✓ Что называют: фазой вещества, фазовым переходом? Назовите фазовые переходы.
- ✓ Каковы условия равновесия на границе «жидкость – твердое тело»?
- ✓ Что такое: температура плавления, скрытая теплота плавления?
- ✓ Почему удельная теплота парообразования зависит от температуры жидкости?
- ✓ Что происходит с внутренней энергией и энтропией жидкости при испарении?
- ✓ Каково отличие испарения от кипения?
- ✓ Что такое насыщенных пар, и как определить его давление?
- ✓ Что такое: влажность воздуха, точка росы?
- ✓ Что особой представляет уравнение Клапейрона – Клаузиуса?
- ✓ Какой вид имеет диаграмма равновесия кристаллической, жидкой и газовой фаз?
- ✓ Что такое тройная точка? Примеры.
- ✓ Чем отличаются фазовые переходы первого рода от фазовых переходов второго рода.

- ✓ Что такое: критическое состояние вещества, критическая температура?
- ✓ Каково практическое и научное значение сжижения газа и получения низких температур?

Задачи для решения в аудитории

1. Определить плотность водяного пара в критическом состоянии, если постоянная «b» Ван-дер-Ваальса для него равна $3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$.
2. Определить эффективный диаметр молекулы азота, если критическое давление и критическая температура равны, соответственно, 33,5 атм и 420,1 К.
3. Относительная влажность воздуха при температуре 302 К равна 70 %, а давление насыщенного водяного пара 3,996 кПа. Определить плотность воздуха в этих условиях и точку росы.
4. Определить изменение температуры плавления льда при увеличении внешнего давления на 1 атм, если известно, что при плавлении 1 кмоль льда изменение энтропии равно 22,2 кДж/К. Плотность воды и льда равны, соответственно, 1000 кг/м^3 и 900 кг/м^3 .
5. Определить изменение энтропии 10 г льда при превращении его в водяной пар при температуре 373 К. Теплоёмкость льда считать не зависящей от температуры. Начальная температура льда равна 253 К. Температуру плавления льда принять равной 273 К.

Задачи для самостоятельного решения

1. Сколько эфира должно быть налито в ампулу объёмом $28,5 \text{ см}^3$, чтобы при нагревании наблюдать критическое состояние? Критическое давление равно 35,6 атм, критическая температура – 466,8 К, молярная масса – $74 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$.
2. В комнате объёмом 120 м^3 при температуре 20°C относительная влажность воздуха равна 60 %. Определить массу водяных паров в комнате. Плотность насыщенного водяного пара при этой температуре равна 23 г/м^3 .
3. Определить абсолютную и относительную влажность воздуха в помещении, если известно, что температура равна 289 К, а точка росы 279 К.
4. Определить изменение энтропии при превращении 1 кг пара, находившегося при температуре 573 К, в воду и последующем охлаждении воды до температуры 293 К.
5. Мартеновская печь работает на природном газе. Сколько газа надо израсходовать для выплавки 50 т стали, если к.п.д. печи 40 %? Начальная температура стали 20°C , её удельная теплоёмкость $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$, удельная теплота плавления $2,7 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, температура плавления 1500°C , удельная теплота сгорания газа $4,4 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$.

5 семестр

Занятие № 1

Тема: **Электростатическое поле в вакууме. Электрический заряд и его свойства**

Вопросы

- ✓ Электрический заряд, элементарный заряд.
- ✓ Свойство кратности электрического заряда.
- ✓ Закон сохранения электрического заряда.
- ✓ Плотность заряда.
- ✓ Закон Кулона и границы его применимости.

Задачи для решения в аудитории

1. Два точечных заряда -10 нКл и 15 нКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Определите силу, действующую на заряд 1 нКл , помещённый на расстоянии 2 см от второго заряда на продолжении прямой, соединяющей первый и второй заряды.
2. Тонкий стержень длиной 10 см равномерно заряжен зарядом $1,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$. Найти силу, действующую на точечный заряд 2 нКл , расположенный на продолжении стержня в 20 см от его конца.
3. Кольцо радиусом 4 см равномерно заряжено с линейной плотностью заряда $3,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}$. Найдите силу, действующую на пылинку с зарядом $3,0 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, находящуюся на расстоянии 5 см на перпендикуляре, восстановленном из центра кольца.

Задачи для самостоятельного решения

1. Два заряда 11 нКл и -4 нКл находятся на расстоянии 5 см друг от друга. Определите вектор силы, действующей на заряд 2 нКл , который находится в точке, отстоящей от первого и второго зарядов соответственно на расстоянии 3 см и 4 см .

2. Два одинаковых маленьких шарика массами по $0,1 \text{ г}$ каждый подвешены на шелковых нитях так, что их поверхности соприкасаются. После сообщения шарикам электрического заряда они оттолкнулись, и их центры разошлись на 6 см . Определите заряд каждого шарика, если длина нити 30 см .

3. Тонкое полукольцо радиуса 10 см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}$. В центре полукольца находится точечный заряд $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Найдите силу взаимодействия точечного заряда и заряженного полукольца.

4. Две одинаковые круглые пластины площадью 100 см^2 каждая расположены параллельно друг другу. Заряд одной пластины $-6,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, другой – $6,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Определите силу взаимного притяжения пластин, если расстояние между ними 1 см , 10 м .

Занятие № 2

Тема: **Электростатическое поле в вакууме. Напряжённость электрического поля**

Вопросы:

- ✓ Напряженность электростатического поля.
- ✓ Напряженность поля точечного заряда.
- ✓ Изображение электрического поля с помощью линий напряжённости.
- ✓ Расчет напряженности поля протяженного заряда по Остроградского – Гаусса.

Задачи для решения в аудитории

1. В вершинах правильного треугольника со сторонами, равными 10 см каждая, лежат заряды $2,2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, $-1,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Определите напряженность в третьей вершине треугольника.

2. По объему шара, радиус которого 10 см , равномерно распределен заряд с объемной плотностью $8,85 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^3$. Определите вектор напряженности в точках, находящихся на расстоянии 30 мм , 10 см (на поверхности) и 15 см от центра шара.

3. Тонкая проволока длиной 10 см равномерно заряжена зарядом $3,3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Определите напряженность электрического поля на оси проволоки на расстоянии 10 см от ее конца, 10 м от ее конца.

Задачи для самостоятельного решения

1. Расстояние между двумя точечными зарядами $2,7 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ и $-1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ равно 5 см . Определите вектор напряженности в точке, удаленной от первого заряда на 4 см , а от второго на 3 см .

2. Три плоскопараллельные тонкие пластины, расположенные на малом расстоянии друг от друга, равномерно заряжены с поверхностной плотностью зарядов $3,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$, $-5,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$ и $8,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}^2$. Найти вектор напряженности поля в точках, лежащих между пластинами и слева и справа от пластин. ($-3,4 \cdot 10^3 \text{ В/м}$, 0 В/м , $-5,6 \cdot 10^3 \text{ В/м}$, $3,4 \cdot 10^3 \text{ В/м}$)

3. Металлическому шару сообщен заряд $1,0 \text{ мКл}$. Определите напряженность поля вне шара на расстоянии 10 см от его поверхности, на поверхности шара, в центре шара. Радиус шара 10 см .

4. Маленький шарик, имеющий заряд $1,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$, находится на расстоянии $3,0 \text{ см}$ от плоской металлической стенки, соединенной с Землей. С какой силой они взаимодействуют? ($2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$)

Занятие № 3

Тема: **Электростатическое поле в веществе. Электрическая ёмкость. Энергия электрического поля**

Вопросы:

- ✓ Понятие электрической ёмкости.
- ✓ Электрическая ёмкость плоского конденсатора.
- ✓ Электрическая ёмкость сферический конденсатора.
- ✓ Электрическая ёмкость батареи конденсаторов при их последовательном соединении.
- ✓ Электрическая ёмкость батареи конденсаторов при их параллельном соединении.

- ✓ Энергия конденсатора.
- ✓ Энергия электрического поля.

Задачи для решения в аудитории

1. Две концентрические металлические сферы радиусом 2,0 см и 2,1 см образуют сферический конденсатор. Определите его емкость, если пространство между сферами заполнено парафином.

2. Емкость воздушного плоского конденсатора равна 430 пФ. Расстояние между пластинами 5,0 мм. Какова будет емкость конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной 3,0 мм?

3. Два конденсатора емкостью 3,0 мкФ и 6,0 мкФ соединили между собой и присоединили к батарее с ЭДС 120 В. Определите заряд каждого конденсатора и разность потенциалов между его обкладками, если конденсатора соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

4. Плоский воздушный конденсатор с площадью обкладок 200 см² каждая и расстоянием между ними 5,0 см заряжается до разности потенциалов 600 В и отключается от источника тока. Как изменяются ёмкость и энергия конденсатора, если в пространство между обкладками параллельно им ввести металлическую пластину такой же площади и толщины 2,0 мм?

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите емкость цилиндрического конденсатора со стеклянным диэлектриком, если высота конденсатора 20,0 см, радиус внутренней обкладки 7,40 см, а внешней – 7,63 см. (2,54 нФ).

2. На систему конденсаторов подана разность потенциалов 200 В. Заряд, сообщенный системе, оказался равным $6,0 \cdot 10^{-4}$ Кл. Емкости первого и второго конденсаторов 4,0 мкФ и 8,0 мкФ. Определите емкость третьего конденсатора и энергию каждого из конденсаторов.

3. Три конденсатора с емкостями 2,0 мкФ, 2,0 мкФ и 4,0 мкФ и допустимыми напряжениями соответственно 1000 В, 450 В и 250 В. При каком соединении конденсаторов можно получить наибольшее допустимое напряжение батареи?

4. Определить, какую работу нужно совершить, чтобы слюдяную пластинку толщиной 0,5 мм и площадью 150 см² вынуть из плоского конденсатора, заряженного до 220 В и отключенного от источника напряжения, если слюдяная пластинка полностью заполняет пространство между обкладками.

5. Металлический шар радиусом 3,0 см несет заряд $2,0 \cdot 10^{-8}$ Кл. Шар окружен слоем парафина толщиной 2,0 см. Определить энергию поля, заключенного в слое парафина.

Занятие № 4

Тема: Постоянный электрический ток. Закон Ома

Вопросы:

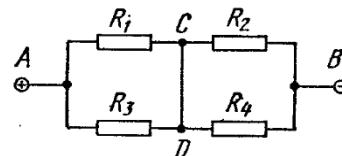
- ✓ Однородный и неоднородный участок цепи.
- ✓ Сила тока, плотность тока.
- ✓ Понятие электросопротивления и удельного электросопротивления.
- ✓ Зависимость электросопротивления проводника от температуры.
- ✓ Электросопротивление батареи резисторов при их последовательном соединении.
- ✓ Электросопротивление батареи резисторов при их параллельном соединении.
- ✓ ЭДС, сторонние силы.
- ✓ Закон Ома.
- ✓ Правила Кирхгофа.

Задачи для решения в аудитории

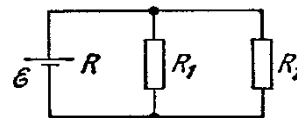
1. Определить плотность тока, текущего по проводнику длиной 5 м, если на концах его поддерживается разность потенциалов 2 В. Удельное сопротивление материала проводника равно 2 мкОм/м.

2. Температура вольфрамовой нити электролампы 2000 °С, диаметр сечения равен 0,02 мм, сила протекающего тока 4 А. Определить напряженность электрического поля нити.

3. Между точками А и В в электрической цепи поддерживают постоянное напряжение 25 В. Найдите значение и направление тока в участке CD, если сопротивления резисторов равны соответственно 1,0 Ом, 2,0 Ом, 3,0 Ом и 4,0 Ом.

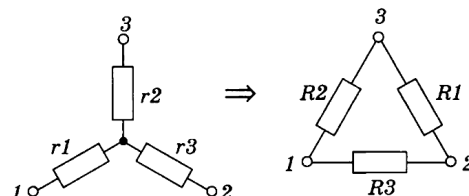


4. В схеме ЭДС источника тока 5,0 В, сопротивления резисторов 4,0 Ом и 6,0 Ом. Внутреннее сопротивление источника тока 0,1 Ом. Найдите токи, текущие через первое и второе сопротивления.



Задачи для самостоятельного решения

1. Какими должны быть сопротивления r_1 , r_2 и r_3 , чтобы «звезду», составленную из них (рис.), можно было бы включить вместо «треугольника», составленного из сопротивлений R_1 , R_2 и R_3 ?



2. Два одинаковых источника тока соединены в одном случае последовательно, в другом – параллельно. В обоих случаях они замкнуты на внешнее сопротивление 1 Ом. Найти внутреннее сопротивление каждого источника тока, когда сила тока во внешней цепи в обоих случаях одинакова.

3. При подключении вольтметра с сопротивлением 200 Ом непосредственно к зажимам источника он показывает напряжение 20 В. Если же этот источник замкнуть на резистор сопротивлением 8 Ом, то ток в цепи становится равным 0,5 А. Найти: э.д.с. и внутреннее сопротивление источника.

4. Внутреннее сопротивление аккумулятора 1 Ом, к.п.д. аккумулятора равен 80 % при силе тока 2 А. Определить э.д.с. аккумулятора.

5. Источник тока с э.д.с. 12 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом соединен с реостатом. Напряжение на зажимах источника равно 10 В. Какова длина медной проволоки реостата, если ее сечение 1 мм²? Удельное сопротивление меди $1,68 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Занятие № 5

Тема: **Магнитное поле в вакууме. МП токов и зарядов**

Вопросы

- ✓ Магнитостатическое поле, вектор индукции МП, линии индукции
- ✓ Элемент тока, закон Био – Савара.
- ✓ Принцип суперпозиции магнитных полей.
- ✓ МП прямого тока.
- ✓ МП кругового тока.
- ✓ Теорема о циркуляции.
- ✓ МП соленоида.

Задачи для решения в аудитории

1. По прямолинейному проводнику течет ток 12 А. Определите индукцию магнитного поля в точке, равноудаленной от концов проводника и находящейся на расстоянии 8 см от его оси. Рассмотрите два случая:

- 1) длина проводника 20 см;
- 2) проводник бесконечно длинный ($l \gg r$).

2. По витку, имеющему форму квадрата со стороной 20 см, идет ток 5 А. Определите индукцию магнитного поля в точке пересечения диагоналей и в одной из точек пересечения сторон.

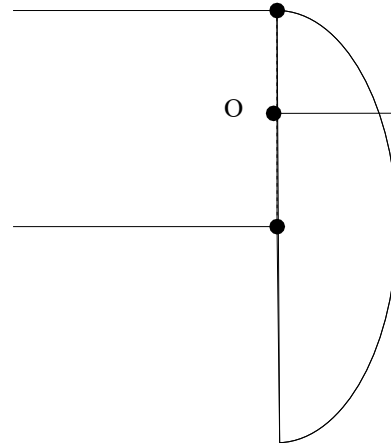
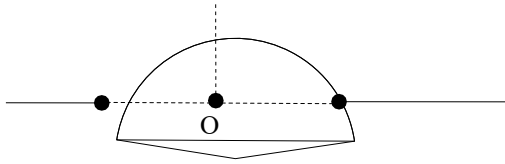
3. По круговому витку из тонкого провода радиусом 100 мм циркулирует ток 1 А. Найдите индукцию магнитного поля:

- 1) в центре витка;
- 2) на оси витка в точке, отстоящей от его центра на 100 мм.

4. Определите индукцию магнитного поля в центре полукольца радиуса r , сделанного из тонкого провода, по которому течет ток I .

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите индукцию магнитного поля в точке O , если проводник с током I имеет вид, изображенный на рисунках. Радиус изогнутой части проводника равен R , прямолинейные участки проводника считать бесконечно длинными.



2. По медному цилиндрическому проводу радиусом 2 см и длиной 3 м течет ток 50 А. Определите индукцию магнитного поля в точках, отстоящих от оси провода на расстояние 0,5 см и 5 см и магнитный поток, пронизывающий одну из половин осевого сечения провода. Постройте график зависимости индукции магнитного поля от расстояния до оси провода.

3. Длинный прямой соленоид, содержащий 10 витков на 1 см намотан на картонный каркас. По виткам соленоида идет ток 5 А. Определите индукцию магнитного поля:

- 1) внутри соленоида вблизи его середины;
- 2) в центре одного из оснований.

Занятие № 6

Тема: Магнитное поле в вакууме. Действие МП на токи и заряды

Вопросы

- ✓ Закон Ампера, сила Ампера и её направление.
- ✓ Взаимодействие параллельных токов одного направления.
- ✓ Взаимодействие параллельных токов встречного направления.
- ✓ Вращение рамки с током в МП, момент силы.
- ✓ Сила Лоренца и её направление.
- ✓ Особенности движения заряженной частицы в магнитном поле.

Задачи для решения в аудитории

1. Два прямолинейных длинных проводника расположены на расстоянии 10 см друг от друга. По проводникам текут токи 20 А и 30 А в одном и том же направлении. Какую работу (на единицу длины проводника) нужно совершить, чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния 20 см?

2. Виток радиусом 5 см с током 1 А помещен в однородное магнитное поле напряженностью 5 кА/м так, что нормаль к витку образует угол 60° с направлением поля. Какую работу совершают силы поля при повороте витка в устойчивое положение?

3. В одной плоскости находятся прямолинейный проводник с током I_1 и прямоугольный контур с током I_2 . Стороны контура a и b , причем сторона a параллельна проводнику с током I_1 и расположена на расстоянии c от него. Определите:

- 1) силы, действующие на провод и контур;
- 2) вращающий момент, действующий на контур;
- 3) магнитный поток, пронизывающий контур.

4. Определите нормальное и тангенциальное ускорения электрона, движущегося в совпадающих по направлению электрическом и магнитном полях. Рассмотрите два случая:

- 1) скорость электрона направлена вдоль силовых линий полей;
- 2) скорость электрона перпендикулярна силовым линиям.

Задачи для самостоятельного решения

1. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 600 В, влетел в однородное магнитное поле с напряженностью, перпендикулярной его скорости и равной $24 \cdot 10^4$ А/м. Определите:

- 1) радиус окружности, по которой движется протон;
- 2) импульс протона;
- 3) период его обращения.

2. В магнитном поле с индукцией 1,2 Тл по круговой орбите радиусом 45 см движется α - частица. Определите:

- 1) скорость α -частицы;
- 2) кинетическую энергию α -частицы;
- 3) разность потенциалов, пройденную α -частицей.

3. Электрон движется в магнитном поле с индукцией $2 \cdot 10^{-3}$ Тл по винтовой линии с радиусом 2 см и шагом 5 см. С какой скоростью электрон влетел в магнитное поле?

4. Виток, по которому течет ток 20 А, свободно установился в магнитном поле с индукцией 0,016 Тл. Диаметр витка 10 см. Какую работу нужно совершить, чтобы:

- 1) переместить виток в область пространства без магнитного поля;
- 2) повернуть виток на угол 90° и 360° относительно оси, совпадающей с диаметром.

Занятие № 7

Тема: **Электромагнитная индукция. Закон Фарадея**

Вопросы

- ✓ Магнитный поток и его изменение.
- ✓ Закон электромагнитной индукции Фарадея.
- ✓ Правило Ленца.
- ✓ Будет ли возникать индукционный ток в круговом витке, находящемся в однородном магнитном поле, если:
 - перемещать виток поступательно;
 - вращать виток вокруг оси, проходящей через центр перпендикулярно плоскости витка;
 - вращать виток вокруг оси, лежащей в плоскости витка.

Задачи для решения в аудитории

1. Проволочная катушка, состоящая из 1000 витков, помещена в однородное магнитное поле так, что линии магнитной индукции перпендикулярны плоскости витков. Катушка подсоединена к гальванометру. Когда катушку удаляют из поля, по виткам протекает заряд 10^{-3} Кл, определяемый по отклонению стрелки гальванометра. Определить индукцию магнитного поля, если площадь одного витка 10^{-3} м^2 , сопротивление катушки 2 Ом.

2. Рамка в форме равностороннего треугольника помещена в однородное магнитное поле с индукцией 0,08 Тл. Перпендикуляр к плоскости рамки составляет с направлением магнитного поля угол 30° . Определите сторону рамки, если известно, что среднее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке при выключении поля за 0,03 с, равно 10 мВ.

3. Проводник длиной 0,5 м движется со скоростью 5 м/с перпендикулярно силовым линиям в однородном магнитном поле, индукция которого 8 мТл. Найдите разность потенциалов, возникающую на концах проводника.

Задачи для решения в аудитории

1. Контур площадью 10^{-2} м^2 расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции. Магнитная индукция меняется по закону $B(t) = 5 \cdot \sin(4,7 \cdot t)$ Тл. Определите зависимость магнитного потока и ЭДС индукции от времени. Определите мгновенное значение магнитного потока и ЭДС индукции в конце пятой секунды.

2. В магнитном поле с индукцией 0,2 Тл вращают стержень длиной 0,2 м с постоянной угловой скоростью 50 рад/с. Найдите разность потенциалов на концах стержня, если ось вращения проходит через конец стержня параллельно силовым линиям магнитного поля.

3. В магнитном поле бесконечно длинного прямого проводника с током находится прямоугольная рамка, сделанная из металлической проволоки, со сторонами a и b , причем

сторона a параллельна проводу с током. Ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии r . Определите среднее значение ЭДС индукции, возникающей в рамке, если её удалить от проводника с током параллельно самой себе на расстояние $2r$ относительно первоначального положения со скоростью v .

4. Плоский виток площадью 10 см^2 сделан из проволоки сопротивлением $0,5 \text{ Ом}$. Силовые линии однородного магнитного поля с индукцией 4 Тл перпендикулярны плоскости витка. К витку присоединен гальванометр. Найдите электрический заряд, прошедший через гальванометр при повороте витка на угол 120° .

Занятие № 8

Тема: Электромагнитные колебания и волны. Свободные электромагнитные колебания в электрическом контуре

Вопросы:

- ✓ Электромагнитные колебания.
- ✓ Дифференциальное уравнение и закон колебаний заряда в идеальном контуре.
- ✓ Период и частота колебаний в идеальном контуре.
- ✓ Дифференциальное уравнение и закон колебаний заряда в реальном контуре.
- ✓ Период и частота колебаний в реальном контуре.
- ✓ Зависимость амплитуда заряда на конденсаторе от времени в реальном контуре.
- ✓ Декремент электромагнитных колебаний.
- ✓ Время релаксации.
- ✓ Добротность контура.

Задачи для решения в аудитории

1. Конденсатор колебательного контура был заряжен до 3 мкКл . Зная, что индуктивность катушки равна 2 мГн и частота электромагнитных колебаний 30 Гц , вычислить энергию магнитного поля катушки через 1 с после начала электромагнитных колебаний, считая их незатухающими.

2. Колебательного контур состоит из конденсатора емкостью 5 мФ , катушки индуктивностью 4 мГн и резистора сопротивлением $0,4 \text{ Ом}$. Определить: логарифмический декремент затухания электромагнитных колебаний и добротность контура.

3. Колебательный контур содержит сопротивление $0,8 \text{ Ом}$, катушку индуктивностью 2 мГн конденсатор емкостью 3 мФ , который был заряжен до 30 В . Определить амплитуду тока через $0,02 \text{ с}$ после начала электромагнитных колебаний.

4. Чему равно полное сопротивление (для переменного тока частоты ω) участка цепи, состоящего из параллельно включенных конденсатора емкостью C и активного сопротивления R .

Задачи для самостоятельного решения

1. Вычислить энергию электрического поля конденсатора через $0,02 \text{ с}$ после начала электромагнитных колебаний в идеальном контуре, если конденсатор имеет емкость 1 мФ и был заряжен до $0,4 \text{ Кл}$, а индуктивность катушки равна 2 мГн .

2. Разность потенциалов на обкладках колебательного контура уменьшилась в 3 раза за 1 мс . Определить сопротивление контура, если емкость конденсатора $0,2 \text{ мкФ}$ и индуктивность катушки $5,07 \text{ мГн}$.

3. Определите логарифмический декремент затухания, при котором энергия колебательного контура уменьшается в 8 раз за 5 полных колебаний

4. Колебательный контур содержит сопротивление 1 Ом , катушку индуктивностью 25 мГн конденсатор емкостью 10 мкФ . Определить, через сколько полных колебаний амплитуда тока в контуре уменьшится в $е$ раз.

5. Колебательный контур содержит катушку индуктивностью 6 мкГн , конденсатор емкостью 10 нФ и резистор сопротивлением 10 Ом . Определите для случая максимума тока, каково отношение энергии магнитного поля катушки к энергии электрического поля конденсатора.

Тема: **Основы волновой оптики. Интерференция света, метод деления волнового фронта**

Вопросы

- ✓ Интерференция.
- ✓ Условия максимумов и минимумов интерференционной картины.
- ✓ Получение интерференции методом деления волнового фронта.
- ✓ Бизеркала и бипризма Френеля.
- ✓ Схема Ллойда.
- ✓ БилинзаБийе.
- ✓ Ход лучей в схеме Юнга.
- ✓ Расчёт интерференционной картины в схеме Юнга (вывод формул для координат максимумов и минимумов интерференционной картины)

Задачи для решения в аудитории

1. Определить длину отрезка, на котором укладывается столько же длин волн монохроматического света в вакууме, сколько их укладывается в стекле толщиной 5 мм (показатель преломления стекла 1,5).
2. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода Δ интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.
3. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние l от них до экрана равно 3 м. Длина волны $\lambda=0,6$ мкм. Определить ширину b полос интерференции на экране.
4. Два параллельных световых пучка, отстоящих друг от друга на расстоянии 5 см, падают перпендикулярно на вертикальную грань кварцевой ($n = 1,49$) прямоугольной призмы, преломляющий угол которой 25° . Из призмы также выходят параллельными. Найти оптическую разность хода Δ пучков после их преломления призмой.
5. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником.
6. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом длиной волны 600 нм. Расстояние между отверстиями 1 мм, расстояние от отверстий до экрана 3 м. Найдите положение первых трех светлых полос.
7. В опыте Юнга расстояние между двумя щелями, на которые падает свет длиной волны 0,6 мкм, равно 0,5 мм. Определить расстояние от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос оказалась равной 1,2 мм.

Задачи для самостоятельного решения

1. При наблюдении интерференции света от двух когерентных источников монохроматического света с длиной волны 520 нм на экране на отрезке длиной 4 см наблюдается 8,5 полос. Определите расстояние между источниками света, если расстояние от них до экрана равно 2,75 м.
2. На экране наблюдается интерференционная картина в результате наложения лучей от двух когерентных источников света длиной волны 500 нм. На пути одного из лучей разместили перпендикулярно стеклянную пластинку ($n = 1,6$) толщиной 5 мкм. Определить, на сколько полос сместится интерференционная картина.
3. При наблюдении в воздухе интерференции света от двух когерентных источников на экране видны чередующиеся темные и светлые полосы. Что произойдет с шириной полос, если наблюдение производить в воде, сохраняя неизменными все остальные условия?
4. Определите, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос в опыте с зеркалами Френеля, если фиолетовый светофильтр (пропускаемая длина волны 400 нм) заменить красным (700 нм).

5. Два параллельных пучка световых волн I и II падают на стеклянную призму ($n = 1,5$) с преломляющим углом $\theta = 30^\circ$ и после преломления выходят из нее параллельно. Найти оптическую разность хода Δ световых волн после преломления их призмой.

6. На каком расстоянии друг от друга находятся две щели в опыте Юнга, через которые проходит зелёный свет ($\lambda = 520$ нм), если на экране наблюдаются интерференционные полосы, расстояние между которыми 1,5 мм? Расстояние от щелей до экрана равно 2 м.

7. В опыте Юнга расстояние от щелей до экрана 3 м. Определить угловое расстояние между соседними светлыми полосами, если третья светлая полоса отстоит от центра картины на расстоянии 4,5 мм.

8. Если в опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей света (длина волны 500 нм) поместить перпендикулярно ему тонкую стеклянную пластинку ($n = 1,5$), центральная светлая полоса смещается в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой. Определить толщину пластины.

Занятие № 2

Тема: Основы волновой оптики. Дифракция Фраунгофера

Вопросы

- ✓ Понятие дифракции, дифракционной картины.
- ✓ Дифракция Фраунгофера на щели.
- ✓ Условия максимумов и минимумов дифракционной картины.
- ✓ Особенности дифракционного спектра.
- ✓ Дифракционная решётка.
- ✓ Дифракция Фраунгофера на дифракционной решётке.
- ✓ Условия главных максимумов и минимумов дифракционной картины на решётке.
- ✓ Разрешающая способность дифракционной решётки.
- ✓ Дифракция на пространственной решётке.
- ✓ Условие Вульфа – Брэгга.

Задачи для решения в аудитории

1. На узкую щель шириной 0,05 мм падает нормально голубой свет ($\lambda = 490$ нм). Определить направление (угол дифракции) на вторую дифракционную полосу.

2. На щель шириной 0,1 мм падает нормально монохроматический свет 500 нм. Определите расстояние от экрана до собирающей линзы, которая находится вблизи щели для формирования дифракционной картины, если расстояние между первыми дифракционными минимумами по обе стороны от центрального максимума равно 1 см.

3. Монохроматический свет 500 нм падает на длинную прямоугольную щель шириной 12 мкм под углом 45° к её нормали. Определить угловое положение первых минимумов ($m = \pm 1$) расположенных по обе стороны от центрального фраунгоферова максимума.

4. Изобразить примерную дифракционную картину, возникающую при дифракции Фраунгофера от решётки из трех одинаковых щелей, если отношение периода решетки к ширине щели равно: а) двум; б) трем.

5. Свет с $\lambda = 589,0$ нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом $d = 2,5$ мкм, содержащую $N = 10\,000$ штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.

6. Какое число штрихов на единицу длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ($\lambda = 546,1$ нм) в спектре первого порядка наблюдается под углом $19^\circ 8'$?

7. Дифракционная решётка длиной 5 мм может разрешить в первом порядке две спектральные линии натрия 589,0 нм и 589,6 нм. Определите, под каким углом в спектре третьего порядка будет наблюдаться свет с длиной волны 600 нм, падающий на решётку нормально.

Задачи для самостоятельного решения

1. Свет с длиной волны $\lambda = 0,50$ мкм падает на щель ширины $b = 10$ мкм под углом $\theta_0 = 30^\circ$ к её нормали. Найти угловое положение первых минимумов, расположенных по обе стороны центрального фраунгоферова максимума.

2. Монохроматический свет падает на длинную прямоугольную щель шириной 12 мкм под углом 30° к её нормали. Определить длину волны света, если направление на первый минимум ($m=1$) от центрального френгофова максимума составляет 33° .

3. На дифракционную решетку нормально падает желтый свет ($\lambda = 570 \text{ нм}$). Угол дифракции для 5-го максимума 30° , а минимальная разность длин, разрешаемая решеткой, $\Delta\lambda = 0,2 \text{ нм}$. Определить: постоянную решетки; длину решетки.

4. Узкий пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на грань кристалла, межатомное расстояние которого $0,3 \text{ нм}$. Определить длину волны, если под углом падения 60° наблюдается дифракционный максимум 2-го порядка.

5. Расстояние между экраном и дифракционной решеткой, имеющей 125 штрихов на 1 мм, равно 2,5 м. При освещении решетки светом с длиной волны 420 нм на экране видны синие линии. Определите расстояние от центральной линии до первой линии на экране.

6. Определите число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если максимум 4-го порядка наблюдается под углом дифракции 30° монохроматического фиолетового света ($\lambda = 440 \text{ нм}$).

7. Какова ширина всего спектра первого порядка (длины волн заключены в пределах от 0,38 мкм до 0,76 мкм), полученного на экране, отстоящем на 3 м от дифракционной решетки с периодом 0,01 мм?

8. Свет падает нормально на прозрачную дифракционную решетку ширины $l = 6,5 \text{ см}$, имеющую 200 штрихов на миллиметр. Исследуемый спектр содержит спектральную линию с $\lambda = 670,8 \text{ нм}$, которая состоит из двух компонент, отличающихся на $\delta\lambda = 0,015 \text{ нм}$. Найти: а) в каком порядке спектра эти компоненты будут разрешены;

б) наименьшую разность длин волн, которую может разрешить эта решетка в области длин волн порядка 670 нм.

Занятие № 3

Тема: **Основы геометрической оптики. Законы геометрической оптики**

Вопросы

- ✓ Преломление и отражение света.
- ✓ Преломление на плоской поверхности.
- ✓ Принцип Ферма.
- ✓ Что такое зеркало. Какие есть зеркала: по форме, по напылению
- ✓ Правила построения изображений с помощью плоского зеркала.
- ✓ Характерные точки и линии сферического зеркала.
- ✓ Характерные лучи и правила построения изображений с помощью сферического зеркала.
- ✓ Формула сферического зеркала, увеличение.

Задачи для решения в аудитории

1. На краю бассейна стоит человек и наблюдает камень, лежащий на дне. Глубина бассейна равна h . На каком расстоянии от поверхности воды видно изображение камня, если луч зрения составляет с нормалью к поверхности воды угол ϑ ?

2. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной $d = 6,0 \text{ см}$. Угол падения $\vartheta = 60^\circ$. Найти величину бокового смещения луча, прошедшего через эту пластину.

3. Имеются две оптические среды с плоской границей раздела. Пусть $\vartheta_{\text{лп}}$ — предельный угол падения луча, а ϑ_1 — угол падения, при котором преломленный луч перпендикулярен к отраженному (предполагается, что луч идет из оптически более плотной среды). Найти относительный показатель преломления этих сред, если $\sin \vartheta_{\text{лп}} / \sin \vartheta_1 = \eta = 1,28$.

4. Для некоторой стеклянной призмы угол наименьшего отклонения луча равен преломляющему углу призмы. Найти преломляющий угол.

5. Солнечные лучи составляют с поверхностью земли угол 30° . Под каким углом к вертикали надо расположить плоское зеркало, чтобы с его помощью осветить дно глубокого колодца?

6. Вычислите количество изображений точечного источника света и постройте их, если источник находится между двух плоских зеркал, между которыми угол 30° .

7. Постройте изображение предмета от выпуклого зеркала, если предмет находится от вершины зеркала на расстоянии: а) меньше фокусного расстояния, б) равно фокусному расстоянию, в) больше фокусного расстояния, но меньше радиуса кривизны, г) равно радиусу кривизны, д) больше радиуса кривизны. Охарактеризуйте изображение в каждом случае.

8. Вогнутое сферическое зеркало имеет радиус кривизны $R=45$ см. Расстояние от предмета, высота которого $h=3$ см, до этого зеркала равно двум радиусам кривизны. Постройте изображение предмета и вычислите: а) положение изображения предмета, б) увеличение изображения. Какое получилось изображение: увеличенное или уменьшенное, прямое или перевёрнутое, действительное или мнимое?

Задачи для самостоятельного решения

1. На плоскопараллельную стеклянную пластину толщиной $d=5$ см падает луч света под углом $\alpha=30^\circ$. Вычислите боковое смещение s луча, прошедшего сквозь эту пластину. Показатель преломления стекла $n=1,33$.

2. Луч света выходит из стекла в воздух. Вычислите скорость света в стекле, если предельный угол полного внутреннего отражения равен 42° .

3. На стеклянную призму с преломляющим углом 55° падает луч света под углом 30° . Определить угол отклонения луча призмой, если показатель преломления стекла равен 1,5.

4. Луч света выходит из стеклянной призмы ($n = 1,5$) под тем же углом, что и падает на неё. Определить угол отклонения луча призмой, если её преломляющий угол 60° .

5. Луч света, содержащий две монохроматические составляющие, проходит через трехгранную призму с преломляющим углом $\theta = 60^\circ$. Определить угол $\Delta\alpha$ между обеими составляющими луча после призмы, если показатели преломления для них равны 1,515 и 1,520 и призма ориентирована на угол наименьшего отклонения.

6. На дне цилиндрического сосуда и высотой $H = 50$ см лежит вогнутое зеркало, имеющее радиус кривизны $R = 80$ см. Сосуд до половины заполнен водой ($n = 1,33$). Найдите фокусное расстояние получившейся оптической системы.

7. Постройте изображение точечного источника света в двух плоских зеркалах, если угол между ними равен $120^\circ, 90^\circ, 72^\circ, 60^\circ, 45^\circ$. Сколько изображений получается?

8. Построить изображение S' светящейся точки S , находящейся на главной оптической оси выпуклого зеркала, если положения оптического центра зеркала C , его полюса P и фокуса F известны.

9. Выпуклое зеркало с фокусным расстоянием $F = 0,2$ м дает мнимое изображение предмета с уменьшением $k = 1/2$. На каком расстоянии d от зеркала расположен предмет? Построить ход лучей.

Практическое занятие № 4

Тема: Основы геометрической оптики. Линзы

Вопросы

- ✓ Представление о линзах, типах линз, условных обозначениях линз.
- ✓ Характерные точки, линии и плоскости тонкой линзы.
- ✓ Характерные лучи и правила построения изображений с помощью сферического зеркала.
- ✓ Формула тонкой линзы.
- ✓ Увеличение линзы.
- ✓ Оптическая сила линзы

Задачи для решения в аудитории

1. Построить изображение светящейся точки S , которая лежит на главной оптической оси собирающей линзы.

2. Найти оптическую силу и фокусные расстояния: а) тонкой стеклянной линзы в жидкости с показателем преломления $n_0 = 1,7$, если ее оптическая сила в воздухе $\Phi_0 = -5,0$ дп; б) тонкой симметричной двояковыпуклой стеклянной линзы, с одной стороны которой находится воздух, а с другой — вода, если оптическая сила этой линзы в воздухе $\Phi_0 = +10$ дптр.

3. Тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием $f = 25$ см проецирует изображение предмета на экран, отстоящий от линзы на расстоянии $l = 5,0$ м. Экран придвинули к линзе на $\Delta l = 18$ см. На сколько следует переместить предмет, чтобы опять получить четкое изображение его на экране?

4. Необходимо изготовить плоско-выпуклую линзу с оптической силой 4 дптр. Определить радиус кривизны выпуклой поверхности линзы, если показатель преломления материала линзы равен 1,6.

5. За тонкой положительной линзой с фокусным расстоянием 15 см расположено выпуклое зеркало с фокусным расстоянием 5 см. Эта система создаёт прямое изображение предмета в натуральную величину независимо от его удаления от линзы. Определите расстояние между линзой и зеркалом.

Задачи для самостоятельного решения

1. Построить изображение светящейся точки S , которая лежит на главной оптической оси рассеивающей линзы.

2. Между предметом и экраном, положения которых неизменны, помещают тонкую собирающую линзу. Перемещением линзы находят два положения, при которых на экране образуется четкое изображение предмета. Найти поперечный размер предмета, если при одном положении линзы размер изображения $h' = 2,0$ мм, а при другом $h'' = 4,5$ мм.

3. От предмета высотой 3 см получили с помощью линзы действительное изображение высотой 18 см. Когда предмет передвинули на 6 см, то получили мнимое изображение высотой 9 см. Определите фокусное расстояние и оптическую силу линзы.

4. Двояковыпуклая линза из стекла ($n_c = 1,5$) обладает оптической силой 4 дптр. При её погружении в жидкость ($n_{ж} = 1,7$) линза действует как рассеивающая. Определить: а) оптическую силу линзы в жидкости, б) фокусное расстояние линзы в жидкости, в) положение изображения точки, находящейся на главной оптической оси на расстоянии трёх фокусов от линзы для случаев линзы в воздухе и в жидкости, построить эти изображения.

Занятия № 5

Тема: Основы квантовой оптики. Тепловое излучение

Вопросы

- ✓ Излучательная способность тела
- ✓ Закон Кирхгофа
- ✓ Представление о фотоне
- ✓ Формула Планка
- ✓ Закон Вина
- ✓ Закон Стефана-Больцмана

Задачи для решения в аудитории

1. Излучение Солнца по своему спектральному составу близко к излучению абсолютно черного тела, для которого максимум излучательной способности приходится на длину волны 0,48 мкм. Найти массу, теряемую Солнцем каждую секунду за счет излучения. Оценить время, за которое масса Солнца уменьшится на 1%.

2. Найти с помощью формулы Планка мощность излучения единицы поверхности абсолютно черного тела, приходящегося на узкий интервал длин волн $\Delta\lambda = 1,0$ нм вблизи максимума спектральной плотности излучения, при температуре тела $T = 3000$ К.

3. Температура верхних слоев Солнца равна 5,3 кК. Считая Солнце черным телом, определить длину волны λ_m , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(M_{\lambda, T})_{\max}$ Солнца.

4. Мощность P излучения шара радиусом $R=10$ см при некоторой постоянной температуре T равна 1 кВт. Найти эту температуру, считая шар серым телом с коэффициентом теплового излучения $\epsilon=0,25$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Имеется два абсолютно черных источника теплового излучения. Температура одного из них $T_1 = 2500$ К. Найти температуру другого источника, если длина волны, отвечающая

максимуму его излучательной способности, на $\Delta\lambda = 0,50$ мкм больше длины волны, соответствующей максимуму излучательной способности первого источника.

2. Найти температуру полностью ионизованной водородной плазмы плотностью $\rho = 0,10$ г/см³, при которой давление теплового излучения равно газокинетическому давлению частиц плазмы. Иметь в виду, что давление теплового излучения $p = u/3$, где u — объемная плотность энергии излучения, и что при высоких температурах вещества подчиняются уравнению состояния идеальных газов.

3. Энергетическая светимость абсолютно черного тела $M_e = 3,0$ Вт/см². Определить длину волны, отвечающую максимуму излучательной способности этого тела.

4. Вследствие изменения температуры черного тела максимум спектральной плотности ($M_{\lambda, T})_{\max}$ сместился с $\lambda_1 = 2,4$ мкм на $\lambda_2 = 0,8$ мкм. Как и во сколько раз изменились энергетическая светимость M_e тела и максимальная спектральная плотность энергетической светимости?

Занятия № 6

Тема: Основы квантовой оптики. Фотоэффект

Вопросы

- ✓ Экспериментальное определение постоянной Планка
- ✓ Законы фотоэффекта
- ✓ Уравнение Эйнштейна для однофотонного фотоэффекта

Задачи для решения в аудитории

1. Определить красную границу фотоэффекта для цинка и максимальную скорость фотоэлектронов, вырываемых с его поверхности электромагнитным излучением с длиной волны 250 нм.

2. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн $\lambda_1 = 0,35$ мкм и $\lambda_2 = 0,54$ мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в $\eta = 2,0$ раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.

3. До какого максимального потенциала зарядится удаленный от других тел медный шарик при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны $\lambda = 140$ нм?

4. На поверхность лития падает монохроматический свет ($\lambda = 310$ нм). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов U не менее 1,7 В. Определить работу выхода A .

Задачи для самостоятельного решения

1. Определить длину волны λ ультрафиолетового излучения, падающего на поверхность некоторого металла, при максимальной скорости фотоэлектронов, равной 10 Мм/с. Работой выхода электронов из металла пренебречь.

2. Как изменяется при увеличении интенсивности света и частоты вольт-амперная характеристика вакуумного фотоэлемента?

3. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если на поверхность серебра направить ультрафиолетовое излучение с длиной волны $\lambda = 300$ нм?

Лабораторные занятия

3 семестр

Лабораторная работа Проверка закона Гука и измерение модуля Юнга (4 часа)

Цели работы:

1. Проверка выполнимости закона Гука для упругой деформации растяжения.
2. Измерение модуля Юнга материала заданного образца.
3. Приобретение навыка графического представления экспериментальных данных и использования графика при обработке результатов.

Приборы и принадлежности: проволока, гири, индикатор часового типа, микрометр, лист миллиметровой бумаги, прозрачная линейка.

Контрольные вопросы:

- Что называется абсолютной деформацией, относительной деформацией?

- В чем заключается закон Гука?
- Каков физический смысл модуля Юнга?
- Что называется пределом упругости?
- Подтверждается ли ваш эксперимент справедливость закона Гука?
- Что такое нормальное напряжение?

Лабораторная работа **Измерение скорости пули методом баллистического маятника (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучение физических основ метода баллистического маятника.
2. Нахождение скорости пули методом баллистического маятника.
3. Приобретение навыка измерения массы аналитическими весами.
4. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: стационарная установка с баллистическим маятником, отсчетным устройством и пневматической винтовкой; пуля для стрельбы из пневматической винтовки; электронные весы; секундомер.

Контрольные вопросы:

- Как и для чего проводится настройка экспериментальной установки перед выстрелом?
- Дайте обоснование всем оценкам погрешностей прямых измерений.
- Как оценивалась погрешность найденного значения скорости?
- Какова надежность найденного доверительного интервала? Можно ли утверждать, что с указанной вами вероятностью при новом выстреле скорость пули попадет в найденный доверительный интервал?
- В большую или меньшую сторону исказился бы результат вычисления скорости пули, если бы она не застряла в пластилине, отскочила?
- Одна из двух одинаковых пуль отклоняет баллистический маятник на угол в два раза больший, чем другая. Сравните скорости этих пуль.

Лабораторная работа **Проверка основного закона вращательного движения (на маятнике Обербека) (4 часа)**

Цели работы:

1. Экспериментально определить момент силы и угловое ускорение маятника, проверить основной закон вращательного движения.
2. Приобретение навыка измерения времени счётчиком-секундомером.
3. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: крестообразный маятник, набор грузов, счётчик-секундомер, штангенциркуль, масштабная сантиметровая линейка.

Контрольные вопросы:

- Сформулировать основной закон динамики вращательного движения.
- Что такое момент инерции? Что он характеризует?
- Что такое момент силы относительно оси вращения? Как его можно определить?
- Что такое угловое ускорение и как оно определяется в работе? Куда оно направлено?
- Почему можно считать, что $a = a_t$?
- Вывести формулу $M = m(g - a)r$.
- Сформулируйте теорему Штейнера. Где в работе она используется?
- Поясните с помощью чертежа и теоремы Штейнера как можно рассчитать момент инерции маховика.
- Как по графику определить момент инерции маховика?
- Какие факты являются подтверждением того, что проверяемый закон справедлив?

- В формулах $a_1 = 2h/t^2$ и $\varepsilon = a_2/r$ встречаются ускорения a_1 и a_2 . О каких ускорениях идёт речь в этих формулах? Что необходимо соблюдать, чтобы в этой работе было $a_1 = a_2$?
- Как изменятся M , r , a , t , I если нить намотать на шкив меньшего радиуса?

Лабораторная работа **Измерение моментов инерции твердых тел и помощью трифилярного подвеса и проверка теоремы Штейнера (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучение крутильных колебаний трифилярного подвеса.
2. Измерение момента инерции тела, помещенного на платформу трифилярного подвеса.
3. Экспериментальная проверка теоремы Штейнера.
4. Отработка навыка использования графического метода.
5. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: трифилярный подвес в сборе; грузик (твёрдое тело симметричной формы); аналитические весы, металлическая линейка; штангенциркуль; секундомер; длинная линейка или рулетка.

Контрольные вопросы:

- Что такое момент инерции тела? Что он характеризует?
- Какие динамические уравнения определяют движение твердого тела?
- Расскажите об осевом моменте силы.
- Как находится момент инерции однородных тел геометрически правильной формы?
- Расскажите о теореме Штейнера.
- Какие преобразования энергии сопровождают крутильные колебания трифилярного подвеса?
- Какие величины следует непосредственно измерить, чтобы найти момент инерции тела методом крутильных колебаний трифилярного подвеса?
- Расскажите, как оценивались погрешности при прямых измерениях.
- Как оценивались погрешности величин I_0 и I_T ?
- Расскажите о качественной проверке теоремы Штейнера.
- Расскажите о количественной проверке теоремы Штейнера.

Лабораторная работа **Определение коэффициента упругости пружины (4 часа)**

Цель работы:

1. Определение коэффициент упругости пружины статическим методом
2. Определение коэффициент упругости пружины динамическим методом.
3. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: пружина на кронштейне, набор грузов, секундомер, линейка.

Контрольные вопросы:

- Сформулируйте закон Гука для деформации сжатия или растяжения пружины.
- Каков физический смысл коэффициента упругости (коэффициента жесткости) “k”?
- Какие колебания называются гармоническими? При каких условиях груз на пружине будет совершать гармонические колебания.
- Что называется периодом колебаний? частотой? фазой колебаний?
- Результаты оформите аналогично предыдущему заданию.
- Выведите уравнение движения пружинного маятника при отсутствии сил сопротивления.
- От чего зависит период колебаний пружинного маятника

Лабораторная работа **Изучение свободных колебаний пружинного маятника (4 часа)**

Цели работы:

1. Убедиться в затухающем характере свободных колебаний пружинного маятника.

2. Определить коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, коэффициент сопротивления среды, добротность и время релаксации пружинного маятника.

3. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: пружинный маятник, отсчётное устройство (линейка), сосуд с водой, секундомер.

Контрольные вопросы:

- Дайте определение свободных колебаний.
- Какие колебания называются собственными?
- Какие колебания называются гармоническими? Запишите уравнение гармонических колебаний.
- Какие условия должны выполняться, чтобы в системе возникли гармонические колебания?
- Какие колебания называются затухающими? Выведите уравнение затухающих колебаний.
- Что называют коэффициентом затухания?
- Что называют логарифмическим коэффициентом затухания?

Лабораторная работа **Исследование законов колебаний физического маятника (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучить законы колебаний физического маятника.
2. Определить период колебаний физического маятника.
3. Отработка навыка проведения косвенных измерений и оценка их погрешностей.

Приборы и принадлежности: секундомер, метровая линейка, стержень с дисками, шарик на нити.

Контрольные вопросы:

- Дайте определение физического маятника.
- Получите уравнение движения физического маятника. Как направлен вектор углового перемещения $\vec{\alpha}$, если маятник движется от положения равновесия? Как направлен при этом вектор $\vec{M}$ момента силы тяжести?
- Выведите формулу (7.6). При каких условиях она справедлива?
- От чего и как зависит период колебаний физического маятника? Что называют центром качаний физического маятника?
- Приведите примеры колебаний в природе и технике.

Лабораторная работа **Определение моментов инерции твердых тел методом колебаний (4 часа)**

Цели работы:

1. Экспериментально определить момент инерции твердого тела правильной геометрической формы.
2. Закрепить навыки обработки результатов эксперимента

Приборы и принадлежности: маховик с грузом, штангенциркуль, металлическая линейка, секундомер.

Контрольные вопросы:

1. Какое свойство тела выражает момент инерции и как он вычисляется для материальной точки и системы материальных точек? В каких единицах он измеряется в СИ?
2. Сформулируйте теорему Штейнера. Как она используется в данной работе?
3. Объясните, из каких соображений в данной работе выбирается число значащих цифр после запятой при округлении результатов вычислений.
4. В чём заключается физический принцип определения момента инерции методом колебаний?

$$a = l - \frac{D_1 + D_2}{2}$$

5. Поясните на чертеже смысл формулы
6. Пояснить смысл формулы (11.9). Что такое центр масс?
7. Изменится ли конечный результат, если маховик сделать из другого материала?
8. Как изменятся величины в расчетной формуле, если цилиндрический груз прикрепить выше прежнего положения?

4 семестр

Лабораторная работа **Измерение эффективного диаметра и средней длины свободного пробега молекул газа (4 часа)**

Цели работы:

1. Вычислить значения эффективного диаметра и средней длины свободного пробега молекул воздуха.
2. Изучить метод вычисления этих величин, основанный на использовании явления вязкости среды.
3. Приобрести навыки работы с термометром, барометром и жидкостным манометром.
4. Закрепить навыки работы с электронными весами и секундомером.
5. Закрепить навыки обработки результата косвенного вычисления в случае проведения опытов при одинаковых условиях.

Приборы и принадлежности: термометр, барометр, жидкостный манометр, электронные весы, секундомер, сосуд с капилляром, две стеклянные колбы.

Контрольные вопросы:

- Что такое эффективный диаметр молекулы? От чего зависит его значение? Каково значение d по порядку величины? Чему равно справочные значения эффективного диаметра молекул азота и кислорода?
- Что такое средняя длина свободного пробега молекулы? От чего зависит ее значение? Оцените значение λ молекул азота и кислорода при нормальных условиях.
- Какая величина – η или d – больше и во сколько раз?
- Постройте графики зависимости $\eta(T)$ в случаях, когда с определенной массой газа осуществляется процесс: а) изохорный, б) изобарный, в) изотермический. (Учесть область технического вакуума).
- Чем объясняется различная зависимость $\eta(T)$ в состояниях технического вакуума и далекого от него (т. е. при $p > p_{\text{вак}}$)?
- Опишите явления вязкости газа. Что называют коэффициентом вязкости? Каков его физический смысл? В каких единицах он измеряется в СИ?
- Что произойдет с λ молекул воздуха, если: а) его вязкость увеличится; б) повысится температура; в) понизится влажность воздуха?
- Опишите метод, используемый в данной работе для вычисления значений λ и d (с выводом расчетных формул).
- Почему в этой работе струя воды превращается в капли?

Лабораторная работа **Измерение адиабатической постоянной газа (4 часа)**

Цели работы:

1. Получить представление об адиабатическом процессе.
2. Вычислить значение адиабатической постоянной воздуха.
3. Сформировать представление о теплоемкости газа с точки зрения классической теории теплоемкости.
4. Изучить метод Клемана-Дезорма.
5. Приобрести навыки обработки результатов косвенного измерения при проведении опытов в различных начальных условиях.

Приборы и принадлежности: жидкостный манометр, ручной насос, большой стеклянный сосуд с пробкой и влагопоглотителем, соединительные трубки с вентилями.

Контрольные вопросы:

- Сформулируйте первое начало термодинамики. Что характеризуют величины Q и A : состояние системы или совершаемый ею процесс? Можно ли говорить об "изменении" этих величин?
- Что такое адиабатический процесс и каковы его особенности по сравнению с изопроцессами? Примените первое начало термодинамики к адиабатическому процессу.
- Выведите дифференциальное уравнение для адиабатического процесса и найдите его решение.
- Какие параметры состояния системы изменяют при адиабатическом процессе? Какими уравнения описывается взаимосвязь между изменяющимися параметрами? Вывести уравнения Пуассона в различных переменных.
- Что называют адиабатической постоянной? Какие теоретические значения принимает эта величина в случаях газа: а) одноатомных молекул; б) двухатомных молекул; в) трех- и многоатомных молекул?
- Из какого типа молекул состоит воздух (в процентном содержании) и какие значения γ ожидаете получить в данной работе? Как изменилось бы значение γ если молекулы воздуха начнут диссоциировать?
- Что такое теплоемкость? Каков физический смысл этой величины? В каких единицах СИ измеряется молярная теплоемкость (удельная теплоемкость)? Что характеризует теплоемкость: состояние системы или совершаемый ею процесс?
- Найдите значения молярных изобарной и изохорной теплоемкостей идеального газа, состоящего из: а) одноатомных молекул; б) двухатомных молекул; в) трех- и многоатомных молекул? Зависит ли теплоемкость от температуры согласно классической теории и в реальной ситуации?
- Опишите метод Клемана-Дезорма, используя (p,V) -диаграмму. Как технологически осуществить те процессы, которые должен совершать воздух.
- Выведите расчётную формулу, применяя (p,V) -диаграмму.

Лабораторная работа Изучение явления теплового объёмного расширения жидкости (2 часа)

Цели работы:

1. Выяснить механизм теплового объёмного расширения воды и масла.
2. Экспериментально получить температурную зависимость коэффициента теплового объёмного расширения воды и масла, построить графики этих зависимостей.
3. Найти числовые значения этих коэффициентов.
4. Закрепить навыки построения и использования графиков при обработке результатов.

Приборы и принадлежности: две одинаковые установки с разными жидкостями (водой и техническим маслом), нагреватель (электроплитка), барометр, два листа миллиметровой бумаги, прозрачная линейка.

Контрольные вопросы:

- Опишите строение жидкости. С чем их сходство и различие по сравнению с газами и кристаллическими телами? Что такое энергия активации молекулы жидкости?
- Каков механизм теплового расширения жидкости? Что такое коэффициент теплового объёмного расширения? В чем состоит физический смысл той величины? Зависит ли значение β от внешнего (атмосферного) давления?
- Объясните причину различия теплового расширения ассоциированных и простых жидкостей. Как различие между этими типами жидкостей влияет на величину β ?
- Приведите примеры проявления и использования теплового расширения жидкости в быту и производстве.
- Каковы правила построения графиков?
- Как построить график линейной зависимости методом натянутой нити?

- Как в этом случае метода натянутой нити можно вычислить случайную погрешность углового коэффициента зависимости?

Лабораторная работа **Определение удельной теплоты кристаллизации металла (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучить явления плавления и кристаллизации.
2. Ознакомиться с методом измерения температур с помощью термопары.
3. Вычислить значение удельной теплоты кристаллизации олова.
3. Изучить метод охлаждения с использованием термопары для вычисления скрытой теплоты фазового перехода первого рода.
4. Приобрести навыки работы с многопредельным вольтамперметром.
5. Закрепить навыки графического представления результатов измерений и использования графиков.

Приборы и принадлежности: исследуемое вещество (олово) в сосуде, штатив с держателем, нагреватель (электроплитка), термопара, милливольт амперметр, соединительные провода, секундомер, график градуировки термопары, лист миллиметровой бумаги размером 20х25 см, прозрачная линейка.

Контрольные вопросы:

- В чем различие фазовых переходов первого и второго рода? Приведите примеры таких переходов.
- Используя цикл Карно, выведите уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Зная табличное значение скрытой теплоты кристаллизации воды и значение разности удельных объемов воды и льда при 0 °С, найти на сколько понизится точка кристаллизации воды при увеличении давления на одну атмосферу.
- Изобразите на фазовой диаграмме кривые равновесия твердой и жидкой фаз, жидкой и газообразной фаз, а также тройную точку и критическую точку.
- В чем заключается сущность метода охлаждения для измерения удельной теплоты кристаллизации?

Лабораторная работа **Измерение скорости испарения жидкости и изменения её энтропии при этом процессе (4 часа)**

Цели работы:

1. Измерить скорость испарения этилового спирта и воды.
2. Вычислить изменение энтропии некоторой массы жидкости при переходе ее в пар.
3. Закрепить навыки обработки результата косвенного вычисления в случае проведения опытов при одинаковых условиях.

Приборы и принадлежности: электронные весы, этиловый спирт, дистиллированная вода, невысокий цилиндрический сосуд, термометр, штангенциркуль, секундомер.

Контрольные вопросы:

- Что называется фазой вещества?
- Как истолковать процесс испарения с точки зрения молекулярно-кинетической теории?
- Почему жидкости при испарении охлаждаются, а при кипении их температура не изменяется?
- В каком случае удельная теплота q испарения (или конденсации) равна нулю?
- Какая величина характеризует интенсивность испарения?
- 6. Почему увеличивается скорость испарения жидкости, если: жидкость нагреть; увеличить площадь ее поверхности; уменьшить внешнее давление?
- Что называется энтропией?
- Объясните физический смысл энтропии.

Лабораторная работа **Изучение явления теплового расширения твёрдых тел (2 часа)**

Цели работы:

1. Изучить явление теплового расширения твёрдых тел.

2. Вычислить среднее значение коэффициента линейного расширения латуни.
3. Экспериментально проверить зависимость удлинения металлической трубки при нагревании от её первоначальной длины.
4. Закрепить навык графического представления экспериментальных данных и использования графика для вычисления и обработки результатов измерений.
5. Закрепить навык обработки результатов методом наименьших квадратов.

Приборы и принадлежности: металлические трубки, резиновые шланги, подставка со шкалой, кювета, колба, электроплитка, индикатор часового типа, барометр, термометр, лист миллиметровой бумаги, прозрачная линейка.

Контрольные вопросы:

- Что называется коэффициентом линейного и объемного теплового расширения? Каков их физический смысл? В каких единицах измеряются их значения?
- Какова связь между величинами α и β ? Вывести формулу, выражающую эту связь. Каково значение α и β по порядку величины? Каковы табличные значения α для стали и латуни?
- Изобразите графики зависимостей от расстояния между частицами: силы притяжения; силы отталкивания; результирующей силы взаимодействия; энергии притяжения; энергии отталкивания; энергии взаимодействия. Что называется: потенциальной кривой, потенциальной ямой?
- Объясните механизм явления теплового расширения.
- Приведите примеры проявления и использования теплового расширения в быту и технике. Всегда ли при нагревании тел их размеры увеличиваются?
- В чем состоят первая и вторая части выполнения данной лабораторной работы? Опишите методы натянутой нити и наименьших квадратов для вычисления углового коэффициента a .
- Выведите расчетную формулу для вычисления значения α .
- Сформулируйте правила округления результатов косвенных измерений при различных математических операциях, а также правила считывания показаний индикатора, термометра, барометра.

Лабораторная работа **Определение влажности воздуха и точки росы (4 часа)**

Цели работы:

1. Измерить влажность воздуха.
2. Определить точку росы.
3. Приобрести навыки работы с гигрометром и психрометром.
4. Приобрести навыки использования психрометрической таблицы и таблицы давления (плотности) насыщенного пара.
5. Закрепить навыки обработки результатов при проведении эксперимента в одинаковых условиях.

Приборы и принадлежности: психрометр Ассмана (аспирационный), психрометр Августа, волосной гигрометр, гигрометр конденсационный.

Контрольные вопросы:

- Что такое ненасыщенный и насыщенный пар? Как зависит давление насыщенного пара от объема и от температуры? Объясните эти зависимости.
- Изобразите в координатах (V , p) изотермы реального газа при разных температурах. Объясните их. Укажите на диаграмме области: однофазные состояния "пар" (газообразное состояние) и "жидкость", двухфазное состояние "пар – жидкость".
- Что такое критическое состояние, критические параметры? От чего зависят значения критических давления, объема, температуры?
- Что такое "точка росы" и как ее определить?
- Что называют абсолютной и относительной влажностью?

- Опишите устройство психрометра.
- Опишите устройство гигрометра.
- Опишите суть психрометрического метода измерения влажности воздуха.
- Что такое постоянная психрометра и как ее найти?
- Где применяются психрометры и гигрометры?

Лабораторная работа **Измерение удельной теплоты парообразования при температуре кипения жидкости (2 часа)**

Цели работы:

1. Изучить явления парообразования (испарение и кипение) и конденсации.
2. Вычислить значение удельной теплоты парообразования воды при температуре ее кипения.
3. Изучить калориметрический метод измерения скрытой теплоты фазового перехода первого рода.
4. Закрепить навыки обработки результатов при проведении эксперимента в различных условиях.

Приборы и принадлежности: колба с кипятильником, калориметр, небольшой сосуд, термометр, барометр, электронные весы.

Контрольные вопросы:

- Что называется скрытой теплотой фазового перехода?
- Почему скрытая теплота парообразования зависит от температуры? Каково табличное значение q для воды при $T_{\text{кип}}$?
- Чем отличается процесс поверхностного испарения жидкости от ее кипения? Опишите механизм этих процессов.
- При каком условии начинается процесс кипения?
- В чем состоит метод измерения удельной скрытой теплоты парообразования в данной лабораторной работе?
- Опишите устройство калориметра и правила пользования термометром, барометром и техническими весами.

Лабораторная работа **Измерение коэффициента вязкости жидкости (2 часа)**

Цели работы:

1. Изучить явление вязкости жидкости.
2. Вычислить значение коэффициента вязкости глицерина и спирта.
3. Изучить метод Стокса и метод с использованием капиллярного вискозиметра.
4. Закрепить навыки работы со штангенциркулем, микрометром и секундомером.
5. Закрепить навыки обработки результатов.

Приборы и принадлежности:

- по методу Стокса: стеклянный цилиндрический сосуд с глицерином, свинцовые и стальные шарики, микрометр, секундомер, штангенциркуль, миллиметровая линейка;
- по методу с использованием вискозиметра: капиллярный вискозиметр, секундомер, флакон с водой, флакон со спиртом, флакон с водой для промывания вискозиметра, мензурка, воронка, насос («груша»), трубка.

Контрольные вопросы:

По методу Стокса:

- Опишите явление вязкости жидкости.
- Что называют коэффициентом вязкости? В каких единицах измеряется его значение? Каков порядок величины коэффициента вязкости жидкостей? Сравните его с порядком коэффициента вязкости газов.

- Чему равен коэффициент вязкости при комнатных условиях: а) для чистого глицерина; б) для дистиллированной воды?
- Какова зависимость коэффициента вязкости от температуры в случае: а) жидкостей, б) газов? Объясните эти зависимости.
- Какие силы действуют на шарик при его движении в глицерине? Запишите уравнение движения шарика в векторной форме в проекциях на ось, вдоль которой происходит движение.
- Каков характер движения шарика: а) от поверхности глицерина до верхней метки на сосуде, б) от верхней метки до нижней метки, в) от нижней метки до дна сосуда?
- Как вычислить коэффициент вязкости по методу Стокса (вывести расчетную формулу)?
- Изменится ли значение коэффициента вязкости глицерина, если вместо стального шарика использовать свинцовый?

По методу с использованием вискозимера:

- От каких величин зависит объем жидкости, протекающей через капиллярную трубку?
- Каким образом вычисляется значение коэффициента вязкости жидкости с помощью капиллярного вискозиметра?
- Какая из жидкостей более вязкая: вода или спирт? Каковы справочные значения коэффициентов вязкости этих жидкостей при нормальных условиях (или близких к ним)?
- Какой из методов - метод Стокса или метод капиллярного вискозиметра - даст меньшую ошибку вычисления коэффициента вязкости в процентном выражении?

Лабораторная работа Исследование температурной зависимости коэффициента вязкости жидкости (2 часа)

Цели работы:

1. Методом капиллярного вискозиметра экспериментально получить зависимость коэффициента вязкости глицерина от температуры.
2. Вычислить энергию активации молекул глицерина.
3. Закрепить навыки обработки результатов при проведении опытов в разных условиях.

Приборы и принадлежности: вискозиметр с глицерином в термостате, нагреватель, секундомер, два листа миллиметровой бумаги, прозрачная линейка.

Контрольные вопросы:

- Какова физическая сущность явления вязкости в жидкостях?
- Какой физический смысл имеет коэффициент вязкости? В каких единицах измеряется значение коэффициента вязкости?
- Как объяснить зависимость коэффициента вязкости жидкостей от температуры? В чем различие температурных зависимостей коэффициентов вязкости жидкостей и газов?
- В чем состоит метод: натянутой нити; наименьших квадратов?
- Опишите работу вискозиметра и правила пользования секундомером.

Лабораторная работа № Изучение явления теплопроводности твёрдых тел (2 часа)

Цели работы:

1. Сформировать представление о теплопроводности.
2. Сформировать представление о температурном поле.
3. Изучить закон Фурье.
4. Изучить калориметрический метод определения коэффициента теплопроводности вещества.
5. Вычислить коэффициент теплопроводности сплава (латуни).
6. Закрепить навыки пользования барометром, термометром, секундомером.
7. Закрепить навыки обработки результатов измерений при проведении опытов в одних и тех же условиях.

Приборы и принадлежности: калориметрический стакан со сплавом, стаканчики со льдом, уплотнитель для льда, штатив, электроплитка, колба с трубкой, широкий сосуд для талой воды, барометр, термометр, секундомер, электронные весы, стаканчик.

Контрольные вопросы:

- Что такое теплопроводность? Опишите механизмы теплопроводности твердых тел.
- Что такое температурное поле; изотермические поверхности; градиент температуры? В каких единицах измеряется градиент температуры в СИ?
- Какие виды температурных полей различают? Какое температурное поле требуется создать в латунном цилиндре в данной работе?
- Имеется стержень длиной 6 м с градиентом температуры 600 К/м. Найти разность температур: между серединой стержня и его концом; между концами стержня.
- Что называется тепловым потоком; плотностью теплового потока? В каких единицах (в СИ) они измеряются? Каков физический смысл плотности теплового потока? Как направлены векторы плотности теплового потока и градиента температуры?
- Сформулируйте закон Фурье; напишите уравнение Фурье. Что означает знак "-" в уравнении Фурье?
- Дайте определение коэффициента теплопроводности и объясните его физический смысл. Что представляет собой коэффициент решеточной теплопроводности с точки зрения строения твердого тела?
- Опишите суть калориметрического метода измерения теплопроводности латуни в данной работе. Каким образом обеспечивается стационарность и одномерность температурного поля?
- Выведите расчётную формулу для вычисления экспериментального значения коэффициента теплопроводности.
- Каково табличное значение коэффициента теплопроводности латуни? Почему оно задано в виде интервала значений?

5 семестр

Лабораторная работа **Экспериментальное изучение обобщенного закона Ома (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучить зависимость между током и разностью потенциалов на участке цепи.
2. Определить электродвижущей силы источника тока и сопротивления участка цепи..
3. Приобрести навыки работы с многопредельными вольтметром и амперметром.
4. Закрепить навыки применения графического метода при обработке результатов.

Приборы и принадлежности: аккумулятор, вольтметр, миллиамперметр, резисторы, ключ, переключатель, регулируемый источник тока, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

- Сформулируйте обобщенный закон Ома для участка цепи, для замкнутой неразветвленной цепи. Каковы правила знаков при записи уравнений, выражающих эти законы?
- При каких условиях в цепи будет существовать постоянный электрический ток? Какова роль источника тока в цепи?
- Какие силы называются сторонними? Приведите примеры сторонних сил.
- В чем существенное различие понятий: разность потенциалов, ЭДС источника и напряжение (или падение напряжения) на участке цепи?
- Объясните физический смысл точек пересечения графика зависимости с осями координат.
- Почему графики для одного сопротивления, но разных полярностей подключения источника ЭДС оказываются параллельными друг другу?
- В чем состоит метод наименьших квадратов для проведения наилучшей прямой по экспериментальным точкам

Лабораторная работа **Исследование зависимости полной мощности, полезной мощности и к.п.д. источника от нагрузки (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучение зависимости полной мощности, полезной мощности и коэффициента полезного действия (КПД) источника от тока (сопротивления) нагрузки.
2. Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника.
3. Приобрести навыки работы с многопредельными вольтметром и амперметром.
4. Закрепить навыки применения графического метода при обработке результатов.

Приборы и принадлежности: исследуемый источник, вольтметр, амперметр, магазин сопротивлений, ключ, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

- Какую роль в электрической цепи играет источник тока?
- Что такое ЭДС и внутреннее сопротивление источника?
- Какой наибольший ток может дать источник?
- Что называется полной мощностью, полезной мощностью, мощностью потерь и КПД источника?
- Как зависит полная мощность, полезная мощность и КПД источника от тока нагрузки?
- Как обеспечить наибольшую полезную мощность источника? Каков при этом КПД источника?
- Когда КПД источника достигает максимального значения?
- Где на практике применяются режим согласованной нагрузки и режим с наибольшим возможным КПД?
- Как зависит полезная мощность, полная мощность, КПД источника и напряжение на его зажимах от сопротивления нагрузки? Постройте графики для этих зависимостей.

Лабораторная работа **Определение ёмкости конденсатора посредством баллистического гальванометра (4 часа)**

Цели работы:

1. Ознакомится с баллистическим методом определения ёмкости конденсатора.
2. Экспериментально проверить законы параллельного и последовательного соединения конденсаторов.
3. Приобрести навык работы с баллистическим гальванометром.
4. Закрепить навыки обработки результатов, полученных в одинаковых условиях.

Приборы и принадлежности: баллистический гальванометр, источник тока, магазин емкостей, два конденсатора неизвестной емкости на колодках, ключ, переключатель, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

- Что такое конденсатор? Какие бывают конденсаторы?
- Что называется емкостью конденсатора? В чем она измеряется?
- Напишите формулу емкости плоского конденсатора.
- Какую роль играет диэлектрик в конденсаторе?
- Для чего нужны конденсаторы? Где они используются?
- Как ведут себя заряды, напряжения и емкости батарей при параллельном и последовательном соединении конденсаторов?
- Какой наибольший заряд можно поместить на пластины конденсатора? Что нужно знать для ответа на этот вопрос?
- Почему напряжение на пластинах заряженного конденсатора нельзя просто измерить с помощью обычного вольтметра?
- На чем основан используемый в данной работе метод измерения емкости конденсатора?
- Изобразите наибольшее возможное число различных способов соединения четырех одинаковых конденсаторов.

- Имеются три одинаковых конденсатора. Как их нужно соединить, чтобы: а) заряд на обкладках батареи был наибольшим; б) напряжение на батарее было наибольшим?
- Каким образом можно повысить точность измерения емкости конденсатора работе?
- Чем определяются предельные значения емкостей конденсаторов (наибольшее и наименьшее), которые могут быть измерены на данной установке? Можно ли расширить эти пределы?
- Укажите названия и назначения отдельных элементов схемы.
- Как изменится емкость плоского воздушного конденсатора, если его геометрические размеры увеличить в 10 раз?
- Два одинаковых конденсатора соединены последовательно. Как изменится емкость этой батареи, если расстояние между пластинами одного конденсатора в два раза увеличить, а расстояние между пластинами другого конденсатора в два раза уменьшить?
- Почему конденсаторы не используются в качестве источника энергии в автомобилях?

Лабораторная работа **Измерение сопротивления при помощи моста Уитстона (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучить метод определения сопротивления резистора с помощью моста Уитстона.
2. Проверить правила последовательного и параллельного соединения резисторов.
3. Определить удельное сопротивление проволоки.
4. Закрепить навыки работы с электроизмерительными приборами.
5. Закрепить навыки обработки результатов, полученных в одинаковых условиях опыта.

Приборы и принадлежности: магазин сопротивлений, нуль-гальванометр, реохорд с подвижным контактом, источник постоянного тока), ключ, соединительные сопротивления, набор измеряемых сопротивлений, магазин сопротивлений, декада сопротивлений, микрометр, линейка.

Контрольные вопросы:

- Дайте определение электрического тока. Чему равна сила и плотность тока?
- Расскажите об устройстве и принципе работы моста постоянного тока.
- Сформулировать правила Кирхгофа и условия их применения.
- Что такое «баланс моста»? Вывести расчетную формулу для определения сопротивления с помощью моста Уитстона.
- Выведите расчетную формулу для определения результирующего сопротивления при последовательном соединении трех сопротивлений.
- Выведите расчетную формулу для определения результирующего сопротивления при параллельном соединении четырех сопротивлений.

Лабораторная работа **Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли (4 часа)**

Цели работы:

1. Экспериментально определить горизонтальную составляющую индукции магнитного поля Земли.
2. Познакомиться с методом определения вектора индукции магнитного поля Земли с использованием тангенс-гальванометра.
3. Приобрести навыки работы с тангенс-гальванометром.
4. Закрепить навыки обработки результатов, полученных в разных условиях.

Приборы и принадлежности: тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, двойной переключатель, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

- При каких условиях в пространстве существует магнитное поле? Как его можно обнаружить?
- Что называется индукцией магнитного поля ? Напряженностью магнитного поля ? В каких единицах они измеряются?

- Как проводятся линий индукции магнитного поля? Нарисуйте линии индукции прямолинейного тока, кругового тока, соленоида.
- В чем суть метода определения горизонтальной составляющей магнитного поля Земли?
- Сравните полученные в эксперименте значения B и H с встречающимися в природе и в технике.
- При каких условиях магнитное поле Земли может изменяться? Влияет ли магнитное поле Земли и его изменения на растения, животных, человека?

Лабораторная работа **Определение кривой намагничивания железа по методу Столетова (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучить явление магнитного гистерезиса.
2. Построить кривую намагничивания железа.
3. Построить график зависимости магнитной проницаемости железа от напряжённости МП.
4. Закрепить навык работы с баллистическим гальванометром.
5. Закрепить навык обработки результатов измерений при разных условиях опыта.

Приборы и принадлежности: баллистический гальванометр, амперметры, железный тороид с двумя обмотками, источник тока, магазин сопротивлений, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

- Укажите физический смысл векторов индукции и напряженности магнитного поля.
- Опишите связь векторов индукции, напряженности и намагничивания.
- Опишите метод изменения магнитного поля с помощью баллистического гальванометра.
- Как классифицируются магнетики по своим свойствам?
- В чем состоит явление магнитного гистерезиса? Как оно используется?
- В чем состоит явление электромагнитной индукции?

Лабораторная работа № **Изучение последовательной цепи переменного тока (4 часа)**

Цели работы:

1. Изучение законов последовательной цепи переменного тока, состоящей из активного сопротивления, конденсатора и катушки индуктивности.
2. Исследование участка цепи переменного тока с различными значениями активного сопротивления, ёмкости и индуктивности.
3. Приобрести навык работы с ваттметром.
4. Закрепить навыки работы с многопредельными электроизмерительными приборами.

Приборы и принадлежности: источник переменного тока (220 В, 50 Гц), автотрансформатор (ЛАТР), амперметр, вольтметр, ваттметр, электрическая лампа (активное сопротивление), дроссель (катушка индуктивности с замкнутым ферромагнитным сердечником), конденсатор, ключи, соединительные провода.

Контрольные вопросы:

- Что называют переменным током?
- Запишите уравнения, которые определяют колебания силы тока и напряжения в цепи переменного тока.
- Что называют мгновенным значением силы тока и напряжения? амплитудным и действующим значениями? Как связаны между собою амплитудное и действующее значение силы тока, напряжения?
- Как записывается закон Ома для последовательной цепи переменного тока?
- Что называют активным, емкостным и индуктивным сопротивлениями цепи переменного тока?
- Как найти полное сопротивление цепи переменного тока?
- Как определить мощность, выделяющуюся на участке цепи переменного тока?

- Почему $\cos(\varphi)$ называют коэффициентом мощности? Зачем и как на практике стремятся к его повышению?
- Расскажите, как в данной лабораторной работе определялись полное, активное и реактивное сопротивления цепи переменного тока, а также сдвиг фаз между током и напряжением.
- Расскажите, как в данной лабораторной работе определялись индуктивность и активное сопротивление катушки, а также емкость конденсатора.
- Объясните результаты, полученные в лабораторной работе для различных участков цепи переменного тока.

Лабораторная работа **Градуировка термопары и определение её термоЭДС (4 часа)**

Цели работы:

1. Построить кривую градуировки термопары в диапазоне температур от температур от 0°С до 100 °С.
2. Определить ЭДС термопары.
3. Закрепить навыки работы с термометром и многопредельными электроизмерительными приборами.
4. Закрепить навыки обработки результатов измерений при разных условиях опыта.

Приборы и принадлежности: термопара константан-железо, теплоизолированный сосуд со льдом, колба с дистиллированной водой, электроплитка, термометр, милливольтметр, магазин сопротивлений, штатив, соединительные провода, лист миллиметровой бумаги, линейка.

Контрольные вопросы:

- Какие существуют термоэлектрические явления?
- В чем заключается явление эффекта Зеебека?
- В чем заключается явление эффекта Пельтье?
- В чем заключается явление эффекта Томсона?
- Каковы закономерности возникновения и величины термоЭДС?
- Какие основные термопары используются для измерения температуры в различных диапазонах?
- От чего зависит знак термоЭДС?

6 семестр

Лабораторная работа **Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона (2 часа)**

Цели работы:

1. Наблюдение интерференционных полос равной толщины в виде колец Ньютона.
2. Определение радиуса кривизны стеклянной линзы.
3. Приобретение навыков работы с микроскопом.
4. Закрепить навыки обработки результатов измерений при разных условиях опыта.

Приборы и принадлежности: микроскоп, источник света, светофильтр, объективный микрометр, плосковыпуклая линза и плоскопараллельная пластинка.

Контрольные вопросы:

- Что такое интерференция?
- Что называют интерференционной картиной?
- Какие существуют методы получения интерференционных картин?
- Какие существуют схемы (помимо применения лазера) получения интерференционной картины?
- Изобразите ход лучей в схеме «кольца Ньютона». Какие лучи когерентны и почему?
- Для чего в этой схеме нужна плоско-выпуклая линза с большим радиусом кривизны?
- Вывести формулы для радиусов темных и светлых колец в отраженном и проходящем свете.

- Предложите обоснование и вывод расчетной формулы для радиуса кривизны линзы.
- Предложите для определения радиуса кривизны линзы графический метод.
- Как меняется расстояние между кольцами с удалением от их центра?
- Что должно произойти с кольцами Ньютона, если между пластинкой и линзой налить воду?

Лабораторная работа **Исследование временной когерентности излучения (2 часа)**

Цели работы:

1. Изучение влияния временной когерентности излучения различных источников света на видимость интерференционной картины.
2. Оценка ширины спектрального интервала излучения.
3. Закрепление навыка работы с микроскопом.

Приборы и принадлежности: микроскоп, система пластинка-линза для наблюдения колец, светофильтр, различные источники света.

Контрольные вопросы:

- Что такое когерентность?
- При каких условиях лучи света когерентны?
- Является ли солнечный свет, свет от ламп когерентным? Почему?
- При каких условиях можно экспериментально наблюдать интерференционную картину?
- Выведите расчетные формулы.
- Каковы возможные причины различия полученных результатов для разных источников света?
- Как обеспечивается когерентность лучей в случае квантовых генераторов (лазеров)?

Лабораторная работа **Определение длины световой волны с помощью бипризмы Френеля (2 часа)**

Цели работы:

1. Наблюдение интерференционной картины.
2. Определение длины световой волны.
3. Приобрести навыки работы с оборудованием на оптической скамье.
4. Закрепить навыки обработки результатов измерений.

Приборы и принадлежности: источник света, светофильтр, щель, оптическая скамья, бипризма, собирающая линза, окулярный микрометр, линейка.

Контрольные вопросы:

- В чем заключается метод деления волнового фронта?
- Изобразите ход лучей в схеме «бипризма Френеля».
- В чём сходство схемы бипризмы Френеля со схемой биезеркала Френеля и схемой Юнга?
- Выведите условия максимумов и минимумов интерференции для этой схемы.
- Каковы условия наблюдения интерференционной картины в данном опыте?
- Как устроен окулярный микрометр?
- Каков диапазон длин волн (или частот) видимого света?
- Какие ещё диапазоны длин волн электромагнитного излучения существуют?

Лабораторная работа **Определение показателя преломления стеклянной пластинки при помощи микроскопа (2 часа)**

Цели работы:

1. Изучить метод измерения кажущейся толщины стеклянной пластинки.
2. Определить показатель преломления стеклянной пластинки.
3. Закрепить навыки работы с микроскопом.
4. Закрепить навыки обработки результатов измерений.

Приборы и принадлежности: микроскоп, набор пластин, микрометр.

Контрольные вопросы:

- Что называют показателем преломления вещества?
- Каков физический смысл показателя преломления?
- Каковы справочные значения показателя преломления для стёкол?
- Выведите закон преломления света на плоской границе двух диэлектриков на основе электромагнитной теории света.
- Изобразите ход световых лучей в стеклянной пластинке.
- Выведите расчетную формулу для показателя преломления в данной работе.

Лабораторная работа Исследование зависимости показателя преломления воздуха от давления (2 часа)

Цель работы:

1. Измерить показатель преломления воздуха.
2. Ознакомиться с методом интерферометрического исследования зависимости показателя преломления воздуха от давления.
3. Получить навык работы с интерферометром.

Приборы и принадлежности: интерферометр ИТР-1, сильфон, вакуумметр, барометр.

Контрольные вопросы:

- Опишите метод исследования в данной работе.
- Объясните возникновение интерференции от двух щелей.
- Почему нулевая полоса картины не имеет окраски?
- Как устроен интерферометр ИТР-1?
- Почему и куда смещается интерференционная картина?
- Каков физический смысл показателя преломления?
- Как в природе проявляется зависимость показателя преломления от давления?

Лабораторная работа Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки (2 часа)

Цели работы:

1. Наблюдение дифракции "белого" света на периодической структуре (дифракционной решетке).
2. Определение постоянной дифракционной решетки и её спектральных характеристик.
3. Определение длины волны одной из составляющей "белого" света.
4. Закрепление навыков обработки результатов измерений.

Приборы и принадлежности: оптическая скамья, источник света, экран со шкалой и щелью, дифракционные решётки, линейка.

Контрольные вопросы:

- Какого типа дифракции наблюдается в данной работе?
- Выведите условие наблюдения главных максимумов.
- При какой длине видимого света волны полосы дифракционной картины и расстояния между ними наиболее широкие? Почему?
- Почему в центре дифракционной картины наблюдается белая полоса?
- Почему полосы более высокого порядка становятся менее яркими?
- Какой вид приобретет дифракционная картина в монохроматическом свете?
- Чем отличается дифракционный спектр от спектра призмы?
- Какие существуют характеристики дифракционной решётки?
- Сравните спектральные характеристики имеющихся дифракционных решёток.
- Как можно изменить характеристики решетки?

Лабораторная работа Дифракция лазерного излучения (2 часа)

Цели работы:

1. Наблюдение дифракции на различных объектах с использованием лазера.

2. Расчет дифракционных картин.
3. Приобретение навыка работы с лазером.

Приборы и принадлежности: гелий-неоновый лазер, оптическая скамья, линза, набор объектов для дифракции, экран.

Контрольные вопросы:

- Особенности лазерного излучения.
- Виды дифракции и способы их наблюдения.
- Метод зон Френеля.
- Применение спирали Френеля для объяснения наблюдаемых картин.
- Как в данной работе наблюдать дифракцию Фраунгофера?
- Условия максимумов и минимумов для дифракционной картины в методе Френеля.

Лабораторная работа **Экспериментальная проверка закона Малюса (2 часа)**

Цели работы:

1. Получение поляризованного света.
2. Исследование поляризующей способности поляроида.
3. Проверка закона Малюса.
4. Приобретение навыка работы с поляризатором.
5. Закрепление навыков применения графического метода представления экспериментальных данных.

Приборы и принадлежности: поляроиды, осветитель, гальванометр, штатив, провода, лист миллиметровой бумаги, линейка, калькулятор.

Контрольные вопросы:

- Что такое поляризованный свет?
- Каковы способы поляризации света?
- Как устроен поляризатор в данной работе?
- Какова цена деления шкалы поляризатора?
- Выведите закон Малюса.
- Какая физическая величина заменяет в данной работе величину интенсивности света?
- Каким методом проверяется закон?
- Где применяется поляризованный свет?

Лабораторная работа **Исследование дисперсии стеклянной призмы (2 часа)**

Цели работы:

1. Исследование нормальной дисперсии.
2. Измерение угла преломления призмы.
3. Измерение угла наименьшего отклонения.
4. Приобретение навыков работы с гониометром.

Приборы и принадлежности: гониометр, стеклянная призма, ртутная лампа.

Контрольные вопросы:

- Как было обнаружено явление дисперсии?
- Что такое нормальная и аномальная дисперсия?
- Какая физическая величина характеризует дисперсию?
- Получите уравнение дисперсии и проанализируйте его.
- Что определяет дисперсия вещества?
- Какое физическое явление сопровождает аномальную дисперсию?
- Как объяснить дисперсию с точки зрения электронной теории Друде – Лоренца?
- Как устроен гониометр? Как проводятся измерения гониометром?

Лабораторная работа **Определение фокусных расстояний тонких линз (2 часа)**

Цель работы:

1. Изучить методы измерения фокусных расстояний тонких линз.

2. Вычислить фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линзы.

3. Закрепить навыки обработки результатов эксперимента.

Приборы и принадлежности: оптическая скамья, осветитель, предмет, набор линз, экран, линейка.

Контрольные вопросы:

- Что такое линза?
- Какую линзу называют тонкой?
- Какие бывают типы линз в зависимости от их конструкции?
- Что такое собирающая и рассеивающая линза? Каковы их условные обозначения?
- Каковы основные характеристики линз?
- Проанализируйте формулу тонкой линзы.
- Как найти увеличение изображения, полученного с помощью линзы?
- Как меняется положение и вид изображения предмета при перемещении его из бесконечности к собирающей линзе?
- Что такое оптическая сила линзы и от чего она зависит?
- Чём суть методов вычисления фокусных расстояний линз в данной работе?

Лабораторная работа **Изучение оптических приборов (1 час)**

Цели работы:

1. Моделирование микроскопа и зрительной трубы Кеплера.
2. Определение увеличений моделей микроскопа и зрительной трубы.

Приборы и принадлежности: микроскоп МБР-1, зрительная труба, набор линз, набор объективов и окуляров, объективный микрометр, призма, оптическая скамья, линейка.

Контрольные вопросы:

- Для чего нужен микроскоп? Опишите устройство микроскопа.
- Что такое объектив? Какие бывают типы объективов?
- Какое преимущество у зеркальных объективов?
- Какое изображение даёт объектив?
- Для чего нужен окуляр? Какое изображение он даёт?
- Изобразите ход лучей в микроскопе.
- Чему равно угловое увеличение микроскопа? Выведите формулу.
- Опишите устройство зрительной трубы Кеплера.
- Какое изображение даёт труба Кеплера?
- В чём отличие трубы Кеплера от трубы Галилея?
- Что представляет собой телескопический ход лучей?
- При каком условии достигается телескопический ход лучей в трубе Кеплера (чему равна оптическая длина L трубы телескопа)?
 - Чему равно угловое увеличение телескопа, если предмет виден невооружённым глазом под углом φ ?
 - Как найти угловое увеличение телескопа (зрительной трубы), зная фокусные расстояния объектива и окуляра?
 - Какой знак имеет угловое увеличение трубы Кеплера, трубы Галилея?
 - Каковы оптические свойства человеческого глаза?
 - Как исправить недостатки зрения?

Лабораторная работа **Основы фотометрии (2 часа)**

Цель работы:

1. Измерение силы света.
2. Измерение освещённости, создаваемой точечным источником света.
3. Исследование светового поля.
4. Приобретение навыка работы с люксметром.

5. Закрепление навыка графического способа представления экспериментальных данных.
6. Закрепление навыка обработки измерений.

Приборы и принадлежности: фотометр Жолли, люксметр, оптическая скамья, набор ламп, установка для исследования светового поля.

Контрольные вопросы:

- Что такое фотометрия?
- Какие существуют фотометрические приборы? Что они измеряют?
- Что называют силой света? В каких единицах её измеряют?
- От чего зависит сила света? Опишите метод измерения силы света в данной работе.
- Дайте определение освещённости. В каких единицах она измеряется?
- Сформулируйте закон освещённости. От каких величин и как зависит освещённость?
- Опишите метод измерения освещённости в данной работе.
- Какие графики необходимо построить в данной работе?
- Что называют телесным углом?
- Что такое ламбертовский источник света?
- Когда освещённость поверхности Земли наибольшая?

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа включает в себя:

1. Изучение и конспектирование некоторых вопросов курса.
2. Подготовку к лабораторным работам (перечень вопросов для подготовки студентов к лабораторным занятиям приводится в методических указаниях, представленных в приложении).
3. Подготовку к зачетам по отдельным разделам курса.
4. Подготовку и выполнение проверочных работ.

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельное изучение и конспектирование

3 семестр

1. Силы в механике: сила тяжести, сила упругости, сила трения

В конспекте необходимо для каждой силы дать определение; указать природу силы; записать формулу для нахождения силы в конкретных ситуациях; определить направление силы в конкретных ситуациях и сделать соответствующие рисунки; на конкретных примерах пояснить значение данной силы в природе, жизни человека и технике.

2. Свободные колебания пружинного и физического маятников

В конспекте необходимо для каждого маятника дать определение; сделать рисунок данного маятника; на рисунке обозначить силы, действующие на маятник и пояснить, почему данная система способна совершать свободные колебания; вывести уравнение колебательного движения маятника; записать решение данного уравнения и показать, что колебания маятника являются гармоническими; записать формулу для циклической частоты и периода колебаний маятника и сделать вывод, от каких величин зависит период колебаний маятника, а от каких – не зависит.

4 семестр

1. Способы измерения температуры

В конспекте необходимо описать три температурные шкалы: шкала Цельсия, шкала Кельвина, шкала Фаренгейта. Для каждой шкалы описать принципы ее построения, указать реперные точки, единицы измерения температуры, а также правила перевода температуры из единиц одной шкалы в единицы двух других шкал.

Также необходимо описать различные методы измерения температуры и устройство соответствующих измерительных приборов: жидкостные, механические, электрические, оптические и др. термометры (выбрать любые три вида термометров).

2. Фазовые переходы первого рода (парообразование, конденсация, плавление и кристаллизация)

В конспекте необходимо для каждого фазового перехода дать определение; описать процесс фазового перехода с точки зрения молекулярно-кинетической теории; описать условия, при которых происходит фазовый переход; записать формулу для определения количества теплоты, выделяющегося или поглощающегося при фазовом переходе; на конкретных примерах пояснить значение данного фазового перехода в природе, жизни человека и технике.

3 Влажность воздуха

В конспекте необходимо дать определения абсолютной и относительной влажности воздуха; точки росы; описать устройство и принцип действия психрометра, волосного и конденсационного гигрометров; на конкретных примерах пояснить роль влажности воздуха в природе, жизни человека и технике.

5 семестр

1. Правила последовательного и параллельного соединения проводников

В конспекте необходимо дать определение последовательного и параллельного соединения проводников, сделав поясняющие рисунки; записать формулы, отражающие правила последовательного и параллельного соединения проводников; привести вывод каждой из записанных формул.

2. Электрический ток в электролитах

В конспекте необходимо дать определение электролита; определить носители тока в электролитах; дать развернутое пояснение, откуда в электролите появляются носители тока (явление электролитической диссоциации); дать определение и подробно описать процесс электролиза, сделав поясняющий рисунок; сформулировать законы электролиза Фарадея; перечислить области применения электролиза.

3. Электрический ток в газах

В конспекте необходимо отразить при каких условиях газы проводят электрический ток; дать определение несамостоятельного газового разряда; кратко описать условия и процесс протекания несамостоятельного газового разряда; дать определение самостоятельного газового разряда; определить условия протекания в газе самостоятельного газового разряда; перечислить виды самостоятельных газовых разрядов; на конкретных примерах пояснить, где газовые разряды встречаются в природе и применяются в жизни человека и технике.

4. Шкала электромагнитных волн

В конспекте необходимо определить основные виды электромагнитных волн и их частотные интервалы; сделать поясняющий рисунок; для каждого вида электромагнитных волн обозначить область применения.

В конспекте необходимо определить основные виды ядерных реакции и привести конкретные примеры; записать ядерную реакцию, которая применяется в ядерных реакторах; кратко описать устройство ядерного реактора; описать условия, необходимые для протекания реакции термоядерного синтеза; привести пример реакции термоядерного синтеза; провести сравнительный анализ ядерной энергетики и энергетики, основанной на реакциях термоядерного синтеза (критерии сравнения продумать самостоятельно).

6 семестр

1. Линзы. Построение изображения в тонких линзах

В конспекте необходимо дать следующие определения: линза, тонкая линза, собирающая линза, рассеивающая линза, главная оптическая ось, оптический центр, фокус, фокусное расстояние, оптическая сила линзы; записать формулу тонкой линзы и пояснить смысл величин, в нее входящих; определить правила построения изображения в тонких линзах; привести 3 примера построения изображения в тонкой собирающей линзе и 2 примера построения изображения в тонкой рассеивающей линзе.

2. Оптические приборы (лупа, микроскоп, зрительная труба)

В конспекте для каждого оптического прибора определить область применения; зарисовать схему, поясняющую устройство прибора; кратко пояснить, как получается изображение предмета при помощи данного оптического прибора и каковы характеристики этого изображения.

Конспекты, составленные студентами по перечисленным вопросам, проверяются преподавателем во время зачета по каждому разделу курса.

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

1) Проверка преподавателем конспекта вопросов, выносимых в данном разделе на самостоятельное изучение

Требования к конспекту вопроса, выносимого на самостоятельное изучение

Составление конспекта представляет собой вид самостоятельной работы студента по созданию обзора информации в краткой форме.

В конспекте должны быть отражены основные принципиальные положения источника информации, основные методологические положения работы, аргументы, этапы доказательства и выводы.

Конспект должен начинаться с указания реквизитов источника (фамилии автора, полного наименования работы, места и года издания). Особо значимые места, примеры выделяются подчеркиванием, взятием в рамку, пометками на полях, чтобы акцентировать на них внимание и прочнее запомнить. Работа выполняется письменно.

Пошаговая инструкция к составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.

3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства.

Критерии оценивания конспектов по вопросам, выносимым на самостоятельное изучение

Показатель	Количество баллов
1) Полнота и глубина изложения ответа (усвоенные теории, понятия, факты)	1
2) Логика изложения материала	1
3) Примеры использования описанных явлений, теорий и устройств на практике	1
4) Использование при подготовке ответа на вопрос дополнительных источников информации	1
5) Оформление работы	1
Итоговая (суммарная) оценка	Max - 5

2) Выполнение и защита лабораторных работ

По каждому разделу студент должен выполнить не менее 6 лабораторных работ

При первичном посещении лаборатории пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в соответствующем журнале;

Для допуска к выполнению работы необходимо ответить на вопросы преподавателя по приборам и технологии проведения данного лабораторного эксперимента, физическим основам опытов (см. п. 5, раздел «Лабораторные работы», а также методические указания к работе)

Студент допускается к защите лабораторных работ после проверки преподавателем отчетов по выполненным лабораторным работам.

На защите студент должен ответить на контрольные вопросы к лабораторной работе (См. п. 5, раздел «Лабораторные работы», а также методические указания к работе).

Критерии оценивания выполнения лабораторного практикума:

Лабораторная работа оценивается по двухбалльной системе «зачтено» - «незачтено». Отметка «зачтено» выставляется в случае, если студент полностью и правильно произвел все необходимые измерения, обработал и занес в отчет полученные результаты. После сдачи отчета правильно ответил на контрольные вопросы, приведенные в методических указаниях к лабораторной работе.

3) Выполнение проверочных работ

Варианты проверочных работ

3 семестр

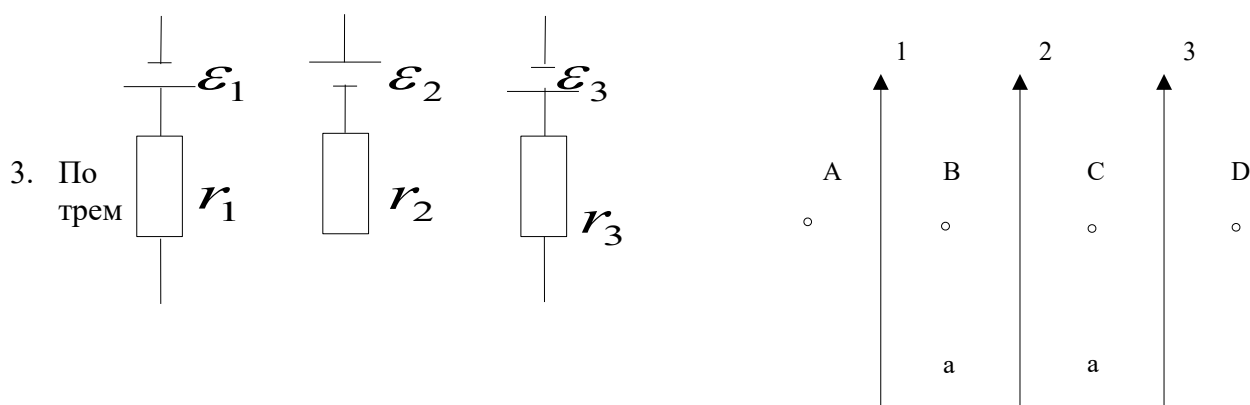
1. Зависимость траекторной координаты от времени при движении точки имеет вид: $s = 20 + 3t^5 + 4t$ м. Определить ускорение в момент времени 2 с.
2. Мяч брошенный со скоростью 10 м/с под углом 45° к горизонту, ударяется о вертикальную стенку, расположенную на расстоянии 3 м от точки бросания. На какой высоте от точки бросания происходит удар?
3. Снаряд массой 100 кг, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500 м/с, попадает в вагон с песком и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если он двигался со скоростью 36 км/ч в направлении, противоположном движению снаряда
4. Вентилятор вращается с частотой оборотов 15 с⁻¹. После выключения он, вращаясь равнозамедленно, сделал 75 оборотов. Сколько времени прошло с момента выключения вентилятора до его полной остановки?

4 семестр

1. Для молекул азота при температуре 27° С определить: 1) наиболее вероятную скорость теплового движения молекул, 2) среднюю арифметическую скорость молекул, 3) среднюю квадратичную скорость.
2. Давление некоторого газа при температуре 20 °С равно 9,9·10⁴ Па. Плотность газа 8,2·10⁻² кг/м³. Определить, какой это газ (найти молярную массу).
3. Объем идеального газа уменьшается на одно и то же значение в различных процессах: изотермическом, адиабатном, изобарном. В каком процессе работа газа максимальна, минимальна?
4. Давление воздуха внутри мыльного пузыря на 200 Па больше атмосферного. Определить диаметр пузыря. Поверхностное натяжение мыльного раствора равно 40 мН/м.

5 семестр

1. Точечные заряды 4 мкКл и –6 мкКл расположены на расстоянии 10 см друг от друга. Найдите координаты точки, в которой потенциал создаваемого этими зарядами электрического поля равен 0. Рассчитайте напряженность электрического поля в этой точке.
2. Три источника тока ($\mathcal{E}_1 = 2,0 \text{ В}$, $\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_3 = 1,0 \text{ В}$) соединены как показано на рисунке. Внутренние сопротивления источников $r_1 = r_2 = r_3 = 0,40 \text{ Ом}$. Определите токи в ветвях цепи.



3. По трем параллельным бесконечно длинным проводникам (рис.) текут одинаковые токи по 100 А. Расстояние между соседними токами $a=20$ см. Определите индукцию магнитного поля в точке В и силу, действующую на третий проводник. Точки А, В, С и D удалены от соседних токов на расстояние $a/2$.

4. В магнитном поле с индукцией 0,5 Тл находится квадратная рамка со стороной 10 см и сопротивлением 0,05 Ом, расположенная перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Какой заряд протекает через поперечное сечение рамки при повороте ее на 60° ?

6 семестр

1. В опыте Юнга одна из щелей закрывается тонкой стеклянной пластинкой, в результате чего интерференционная картина смещается на пять полос. Какова толщина пластинки, если длина волны излучения 632,8 нм? Показатель преломления стекла 1,52.
2. Точечный источник света с длиной волны 700 нм находится на расстоянии 2м от экрана с круглым отверстием радиусом 0,1см. На сколько надо передвинуть экран, чтобы на отверстии уложилось 10 зон Френеля, если при первоначальном его положении на отверстии укладывалась одна зона Френеля?
3. Свет с длиной волны 535нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти её период, если одному из главных максимумов соответствует угол дифракции 30° и наибольший порядок спектра равен 5.
4. На сколько изменяется оптическая сила глаза человека, если он переводит взгляд от книги, которую читал, на картину, висящую на расстоянии 2м от глаза?

Критерии оценивания проверочной работы

Контрольная работа оценивается по двухбалльной системе: «зачтено» – «не зачтено». Отметка «зачтено» выставляется в случае, если студент правильно выполнил более чем 60% предложенных задач и может объяснить ход решения указанной преподавателем задачи.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

3 семестр

Зачёт во 5 семестре выставляется по итогам работы в семестре

Критерий выставления зачета

Оценка «зачтено» выставляется если студент:

1. Посетил все лекционные занятия. В случае пропуска лекции студент должен показать преподавателю конспект лекции и ответить на вопросы по теме лекции.
 2. Законспектировал вопросы курса, выносимые на самостоятельное изучение, и может ответить на вопросы по законспектированному материалу.
 3. Получил оценку «зачтено» по контрольной работе.
 4. Выполнил и защитил 6 лабораторных работ.
 5. Не имеет неудовлетворительных оценок за практические занятия.
- В остальных случаях выставляется оценка «не зачтено»

4 семестр

Промежуточная аттестация в 4 семестре производится в форме экзамена.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Предмет молекулярной физики и термодинамики. Агрегатные состояния вещества. Основные методы изучения вещества. Физические модели. Представление о тепловом движении частиц и внутренней энергии вещества.
2. Основные утверждения МКТ. Основные микропараметры частиц. Процесс взаимодействия частиц при тепловом движении.
3. Основные законы теплового движения: основное уравнение МКТ; теорема о равнораспределении энергии. Температура как мера энергии, измерение температуры и температурные шкалы.
4. Статистические распределения молекул: распределения Максвелла и распределение Больцмана.
5. Основные понятия термодинамики. Общее начало термодинамики.
6. Нулевое начало ТД (термическое и калорическое уравнения состояния идеального газа). Закон Авогадро и закон Дальтона как следствия из уравнения Менделеева - Клапейрона.
7. Первое начало ТД и его применение к изохорному; изобарному; изотермическому; адиабатическому процессам.
8. Круговые процессы. Тепловые и холодильные машины. Теоремы Карно.
9. Второе начало ТД, его статистическая трактовка и применение (вычисление энтропии в разных изопроцессах).
10. Термическое уравнения состояния реального газа, изотермы Ван-дер-Ваальса и Эндрюса. Метастабильные состояния. Калорическое уравнения состояния реального газа, работа сил притяжения молекул.
11. Строение жидкостей, ближний порядок. Поверхностное натяжение. Тепловые свойства жидкостей (испарение и кипение, смачиваемость и капиллярные явления, кристаллизация и затвердевание).
12. Строение твердых тел, анизотропия. Типы связей частиц в кристаллах. Тепловые свойства твёрдых тел (плавление, возгонка, теплопроводность).
13. Фазовые диаграммы, уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовые переходы первого рода (испарение и конденсация, плавление и кристаллизация, сублимация и возгонка), тройная точка. Фазовые переходы второго рода.
14. Двухфазное состояние «пар – жидкость». Насыщенный и ненасыщенный пар. Влажность и точка росы. Критическое состояние и критические параметры.
15. Явления переноса в газах (диффузия; вязкость; теплопроводность). Зависимость коэффициентов диффузии, вязкости и теплопроводности от макропараметров состояния.

Задачи для подготовки к экзамену

1. Давление некоторого газа при температуре 20°C равно $9,910^4 \text{ Па}$. Плотность газа $8,210' \text{ кг/м}^3$. Определить, какой это газ (найти молярную массу).
2. Определить внутреннюю энергию двухатомного газа, находящегося в сосуде емкостью 2 л при давлении $1,510^5 \text{ Па}$.
3. Определить концентрацию молекул в баллоне объемом 5 л , в котором содержится кислород массой 20 г .
4. Газ сжат изотермически от объема $8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ до объема $6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, при этом давление газа возросло на $4 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Каким было первоначальное давление газа?
5. Сколько молекул газа при нормальных условиях содержится в колбе объемом 0.5 л ?
6. Определить число молей газа, содержащегося в сосуде объемом $5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ при давлении $6 \cdot 10^6 \text{ Па}$, если средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа равна $6.79 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}$.
7. Кислород массой 200 г охлаждают при постоянном давлении от 400 до 300 К . Определите: количество теплоты, выделенное газом; изменение внутренней энергии; работу сжатия газа.

8. Водород занимает объем 10 м^3 при давлении 0.1 МПа . Его нагрели при постоянном объеме до давления 0.3 МПа . Определить изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.

9. Один моль кислорода, находившегося при температуре 290 К , адиабатически сжали так, что его давление возросло в 10 раз. Найти температуру газа после сжатия и работу, которая была совершена газом.

10. Газ, совершающий цикл Карно, отдал холодильнику теплоту 14 кДж . Определить температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К , а работа газа за цикл равна 6 кДж .

11. Кислород при неизменном давлении 80 кПа нагревается. Его объем увеличивается с 1 м^3 до 3 м^3 . Определить изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.

12. Газ совершает цикл Карно. Температура теплоотдатчика в три раза выше температуры теплоприемника. Теплоотдатчик передал газу 41.9 кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

13. В цилиндре под поршнем находится азот, имеющий массу 0.6 кг и занимающий объем 1.2 м^3 при температуре 560 К . В результате нагревания газ расширился и занял объем 4.2 м^3 , причем температура осталась неизменной. Найти изменение внутренней энергии газа, работу, совершенную газом и теплоту, сообщенную газу.

14. В дизельном двигателе внутреннего сгорания засосанный атмосферный воздух в объеме $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ подвергается 12-ти кратному сжатию. Предполагая процесс сжатия адиабатным, определить конечное давление, конечную температуру и работу, совершенную газом при сжатии.

15. При изотермическом расширении азота при температуре 280 К объем его увеличился в 2 раза. Определить совершенную газом при расширении работу, изменение внутренней энергии и количество теплоты, полученное газом.

16. Определить среднюю кинетическую энергию молекулы водяного пара при температуре 500 К .

17. Сравнить работы расширения газа при изотермическом изменении объема от 1 м^3 до 2 м^3 и от 2 м^3 до 4 м^3 .

Образец билета

Экзаменационный билет № 1

1. Основные законы теплового движения (основное уравнение МКТ; теорема о равномерном распределении энергии; температура как мера энергии)
2. Кислород массой 200 г охлаждают при постоянном давлении от 400 до 300 К . Определите: количество теплоты, выделенное газом; изменение внутренней энергии; работу сжатия газа.

5 семестр

Зачёт во 5 семестре выставляется по итогам работы в семестре

Критерий выставления зачета

Оценка «зачтено» выставляется если студент:

1. Посетил все лекционные занятия. В случае пропуска лекции студент должен показать преподавателю конспект лекции и ответить на вопросы по теме лекции.
 2. Законспектировал вопросы курса, выносимые на самостоятельное изучение, и может ответить на вопросы по законспектированному материалу.
 3. Получил оценку «зачтено» по контрольной работе.
 4. Выполнил и защитил 6 лабораторных работ.
 5. Не имеет неудовлетворительных оценок за практические занятия.
- В остальных случаях выставляется оценка «не зачтено»

6 семестр

Промежуточная аттестация в 6 семестре производится в форме экзамена.

Вопросы к экзамену

1. Интерференция света. (Принцип Гюйгенса. Понятие о когерентности. Методы получения когерентных волн в оптике. Схема явления двулучевой интерференции. Вывод условий наблюдения максимумов и минимумов интерференции. Интерференция в тонких плёнках, пластинках и клиньях. Кольца Ньютона).

2. Дифракция (Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Спираль Френеля. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Дифракционная решетка.

3. Поляризация света. (Понятие о естественном и поляризованном свете. Закон Малюса. Способы поляризации света и сущность каждого из них. Анализ поляризованного света.)

4. Взаимодействие света с веществом (Дисперсия. Основы электронной теории дисперсии. Поглощение и рассеяние света.)

5. Законы геометрической оптики (Принцип Ферма. Вывод законов геометрической оптики. Преломление света различными поверхностями. Призма, зеркала и тонкие линзы. Вывод формулы сферической поверхности и формулы тонкой линзы на основе принципа Ферма. Оптические приборы.)

6. Фотометрия (Световые величины и единицы их измерения. Законы освещённости. Глаз как фотометрический прибор).

7. Основы квантовой оптики. (Тепловое излучение. Фотоэффект, эффект Комптона и давление света. Корпускулярно-волновой дуализм света).

Задачи для подготовки к экзамену

1. На мыльную пленку с показателем преломления $1,33$ перпендикулярно падает красный свет длиной волны $0,6\text{ мкм}$. Отраженный свет в результате интерференции имеет наибольшую яркость. Определить наименьшую возможную толщину пленки.

2. Дифракционная решетка имеет 100 штрихов на 1 см . На решетку нормально падает красный свет длиной волны 600 нм . Найти угол, под которым виден дифракционный максимум второго порядка.

3. На грань кристалла никеля падает параллельный пучок рентгеновских лучей. Дифракционный максимум первого порядка наблюдается при угле скольжения 60° . Определить длину волны рентгеновского излучения, если расстояние между атомными плоскостями кристалла равно $0,2\text{ нм}$.

4. Толщина пластинки поляроида равна $0,05\text{ мм}$. Интенсивность света при прохождении света через поляроид уменьшается на 40% . Определить коэффициент поглощения света поляроидом.

5. Интенсивность света, прошедшего через поляризатор, а затем через анализатор, в 8 раз меньше интенсивности света, падающего на поляризатор. Определить угол между оптическими осями поляроидов, пренебрегая поглощением света в них.

6. Определить длину волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения белой звезды, если температура ее атмосферы 15000 К . В какой части шкалы электромагнитных волн находится это излучение?

7. Определить максимальную скорость вылета фотоэлектронов из калия, работа выхода электронов которого равна $2,26\text{ эВ}$, при освещении его ультрафиолетовым излучением с длиной волны 200 нм . Масса электрона $9,110^{-31}\text{ кг}$.

8. Красная граница фотоэффекта равна 620 нм . Определить кинетическую энергию фотоэлектронов, если на цезий падают лучи с длиной волны 200 нм .

9. Температура верхних слоев Солнца равна 5700 К . Какова длина волны λ_m , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{\max}$ Солнца. Найти массу, теряемую Солнцем каждую секунду за счет излучения. Оценить время, за которое масса Солнца уменьшится на 1% .

Образец билета

Экзаменационный билет № 1

1. Интерференция света. (Принцип Гюйгенса. Понятие о когерентности. Методы получения когерентных волн в оптике. Схема явления двулучевой интерференции. Вывод условий наблюдения максимумов и минимумов интерференции. Интерференция в тонких плёнках, пластинках и клиньях. Кольца Ньютона).

2. Температура верхних слоев Солнца равна 5700 К. Какова длина волны λ_m , которой соответствует максимальная спектральная плотность энергетической светимости $(M_{\lambda, T})_{\max}$ Солнца. Найти массу, теряемую Солнцем каждую секунду за счет излучения. Оценить время, за которое масса Солнца уменьшится на 1%.

Критерии оценивания экзамена (4,6 семестр)

Положительную оценку на экзамене получает студент, выполнивший и защитивший все лабораторные и контрольные работы.

На экзамене оценка «отлично» выставляется студенту, который: знает программный материал в полном объеме, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагает, четко формулирует основные понятия, приводит соответствующие примеры, уверенно владеет методологией курса, свободно ориентируется в его внутренней структуре, четко выявляет межпредметные связи с другими учебными дисциплинами; умеет применять теоретические знания к решению практических задач; владеет современными методами исследования, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний, понимает прикладную направленность курса физики.

«хорошо» знает программный материал, грамотно и по существу излагает его без существенных ошибок, правильно применяет теоретические положения при решении конкретных задач, с небольшими погрешностями приводит формулировки определений, не допускает существенных неточностей при выборе и обоснованности методов решения задач; владеет методологией физики и методами исследования, устанавливает внутренние и межпредметные связи, умеет увязывать теорию с практикой; по ходу изложения допускает небольшие неточности, не искажающие содержания ответа.

«удовлетворительно» выставляется студенту, который не совсем твердо владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности, знаниями. Выполняет текущие задания, устанавливаемые графиком учебного процесса. При ответах допускает малосущественные погрешности, искажения логической последовательности при изложении материала, неточную аргументацию теоретических положений курса, испытывает затруднения при решении задач.

«неудовлетворительно»: имеет серьезные пробелы в знании учебного материала, допускает принципиальные ошибки при выполнении предусмотренных программой контрольных заданий. Уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

3 семестр

1. Бабецкий В. И. Механика: учебное пособие для вузов / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 171 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20606-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/558459>.

2. Кравченко Н. Ю. Физика: учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/560805>

3. Физика: учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко; под редакцией В. А. Ильина. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/560134>.

4 семестр

1. Белов Г. В. Термодинамика : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 524 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20064-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/557515>.
2. Кравченко Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/560805>
3. Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 533 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19758-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/559749>.
4. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Ильин, Е. Ю. Бахтина, Н. Б. Виноградова, П. И. Самойленко ; под редакцией В. А. Ильина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 399 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6343-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/560134>.

5 семестр

1. Бабецкий В. И. Прикладная физика. Механика. Электромагнетизм : учебник для вузов / В. И. Бабецкий, О. Н. Третьякова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 320 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20602-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/558455>.
2. Зотеев А. В. Общая физика: механика. Электричество и магнетизм : учебник для вузов / А. В. Зотеев, А. А. Склянкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 244 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06856-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/563127>.
3. Практические занятия по общему курсу физики : учебник для вузов / Г. В. Ерофеева, Ю. Ю. Крючков, Е. А. Склярова, И. П. Чернов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 517 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16335-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/561174>.

6 семестр

1. Бондарев Б. В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: электромагнетизм, оптика, квантовая физика : учебник для вузов / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 441 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-1754-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/559925>.
2. Бордовский Г. А. Физика. Оптика, квантовая, атомная и ядерная физика : учебник для вузов / Г. А. Бордовский, Э. В. Бурсиан. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 299 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05452-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/557674>.
3. Гороховатский Ю. А. Оптика : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Гороховатский, И. И. Фадеева ; под редакцией Ю. А. Гороховатского. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 190 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10804-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/545257>.
4. Физическая оптика : учебное пособие для вузов / А. В. Михельсон, Т. И. Папушина, А. А. Повзнер, А. Г. Гофман ; под общей редакцией А. А. Повзнера. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 70 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20995-2. — Текст :

электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/559136>.

7.2. Дополнительная литература

3 семестр

1. Андреев, В. И. Механика неоднородных тел : учебник для вузов / В. И. Андреев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03841-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/560177>.

2. Емельянов, В. Н. Механика сплошной среды: теория напряжений и основные модели : учебник для вузов / В. Н. Емельянов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 162 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06619-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/563065>.

3. Прошкин, С. С. Механика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Ниженский. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 293 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04916-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/563478>.

4. Прошкин, С. С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Ниженский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 467 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04772-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/562874>.

4 семестр

1. Ефремов Ю. С. Статистическая физика и термодинамика : учебник для вузов / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 209 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05152-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/563484>.

2. Замураев В. П. Молекулярная физика. Задачи : учебник для вузов / В. П. Замураев, А. П. Калинина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 189 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08229-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/565024>.

3. Никеров В. А. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Никеров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18943-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/560444>.

4. Прошкин С. С. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач : учебное пособие для вузов / С. С. Прошкин, В. А. Самолетов, Н. В. Ниженский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 467 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04772-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/562874>.

5 семестр

1. Горлач В. В. Физика: механика. Электричество и магнетизм. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 171 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07606-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/516501>.

2. Трофимова Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.ura.it.ru/bcode/559650>.

3. Горлач В. В. Методы решения физических задач : учебник для вузов / В. В. Горлач. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 333 с. — (Высшее образование). —

ISBN 978-5-534-17810-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/565009>.

6 семестр

1. Короленко П. В. Когерентная оптика : учебник для вузов / П. В. Короленко. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11597-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/559353>.

2. Суханов И. И. Основы оптики. Теория изображения : учебник для вузов / И. И. Суханов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09446-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/562832>.

3. Кузнецов С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебник для вузов / С. И. Кузнецов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 301 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01420-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/561395>

4. Трофимова Т. И. Руководство к решению задач по физике : учебник для вузов / Т. И. Трофимова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 265 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-3429-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/559650>.

5. Физическая оптика : учебное пособие для вузов / А. В. Михельсон, Т. И. Папушина, А. А. Повзнер, А. Г. Гофман ; под общей редакцией А. А. Повзнера. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 70 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20995-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/559136>.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. ЭБСЮрайт: <https://urait.ru>
2. Университетская информационная система «Россия»: <http://uisrussia.msu.ru>
3. Интернет-энциклопедии: Wikipedia, Dic.academic.ru, Megabook.ru, Krugosvet.ru.
4. Сайт «Ядерная физика в Интернете» кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ и НИИЯФ МГУ: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/>
5. Список Нобелевских лауреатов по физике: <http://n-t.ru/nl/fz/>
6. Научно-популярный физико-математический журнал «Квант»: <http://kvant.mccme.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная стандартной учебной мебелью, мультимедиапроектором, ноутбуком, колонками и интерактивной доской.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная стандартной учебной мебелью, лабораторным оборудованием (перечислено в разделе 5).

Помещение для самостоятельной работы – компьютерный класс с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС СмолГУ.

9. Программное обеспечение

MicrosoftOpenLicense (WindowsXP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.