



**Автономная некоммерческая образовательная организация
высшего образования Центросоюза Российской Федерации
«Сибирский университет потребительской кооперации»**

Методические указания и задания
по выполнению практических работ
по дисциплине

ОД.11 ФИЗИКА

по специальности

38.02.02 Страховое дело (по отраслям)

(направленность программы: Страхование иное, чем страхование жизни)

квалификация выпускника:

Специалист страхового дела

Новосибирск
2026

Методические указания и задания по выполнению практических работ по дисциплине «*Физика*» для обучающихся по специальности 38.02.02 Страхование дело (по отраслям) / [сост. В.Ю. Листков, канд. с.-х. наук, доцент];– Новосибирск, 2026.

Рецензент:

А.А. Петрова, преподаватель кафедры естественных наук и безопасности жизнедеятельности

Методические указания и задания по выполнению практических работ по дисциплине «*Физика*» утверждены и рекомендованы к изданию кафедрой естественных наук и безопасности жизнедеятельности, протокол от 26 марта 2026 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 4**
- 2. ТЕМЫ И ИХ КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ. 7**
- 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ К ЗАНЯТИЯМ СЕМИНАРСКОГО ТИПА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ 12**
- 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПИСЬМЕННОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ 41**
- 5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 60**
- 6. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ 61**
- 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 61**

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Общеобразовательная дисциплина «Физика» является обязательной частью общеобразовательного цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 38.02.02 Страхование дело

Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины (перечень формируемых компетенций):

Содержание программы общеобразовательной дисциплины «Физика» направлено на достижение следующих целей:

- формирование у обучающихся уверенности в ценности образования, значимости физических знаний для современного квалифицированного специалиста при осуществлении его профессиональной деятельности;
- формирование естественно-научной грамотности;
- овладение специфической системой физических понятий, терминологией и символикой;
- освоение основных физических теорий, законов, закономерностей;
- овладение основными методами научного познания природы, используемыми в физике (наблюдение, описание, измерение, выдвижение гипотез, проведение эксперимента);
- овладение умениями обрабатывать данные эксперимента, объяснять полученные результаты, устанавливать зависимости между физическими величинами в наблюдаемом явлении, делать выводы;
- формирование умения решать физические задачи разных уровней сложности;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей в процессе приобретения знаний с использованием различных источников информации и современных информационных технологий; умений формулировать и обосновывать собственную позицию по отношению к физической информации, получаемой из разных источников;
- воспитание чувства гордости за российскую физическую науку.

Освоение курса ОД «Физика» предполагает решение следующих задач:

- приобретение знаний о фундаментальных физических законах, лежащих в основе современной физической картины мира, принципов действия технических устройств и производственных процессов, о наиболее важных открытиях в области физики, оказавших определяющее влияние на развитие техники и технологии;
- понимание физической сущности явлений, проявляющихся производственной деятельности;
- освоение способов использования физических знаний для практических и профессиональных задач, объяснения явлений производственных и технологических процессов, принципов технических приборов и устройств, обеспечения безопасности производства и охраны природы;

- формирование умений решать учебно-практические задачи физического содержания с учётом профессиональной направленности;
- приобретение опыта познания и самопознания; умений ставить задачи и решать проблемы с учётом профессиональной направленности;
- формирование умений искать, анализировать и обрабатывать физическую информацию с учётом профессиональной направленности;
- подготовка обучающихся к успешному освоению дисциплин и модулей профессионального цикла: формирование у них умений и опыта деятельности, характерных для профессий / должностей служащих или специальностей, получаемых в профессиональных образовательных организациях;
- подготовка к формированию общих компетенций будущего специалиста: самообразования, коммуникации, проявления гражданско- патриотической позиции, сотрудничества, принятия решений в стандартной и нестандартной ситуациях, проектирования, проведения физических измерений, эффективного и безопасного использования различных технических устройств, соблюдения правил охраны труда при работе с физическими приборами и оборудованием.

Особенность формирования совокупности задач изучения физики для системы среднего профессионального образования заключается в необходимости реализации профессиональной направленности решаемых задач, учёта особенностей сферы деятельности будущих специалистов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- смысл понятий: физическое явление, гипотеза, закон, теория, вещество, взаимодействие, электромагнитное поле, волна, фотон, атом, атомное ядро, ионизирующие излучения;
- смысл физических величин: скорость, ускорение, масса, сила, импульс, работа, механическая энергия, внутренняя энергия, абсолютная температура, средняя кинетическая энергия частиц вещества, количество теплоты, элементарный электрический заряд;
- смысл физических законов классической механики, всемирного тяготения, сохранения энергии, импульса и электрического заряда, термодинамики, электромагнитной индукции, фотоэффекта;
- вклад российских и зарубежных ученых, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты,
- выдвигать гипотезы и строить модели,
- применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ;
- практически использовать физические знания;
- оценивать достоверность естественно-научной информации;

- использовать приобретенные знания и умения для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.
- описывать и объяснять физические явления и свойства тел: свойства газов, жидкостей и твердых тел; электромагнитную индукцию, распространение электромагнитных волн; волновые свойства света; излучение и поглощение света атомом; фотоэффект;
- отличать гипотезы от научных теорий;
- делать выводы на основе экспериментальных данных;
- приводить примеры, показывающие, что: наблюдения и эксперимент являются основой для выдвижения гипотез и теорий, позволяют проверить истинность теоретических выводов; физическая теория дает возможность объяснять известные явления природы и научные факты, предсказывать еще неизвестные явления;
- приводить примеры практического использования физических знаний: законов механики, термодинамики и электродинамики в энергетике; различных видов электромагнитных излучений для развития радио и телекоммуникаций, квантовой физики в создании ядерной энергетики, лазеров;
- воспринимать и на основе полученных знаний самостоятельно оценивать информацию, содержащуюся в сообщениях СМИ, Интернете, научно-популярных статьях.
- применять полученные знания для решения физических задач;
- определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле
- измерять ряд физических величин, представляя результаты измерений с учетом их погрешностей.

В методической разработке предложены вопросы для самоподготовки, задачи и методические указания по их выполнению. Выполнение предложенных заданий позволит обучающимся более полно и всесторонне изучить основные физические законы и их следствия.

2. ТЕМЫ И ИХ КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ.

Раздел 1. Физика и методы научного познания

Тема 1.1. Введение

Физика - наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике. Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей.

Раздел 2. Механика

Тема 2.1. Кинематика

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета. Траектория. Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота. Центробежное ускорение.

Тема 2.2. Динамика

Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки в инерциальной системе отсчета (ИСО). Третий закон Ньютона для материальных точек. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость. Вес тела. Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе. Поступательное и вращательное движение абсолютно твердого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела в ИСО.

Тема 2.3. Законы сохранения в механике

Импульс материальной точки, системы материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса в ИСО. Реактивное движение. Работа силы. Мощность силы. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли. Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением

механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. Упругие и неупругие столкновения.

Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика

Тема 3.1. Основы молекулярно-кинетической теории

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Размеры и масса молекул и атомов. Броуновское движение. Строение газообразных, жидких и твердых тел. Идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Температура и ее измерение. Абсолютный нуль температуры. Термодинамическая шкала температуры. Температура звезд. Скорости движения молекул и их измерение. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы и их графики. Газовые законы

Тема 3.2. Основы термодинамики

Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы ее изменения. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплостойкость тела. Удельная теплоемкость вещества. Количество теплоты при теплопередаче. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа. Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. Коэффициент полезного действия (далее – КПД) тепловой машины. Цикл Карно и его КПД. Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе. Экологические проблемы теплоэнергетики

Тема 3.3. Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар. Твердое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация. Уравнение теплового баланса.

Раздел 4. Электродинамика

Тема 4.1. Электростатика

Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряженности электрического поля. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Емкость. Конденсатор. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.

Тема 4.2. Постоянный электрический ток. Токи в различных средах

Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники тока. Сила тока. Постоянный ток. Напряжение. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества. Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. Работа электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Мощность электрического тока. Электродвижущая сила и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание.

Электронная проводимость твердых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства р-п-перехода. Полупроводниковые приборы. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Молния. Плазма.

Тема 4.3 Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов. Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда. Взаимодействие проводников с током. Сила Ампера, ее модуль и направление. Сила Лоренца, ее модуль и направление. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца. Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Электродвижущая сила индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле. Правило Ленца. Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля катушки с током. Электромагнитное поле.

Раздел 5. Колебания и волны

Тема 5.1. Механические и электромагнитные колебания

Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда и фаза колебаний. Пружинный маятник. Математический маятник. Уравнение гармонических колебаний. Кинематическое и динамическое описание колебательного движения. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудой колебаний ее скорости и ускорения. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания

в идеальном колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона. Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре. Вынужденные механические колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Вынужденные электромагнитные

колебания. Переменный ток. Синусоидальный переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения. Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические риски при производстве электрической энергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни.

Тема 5.2. Механические и электромагнитные волны

Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны. Интерференция и дифракция механических волн. Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов E , B и v в электромагнитной волне в вакууме. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция. Скорость электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды.

Тема 5.3. Оптика

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Пределы применимости геометрической оптики. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников. Дифракция света. Дифракционная решетка. Условия наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку. Поляризация света

Раздел 6. Основы специальной теории относительности

Тема 6.1. Основы теории относительности

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности: инвариантность модуля скорости света в вакууме, принцип относительности Эйнштейна. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины. Энергия и импульс свободной частицы. Связь массы с энергией и импульсом свободной частицы. Энергия покоя свободной частицы

Раздел 7. Квантовая физика

Тема 7.1. Элементы квантовой оптики

Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона. Открытие и исследование фотоэффекта. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. "Красная граница" фотоэффекта. Давление света. Опыты П.Н. Лебедева. Химическое действие света.

Тема 7.2. Строение атома

Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по исследованию строения атома. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов в кристаллах. Спонтанное и вынужденное излучение. Устройство и принцип работы лазера

Тема 7.3. Атомное ядро

Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Открытие радиоактивности. Опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства альфа-, бета-, гамма-излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Открытие протона и нейтрона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга-Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы ядерной энергетики. Экологические аспекты ядерной энергетики. Элементарные частицы. Открытие позитрона. Фундаментальные взаимодействия.

Раздел 8. Элементы астрономии и астрофизики

Тема 8.1. Элементы астрономии и астрофизики

Вид звездного неба. Созвездия, яркие звезды, планеты, их видимое движение. Солнечная система. Планеты земной группы. Планеты-гиганты. Малые тела Солнечной системы. Солнце, фотосфера и атмосфера. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звезд. Звезды, их основные характеристики: масса, светимость, радиус, температура, их взаимосвязь. Звезды главной последовательности. Зависимость "масса - светимость" для звезд главной последовательности. Внутреннее строение звезд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Этапы жизни звезд. Млечный Путь - наша Галактика. Спиральная структура Галактики, распределение звезд, газа и пыли. Положение и движение Солнца в Галактике. Плоская и сферическая подсистемы Галактики. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик. Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Мо-

дель «горячей Вселенной». Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. Нерешенные проблемы астрономии.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ К ЗАНЯТИЯМ СЕМИНАРСКОГО ТИПА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Раздел 2. МЕХАНИКА

Тема 2.1. Кинематика

Практическая работа № 1. Измерение мгновенной скорости

- **Цель работы:** Экспериментально определить мгновенную скорость тела при равноускоренном движении и сравнить её со средней скоростью на малом участке.
- **Оборудование:** Металлический желоб (или линейка), штатив с муфтой и лапкой, металлический шарик, секундомер (или таймер на телефоне), измерительная лента, металлический цилиндр (упор).
- **Теоретическая справка:** Мгновенная скорость — это скорость тела в данный момент времени или в данной точке траектории. В условиях лабораторной работы мы можем приблизительно измерить её, определив среднюю скорость на очень малом участке пути ($v = \Delta S / \Delta t$), где ΔS — длина малого участка, Δt — время прохождения этого участка.
- **Ход работы:**
 1. Установите желоб под углом к горизонту (около 15-20 градусов), чтобы шарик двигался с ускорением.
 2. Наметьте на желобе точку начала движения (А), точку В (на расстоянии 10-15 см от низа) и точку С (на 2-3 см ниже В). В точке С установите упор.
 3. Измерьте расстояние $\Delta S = BC$.
 4. Запустите шарик из точки А. Измерьте время Δt прохождения шариком участка ВС. Повторите опыт 5 раз, найдите среднее время.
 5. Рассчитайте мгновенную скорость в точке В: $v_{\text{мгн}} = \Delta S / \Delta t_{\text{ср}}$.
 6. Для оценки измерьте полное время движения от А до С и расстояние АС. Рассчитайте среднюю скорость на всем пути. Сравните её с мгновенной скоростью в точке В.
 7. Сделайте вывод о том, как соотносятся средняя скорость на всем пути и мгновенная скорость в его конце при равноускоренном движении.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое мгновенная скорость? Чем она отличается от средней скорости?
2. Почему для измерения мгновенной скорости мы используем малый участок пути?

3. Как изменится точность измерения, если увеличить длину участка ВС? Почему?
4. Почему в данной работе важно, чтобы шарик двигался равноускоренно?
5. Сравните полученное значение мгновенной скорости со средней скоростью на всем пути. Какой вывод можно сделать?
6. Какие факторы могли повлиять на точность эксперимента?

Практическая работа № 2. Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении (начальная скорость = 0)

- **Цель работы:** Экспериментально проверить закономерность равноускоренного движения: пути, проходимые телом за последовательные равные промежутки времени, относятся как ряд нечетных чисел (1:3:5:7...).
- **Оборудование:** Желоб, штатив, шарик, секундомер, линейка, кусочек пластилина (для фиксации времени).
- **Ход работы:**
 1. Установите желоб под небольшим углом. Шарик должен скатываться без начальной скорости.
 2. Измерьте время t прохождения шариком всего желоба (или выбранной длины L). Рассчитайте количество равных интервалов (например, $n=4$). Определите длину одного интервала времени: $\tau = t/n$.
 3. Теоретически: за первый промежуток τ шарик пройдет путь S_1 , за второй — $3S_1$, за третий — $5S_1$, за четвертый — $7S_1$.
 4. Разделите желоб на секции, длины которых соответствуют $S_1, 3S_1, 5S_1, 7S_1$ (где S_1 — некоторый малый отрезок, который нужно подобрать).
 5. Запустите шарик и с помощью секундомера убедитесь, что границы секций он проходит точно в моменты $\tau, 2\tau, 3\tau, 4\tau$. При необходимости скорректируйте углы наклона желоба или разметку.
 6. Результаты измерений занесите в таблицу. Оцените погрешность измерений.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте закономерность, связывающую пути, пройденные телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении без начальной скорости.
2. Как вы проверили эту закономерность экспериментально?
3. Почему при равноускоренном движении пути относятся как ряд нечетных чисел (1:3:5:7...)?
4. Какие допущения были сделаны при проведении эксперимента?

5. Как изменится соотношение путей, если движение будет равноускоренным, но с начальной скоростью, не равной нулю?
6. Оцените погрешность ваших измерений. Что внесло наибольший вклад в погрешность?

Практическая работа № 3. Изучение движения шарика в вязкой жидкости

- **Цель работы:** Определить коэффициент вязкости жидкости (например, глицерина или масла) методом падающего шарика.
- **Оборудование:** Высокий стеклянный цилиндр с исследуемой жидкостью, металлические шарики разного диаметра, микрометр (или штангенциркуль), линейка, секундомер.
- **Теоретическая справка:** На шарик, падающий в вязкой жидкости, действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила сопротивления (сила Стокса $F_c = 3\pi\eta v d$). При установившейся скорости (движение равномерно) равнодействующая сил равна нулю. Из этого равенства выводится формула для коэффициента вязкости: $\eta = (\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{ж}})gd/18v$, где d — диаметр шарика, v — установившаяся скорость.
- **Ход работы:**
 1. Измерьте диаметр шарика (не менее 3 раз в разных направлениях), вычислите среднее значение.
 2. На цилиндре отметьте две метки: верхнюю (ниже уровня жидкости на 5-10 см, чтобы скорость стала постоянной) и нижнюю.
 3. Измерьте расстояние SS между метками.
 4. Опустите шарик в цилиндр как можно ближе к оси. Измерьте время t прохождения расстояния между метками.
 5. Рассчитайте скорость $v = S/t$.
 6. Рассчитайте коэффициент вязкости η . Плотность материала шарика ($\rho_{\text{ш}}$) и жидкости ($\rho_{\text{ж}}$) найдите в справочных таблицах или укажите на этикетке.
 7. Повторите опыт для 3-5 шариков разного диаметра. Найдите среднее значение η . Сравните с табличным.

Вопросы для самопроверки

1. Какие силы действуют на шарик, падающий в вязкой жидкости?
2. Почему скорость шарика перестает увеличиваться и становится постоянной?
3. Как из формулы Стокса $F_c = 3\pi\eta v d$ была получена расчетная формула для коэффициента вязкости?
4. Как зависит коэффициент вязкости от диаметра шарика? Подтверждает ли это эксперимент?
5. Почему шарик нужно опускать в цилиндр строго по оси?
6. Какие предположения (идеализации) используются в данной работе?

Практическая работа № 4. Изучение движения тела, брошенного горизонтально

- **Цель работы:** Экспериментально определить дальность полета и время падения тела, брошенного с высоты, и сравнить с теоретическими расчетами.
- **Оборудование:** Лоток (направляющая) для придания телу горизонтальной скорости, штатив, лист бумаги, копировальная бумага, линейка, шарик (или небольшой брусок), отвес.
- **Теоретическая справка:** Тело, брошенное горизонтально, участвует в двух независимых движениях: равномерном по горизонтали ($S=v_0t$) и равноускоренном по вертикали ($h=2gt^2$). Время падения зависит только от высоты: $t=2h/g$.
- **Ход работы:**
 1. Закрепите лоток в лапке штатива на высоте h от поверхности стола (измерьте высоту).
 2. Запустите шарик с одной и той же точки лотка (обеспечивая постоянство начальной скорости). В месте падения шарика на столе закрепите лист бумаги и копирку.
 3. Выполните 5-10 запусков. По отметкам на бумаге определите среднее значение дальности полета S_{cp} .
 4. Рассчитайте теоретическое время падения $t=2h/g$. Рассчитайте теоретическую начальную скорость $v_0=S_{cp}/t$.
 5. Измените высоту h (увеличьте или уменьшите) и повторите измерения. Сравните, как изменение высоты влияет на дальность полета.
 6. Сделайте вывод о независимости горизонтального и вертикального движений.

Вопросы для самопроверки

1. На какие два независимых движения можно разложить движение тела, брошенного горизонтально?
2. От каких параметров зависит дальность полета? А время полета?
3. Почему при изменении высоты дальность полета меняется, а время падения — нет (или наоборот)?
4. Как в данной работе определялась начальная скорость тела?
5. Если бы тело бросили с той же высоты, но с большей начальной скоростью, что изменилось бы в его движении?
6. Почему при проведении опыта важно фиксировать именно среднее значение дальности?

Тема 2.2. Динамика

Практическая работа № 1. Изучение движения бруска по наклонной плоскости под действием нескольких сил

- **Цель работы:** Экспериментально определить коэффициент трения скольжения деревянного бруска по наклонной плоскости и проверить зависимость ускорения от угла наклона.
- **Оборудование:** Наклонная плоскость (линейка или доска), брусок с крючком, динамометр, набор грузов, транспортир, секундомер.
- **Ход работы:**
 1. **Часть 1. Определение коэффициента трения.** Положите брусок на плоскость. Поднимая конец плоскости, найдите угол, при котором брусок начинает равномерно скользить. Зафиксируйте угол α . Коэффициент трения $\mu = \operatorname{tg}(\alpha)$.
 2. **Часть 2. Измерение силы трения.** С помощью динамометра равномерно тяните брусок по горизонтальной поверхности. Сравните показания с расчетным значением ($F_{\text{тр}} = \mu mg$).
 3. **Часть 3. Исследование ускорения.** Установите плоскость под углом больше α . Измерьте время t прохождения бруском расстояния S от состояния покоя. Рассчитайте ускорение $a = 2S/t^2$.
 4. Теоретически рассчитайте ускорение по формуле $a = g(\sin\alpha - \mu \cos\alpha)$. Сравните с экспериментальным значением.

Вопросы для самопроверки

1. Как экспериментально определяется коэффициент трения скольжения с помощью наклонной плоскости?
2. От чего зависит коэффициент трения? Зависит ли он от угла наклона плоскости?
3. Какая сила сообщает ускорение бруску при движении вниз по наклонной плоскости?
4. Сравните экспериментальное и теоретическое значения ускорения. Чем объясняется их расхождение?
5. Как изменится ускорение бруска, если увеличить его массу? Почему?
6. Почему в опыте с равномерным скольжением необходимо добиваться именно равномерного движения?

Практическая работа № 2. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в деформированной пружине и резиновом образце от величины их деформации

- **Цель работы:** Экспериментально проверить закон Гука для пружины и изучить нелинейную зависимость для резины.
- **Оборудование:** Штатив, набор пружин разной жесткости, резиновый жгут (или полоска), набор грузов известной массы, линейка.
- **Ход работы:**

1. **Для пружины.** Подвесьте пружину к штативу. Измерьте её начальную длину l_0 . Последовательно подвешивая грузы, измеряйте длину l и определяйте удлинение Δl .
2. Постройте график зависимости $F_{упр}=mg$ от Δl . По графику определите коэффициент жесткости k . Убедитесь в линейности зависимости (закон Гука).
3. **Для резины.** Повторите опыт для резинового образца. Измеряйте удлинение при малых и больших грузах.
4. Постройте график для резины. Сравните его с графиком для пружины. Объясните, почему при больших деформациях резины закон Гука не выполняется (разрушение полимерных цепей).

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте закон Гука. Для каких деформаций он справедлив?
2. Почему график зависимости силы упругости от удлинения для пружины является прямой линией?
3. Почему для резинового образца зависимость силы упругости от удлинения нелинейна?
4. Как по графику определить жесткость пружины?
5. Что происходит с внутренней структурой резины при больших деформациях?
6. Какие виды деформации вы знаете? К какому виду относится растяжение пружины и резины?

Практическая работа № 3. Исследование условий равновесия твердого тела, имеющего ось вращения

- **Цель работы:** Экспериментально проверить правило моментов для твердого тела, находящегося в равновесии под действием нескольких сил.
- **Оборудование:** Рычаг (линейка с отверстиями или лабораторный рычаг), штатив, набор грузов, динамометр, линейка.
- **Ход работы:**
 1. Уравновесьте рычаг на оси вращения, добейтесь его равновесия без грузов.
 2. Подвесьте два груза слева от оси на известном расстоянии (создайте момент силы M_1).
 3. Подберите груз и расстояние справа так, чтобы рычаг снова оказался в равновесии. Вычислите момент сил справа M_2 . Сравните M_1 и M_2 .
 4. Замените один из грузов динамометром. Расположите его на расстоянии dd от оси, прикладывая силу вверх (или вниз). Добейтесь равновесия.

5. Сравните показания динамометра F с расчетным значением, полученным из правила моментов.
6. Сделайте вывод о выполнении правила моментов для тела с осью вращения.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте правило моментов для тела, имеющего ось вращения.
2. Что называется плечом силы? Как его измерить в данной работе?
3. Как изменится равновесие рычага, если увеличить расстояние от точки приложения силы до оси вращения?
4. Можно ли в данной работе пренебречь весом самого рычага? Почему?
5. В чем разница между условиями равновесия тела, не имеющего оси вращения (например, брусок на столе), и тела, имеющего ось вращения?
6. Приведите примеры использования правила моментов в технике и быту.

Тема 2.3. Законы сохранения в механике

Практическая работа № 1. Изучение связи скоростей тел при неупругом ударе

- **Цель работы:** Экспериментально проверить закон сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе.
- **Оборудование:** Две металлические тележки (или два бруска) на рельсе (гладкой поверхности), пластилин (для скрепления), набор грузов, линейка, секундомер.
- **Теоретическая справка:** При абсолютно неупругом ударе тела слипаются и движутся вместе. Закон сохранения импульса: $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v$.
- **Ход работы:**
 1. **Вариант 1.** Одна тележка неподвижна ($v_2 = 0$). Сообщите первой тележке скорость v_1 (толчком). Измерьте скорость v_1 (как в работе №1 раздела 2.1). После столкновения тележки слипаются. Измерьте их общую скорость v . Проверьте равенство $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$.
 2. **Вариант 2.** Движение навстречу друг другу. Сообщите тележкам скорости v_1 и v_2 (противоположно направленные). После удара измерьте скорость слипшихся тележек. Сравните суммарный импульс до и после удара.
 3. Рассчитайте, какая часть кинетической энергии перешла во внутреннюю.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте закон сохранения импульса. В каких системах отсчета он выполняется?
2. Что такое абсолютно неупругий удар? Каковы его особенности?

3. Как в данной работе проверялся закон сохранения импульса?
4. Сохраняется ли при неупругом ударе механическая энергия? Куда она исчезает?
5. Как изменится скорость слипшихся тележек, если масса одной из них увеличится в 2 раза?
6. Почему важно, чтобы поверхность, по которой движутся тележки, была гладкой?

Практическая работа № 2. Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела

- **Цель работы:** Экспериментально подтвердить теорему об изменении кинетической энергии.
- **Оборудование:** Штатив, динамометр, брусок, измерительная лента, набор грузов.
- **Ход работы:**
 1. Положите брусок на стол. Прикрепите к нему динамометр.
 2. Равномерно перемещайте брусок на расстояние SS . Зафиксируйте показания динамометра $F_{тр}$. Работа силы тяги при равномерном движении равна работе против сил трения.
 3. Теперь сообщите бруску ускорение. Потяните динамометр с постоянной силой $F > F_{тр}$ на том же расстоянии S . Запишите показания динамометра (сила тяги F).
 4. Вычислите работу равнодействующей силы: $A = (F - F_{тр}) \cdot S$.
 5. Измерьте время движения tt и определите конечную скорость $v = 2S/t$ (при условии, что начальная скорость равна 0). Вычислите изменение кинетической энергии: $2\Delta E_k = 2mv^2$.
 6. Сравните работу равнодействующей силы и изменение кинетической энергии. Сделайте вывод.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии.
2. Как в данной работе определялась работа равнодействующей силы?
3. Как определялось изменение кинетической энергии тела?
4. Сравните полученные значения работы и изменения кинетической энергии. Сделайте вывод.
5. Какие виды механической энергии вы знаете? Как они связаны между собой?
6. Почему при равномерном движении работа силы тяги не идет на увеличение кинетической энергии?

Практическая работа №3 Технические устройства и практическое применение (Механика)

- **Формат:** Семинар-презентация или работа с информационными стендами.
- **Задания для студентов (разбить на группы):**
 1. **Спидометр и движение снарядов.** Принцип работы спидометра (индукционный или электронный). Расчет траектории снаряда с учетом сопротивления воздуха и без.
 2. **Передачи (цепные и ременные).** Назначение передач. Передаточное число. Почему в велосипеде задняя звездочка меньше передней?
 3. **Подшипники и водомет.** Виды подшипников (скольжения, качения) и их роль в уменьшении трения. Принцип реактивного движения на примере водомета.
 4. **Копер и пружинный пистолет.** Превращение энергии: потенциальная энергия поднятого молота (копер) или сжатой пружины в кинетическую энергию и работу по забиванию сваи.
 5. **Движение спутников и ракет.** Условие первой космической скорости. Многоступенчатые ракеты. Закон сохранения импульса в реактивном движении.

Раздел 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Тема 3.1. Основы МКТ

Практическая работа № 1. Измерение массы воздуха в классной комнате

- **Цель работы:** Рассчитать массу воздуха в помещении, используя уравнение Менделеева-Клапейрона, и оценить погрешность измерений.
- **Оборудование:** Рулетка, термометр, барометр (или данные о давлении из прогноза погоды), таблица молярной массы воздуха.
- **Ход работы:**
 1. Измерьте длину, ширину и высоту классной комнаты. Вычислите объем V (в м^3).
 2. Измерьте температуру воздуха T в помещении (переведите в Кельвины: $T = t^\circ\text{C} + 273$).
 3. Определите атмосферное давление p (в Паскалях). Если барометр anerоид показывает в мм.рт.ст., переведите: $1\text{мм.рт.ст.} \approx 133,3\text{Па}$
 4. Используя уравнение $pV = \nu RT$, выразите массу воздуха: $m = \nu RT / M$, где $M = 0,029\text{кг/моль}$, $R = 8,31\text{Дж/(моль}\cdot\text{К)}$.
 5. Рассчитайте массу. Оцените, сколько учеников (зная среднюю массу человека) "весит" воздух в классе.

Вопросы для самопроверки

1. Какое уравнение описывает состояние идеального газа? Запишите его.
2. Какие параметры воздуха необходимо измерить для расчета его массы?

3. Почему воздух при нормальных условиях можно считать идеальным газом?
4. Какое значение молярной массы воздуха используется в расчетах и почему?
5. Оцените, сколько учеников "весит" воздух в вашей комнате.
6. Как изменится масса воздуха в комнате при повышении температуры? Почему?

Практическая работа № 2. Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа

- **Цель работы:** Экспериментально проверить газовые законы (изотермический, изобарный или изохорный) с использованием доступного оборудования.
- **Оборудование:** Шприц (20-50 мл) с закрытым носиком (запаян или заклеен), набор грузов, линейка, стакан с горячей и холодной водой.
- **Ход работы:**
 1. **Изотермический процесс.** Наберите в шприц воздух, закройте выход. Зафиксируйте начальный объем V_0 (по шкале) и начальное давление p_0 (атмосферное). Ставя на поршень грузы, увеличивайте давление. По шкале шприца определяйте уменьшение объема. Рассчитывайте давление как $p = p_0 + Smg$, где S — площадь поршня (вычислите по диаметру). Постройте график $p(V)$ (изотерма). Убедитесь, что произведение pV примерно постоянно.
 2. **Изобарный процесс.** Зафиксируйте поршень шприца в каком-либо положении (или уберите грузы). Опустите шприц в горячую воду. Измерьте изменение объема (выдвижение поршня) и температуры. Постройте график $V(T)$. Убедитесь в линейности.

Вопросы для самопроверки

1. Какие изопроцессы вы знаете? Какой из них вы исследовали в работе?
2. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта (изотермический процесс).
3. Почему в опыте с изотермическим процессом необходимо делать поправку на атмосферное давление?
4. Какой график получился при построении зависимости $p(V)$? Что это означает?
5. Какие условия необходимо соблюдать, чтобы процесс был изотермическим?
6. Почему при быстром сжатии газа изотермический процесс не получится?

Лабораторная работа 1. Изучение одного из изопроцессов

- **Цель работы:** Изучить изохорный процесс (закон Шарля) и определить температурный коэффициент давления газа.

- **Оборудование:** Стеклянная колба (или металлический баллончик) с манометром, термометр, сосуды с горячей и холодной водой.
- **Ход работы:**
 1. Подключите колбу к манометру. Измерьте давление p_0 и температуру T_0 при комнатных условиях.
 2. Поместите колбу в горячую воду. После того как температура перестанет расти (через 5-7 минут), запишите показания манометра p_1 и температуру T_1 .
 3. Поместите колбу в холодную воду (или снег/лед). Запишите установившиеся показания p_2 и T_2 .
 4. Для всех трех состояний (0, 1, 2) рассчитайте отношение p/T . Сравните результаты. Вывод: при постоянном объеме давление прямо пропорционально температуре.
 5. Рассчитайте температурный коэффициент давления $\beta = p_0 \Delta T / \Delta p$. Сравните с теоретическим значением $1/273$.

Вопросы для самопроверки

1. Какой изопроцесс вы изучали? Как он называется?
2. Сформулируйте закон, описывающий этот изопроцесс (закон Шарля).
3. Как в данной работе определялся температурный коэффициент давления? Каково его теоретическое значение?
4. Почему необходимо дождаться, когда температура газа в колбе сравняется с температурой воды?
5. Какие меры предосторожности нужно соблюдать при работе с горячей водой и стеклянной колбой?
6. Постройте график зависимости $p(T)$ в координатах. Какой вид имеет этот график?

Тема 3.2. Основы термодинамики

Практическая работа: Измерение удельной теплоемкости

- **Цель работы:** Определить удельную теплоемкость твердого тела (металлического цилиндра) методом калориметрии.
- **Оборудование:** Калориметр (или металлический стакан в сосуде с теплоизоляцией), весы, термометр, сосуд с горячей водой, исследуемое тело (металлический цилиндр на нити), мензурка.
- **Ход работы:**
 1. Налейте в калориметр воду массой m_w (измерьте с помощью весов или по объему). Измерьте начальную температуру воды t_1 .
 2. Нагрейте исследуемое тело в кипящей воде (или в сосуде с горячей водой известной температуры t_2).
 3. Быстро перенесите тело в калориметр. Перемешивайте воду и наблюдайте за повышением температуры. Запишите установившуюся температуру t_3 .

4. Составьте уравнение теплового баланса: $c_{\text{хтх}}(t_2 - t_3) = c_{\text{втв}}(t_3 - t_1)$. Учтите теплоемкость калориметра Скал (если дана, или пренебрегите для оценочного расчета).
5. Выразите и вычислите удельную теплоемкость тела $c_{\text{хсх}}$. Сравните с табличным значением (например, для алюминия, железа, латуни).

Вопросы для самопроверки

1. Что называется удельной теплоемкостью вещества? В каких единицах она измеряется?
2. Запишите уравнение теплового баланса для данной работы.
3. Почему важно быстро перенести нагретое тело в калориметр?
4. Зачем нужно перемешивать воду в калориметре?
5. Сравните полученное значение удельной теплоемкости с табличным. Укажите возможные причины расхождения.
6. Что такое калориметр? Каково его назначение и устройство?

Тема 3.3. Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы

Лабораторная работа 2. Определение влажности воздуха

- **Цель работы:** Определить относительную влажность воздуха психрометрическим методом.
- **Оборудование:** Психрометр (два термометра: сухой и влажный), психрометрическая таблица (или калькулятор), стакан с водой, комната.
- **Ход работы:**
 1. Снимите показания сухого термометра t_c .
 2. Увлажните ватку на резервуаре влажного термометра. Запишите показания влажного термометра t_v после того, как они перестанут изменяться (через 5-7 минут).
 3. Вычислите психрометрическую разность $\Delta t = t_c - t_v$.
 4. Используя психрометрическую таблицу (находится на приборе или в учебнике), по t_c и Δt определите относительную влажность ϕ в процентах.
 5. *Альтернатива:* Если психрометра нет, используйте волосяной гигрометр. Снимите показания. Сделайте вывод о соответствии показаний санитарным нормам (40-60%).

Вопросы для самопроверки

1. Что такое относительная влажность воздуха? Как она определяется?
2. В чем заключается принцип работы психрометра? Почему влажный термометр показывает более низкую температуру?
3. Как по показаниям сухого и влажного термометров определить относительную влажность?

4. Какое значение относительной влажности считается комфортным для человека?
5. Почему при 100% влажности испарение воды прекращается?
6. В какое время суток влажность воздуха обычно выше? Почему?

Практическая работа №1. Технические устройства и практическое применение (Молекулярная физика)

- **Формат:** Кейс-стади или "Что внутри?".
- **Задания:**
 1. **Термометр и барометр.** Принципы работы (жидкостное расширение, газовый термометр, барометр Торричелли, барометр-анероид). Где используется деформационная чувствительность?
 2. **ДВС, холодильник, кондиционер.** Объяснить принцип действия тепловых машин. Нарисовать цикл. Где рабочее тело получает тепло, а где отдает?
 3. **Гигрометр и психрометр.** Почему влажный термометр показывает температуру ниже? Как это используется для определения влажности?
 4. **Нанотехнологии.** Почему свойства наноматериалов (например, фуллеренов, графена) отличаются от свойств макроскопических тел? (Связь с размером частиц и площадью поверхности).

Вопросы для самопроверки

1. Объясните принцип работы жидкостного термометра. Почему используется ртуть или спирт?
2. Как устроен барометр-анероид? Почему он называется "безжидкостным"?
3. Опишите цикл работы двигателя внутреннего сгорания (4 такта).
4. В чем заключается принцип работы холодильника? Как переносится тепло?
5. Что такое наноматериалы? Почему их свойства отличаются от свойств обычных материалов?

Раздел 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Тема 4.1. Электростатика

Практическая работа: Измерение электроемкости конденсатора

- **Цель работы:** Экспериментально определить электроемкость плоского конденсатора баллистическим методом (с помощью гальванометра) или методом сравнения с эталонным.
- **Оборудование:** Конденсатор с известной площадью пластин и расстоянием между ними, источник напряжения (4-6 В), электрометр (или мультиметр в режиме измерения емкости, если есть), набор диэлектрических пластин, линейка.

- **Ход работы:**

1. **Прямое измерение.** Если есть мультиметр с функцией C , просто подключите конденсатор и запишите емкость.
2. **Теоретический расчет.** Измерьте геометрические размеры пластин: площадь S (перекрывающей части) и расстояние d . Рассчитайте емкость по формуле $C = d\epsilon_0\epsilon S$, приняв $\epsilon = 1$ (воздух). Сравните с измеренной.
3. **Исследование зависимости.** Вставьте между пластинами пластину из оргстекла (или другого диэлектрика). Измерьте емкость. Рассчитайте диэлектрическую проницаемость материала $\epsilon = C \text{ с диэл} / C \text{ без диэл}$. Сравните с табличным значением.
4. Измените расстояние между пластинами, наблюдайте за изменением емкости.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое емкость конденсатора? От каких параметров она зависит?
2. Запишите формулу емкости плоского конденсатора. Объясните смысл величин.
3. Как изменится емкость конденсатора, если увеличить расстояние между пластинами?
4. Что такое диэлектрическая проницаемость? Как ее можно определить экспериментально?
5. Какие типы конденсаторов вы знаете? Где они применяются?
6. Почему в расчетной формуле используется площадь перекрытия пластин?

Тема 4.2. Постоянный ток

Лабораторная работа 3. Изучение смешанного соединения резисторов

- **Цель работы:** Экспериментально проверить законы последовательного и параллельного соединения проводников, рассчитать эквивалентное сопротивление.
- **Оборудование:** Источник питания, три резистора (R_1 , R_2 , R_3 с известными или неизвестными номиналами), амперметр, вольтметр, соединительные провода.
- **Ход работы:**
 1. **Последовательное соединение.** Соберите цепь из двух (трех) последовательно соединенных резисторов. Измерьте силу тока в цепи и напряжение на каждом резисторе и на всем участке. Проверьте: $I = I_1 = I_2$, $U = U_1 + U_2$. Рассчитайте $R_{\text{экв}} = U/I$. Сравните с суммой $R_1 + R_2$.

2. **Параллельное соединение.** Соберите цепь из двух (трех) параллельно соединенных резисторов. Измерьте напряжение на участке (общее) и силу тока в неразветвленной части и в каждой ветви. Проверьте: $U=U_1=U_2$, $I=I_1+I_2$. Рассчитайте $R_{\text{экв}}$. Проверьте формулу $R_{\text{экв}}=R_1+R_2$.
3. **Смешанное соединение.** Соберите цепь по выданной схеме (например, R_1 последовательно с параллельной цепью R_2 и R_3). Выполните измерения. Рассчитайте эквивалентное сопротивление теоретически и сравните с экспериментальным.

Вопросы для самопроверки

1. Запишите формулы для расчета эквивалентного сопротивления при последовательном и параллельном соединении.
2. Как распределяются силы токов и напряжения при последовательном соединении?
3. Как распределяются силы токов и напряжения при параллельном соединении?
4. Почему при параллельном соединении общее сопротивление меньше наименьшего из сопротивлений?
5. Как в данной работе проверялось смешанное соединение?
6. Где на практике применяются различные виды соединений проводников?

Лабораторная работа 4. Измерение электродвижущей силы источника тока и его внутреннего сопротивления

- **Цель работы:** Определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока (аккумулятора или батарейки) методом вольтметра и амперметра.
- **Оборудование:** Источник питания (батарейка), вольтметр (высокоомный), амперметр, реостат (или магазин сопротивлений), ключ, соединительные провода.
- **Теоретическая справка:** Закон Ома для полной цепи: $I=R+rE$. Напряжение на зажимах источника: $U=E-Ir$.
- **Ход работы:**
 1. Измерьте напряжение на клеммах источника при разомкнутом ключе (холостой ход). Это напряжение равно ЭДС (E), так как ток отсутствует.
 2. Замкните цепь, включив реостат на максимальное сопротивление. Измерьте силу тока I_1 и напряжение U_1 .
 3. Измените сопротивление реостата (уменьшите), измерьте I_2 и U_2 .
 4. Составьте систему уравнений:

$$E=U_1+I_1r$$

$$E=U_2+I_2r$$
 Решите ее относительно r и E .

5. Либо постройте график зависимости $U(I)$. График представляет собой прямую линию, отсекающую на оси U отрезок, равный E , а тангенс угла наклона (со знаком минус) равен r .

Вопросы для самопроверки

1. Что такое ЭДС источника тока? Как ее измерить экспериментально?
2. Запишите закон Ома для полной цепи.
3. Почему напряжение на зажимах источника при разомкнутой цепи равно ЭДС?
4. Как по графику зависимости $U(I)$ определить ЭДС и внутреннее сопротивление?
5. Каким должно быть внутреннее сопротивление источника, чтобы он приближался к идеальному?
6. Почему при коротком замыкании источник может выйти из строя?

Тема 4.3. Магнитное поле и электромагнитная индукция

Практическая работа № 1. Изучение магнитного поля катушки с током

- **Цель работы:** Экспериментально изучить картину магнитного поля соленоида с помощью железных опилок (или магнитной стрелки) и определить направление линий индукции.
- **Оборудование:** Катушка-моток (соленоид), источник постоянного тока, реостат, ключ, компас (магнитная стрелка), железные опилки, лист бумаги, прозрачная пластина.
- **Ход работы:**
 1. Соберите цепь, подключив катушку к источнику через реостат.
 2. **Качественное наблюдение.** Расположите катушку горизонтально. Насыпьте железные опилки на лист бумаги, расположенный над катушкой. Замкните цепь. Легко постучите по бумаге. Опилки выстроятся вдоль линий магнитного поля. Зарисуйте картину (внутри катушки линии параллельны, снаружи — как у полосового магнита).
 3. **Определение полюсов.** Поднесите к торцу катушки компас. По положению северного полюса стрелки определите, какой полюс магнитного поля образовался у этого торца. Используя правило правой руки (или правило буравчика), свяжите направление тока в витках с направлением магнитного поля.
 4. Измените направление тока, наблюдайте за сменой полюсов.

Вопросы для самопроверки

1. Как определить полюса магнитного поля соленоида? Сформулируйте правило правой руки.

2. Какую картину дают железные опилки в магнитном поле? Что показывают линии опилок?
3. Как изменится картина поля, если увеличить силу тока в катушке?
4. Чем отличается магнитное поле катушки от поля постоянного магнита?
5. Что такое соленоид? Где он применяется?
6. Как зависит индукция магнитного поля внутри соленоида от числа витков и силы тока?

Практическая работа № 2. Исследование действия постоянного магнита на рамку с током

- **Цель работы:** Изучить вращающий момент, действующий на рамку с током в магнитном поле, и выяснить, от каких параметров он зависит.
- **Оборудование:** Легкая рамка (проволочный контур прямоугольной формы) на подвесе (чтобы могла вращаться), постоянный подковообразный или полосовой магнит, источник постоянного тока, провода, компас.
- **Ход работы:**
 1. Подвесьте рамку так, чтобы она могла свободно вращаться в горизонтальной плоскости.
 2. Пропустите через рамку ток. Поднесите магнит к рамке (полюс перпендикулярно плоскости рамки). Наблюдайте поворот рамки.
 3. Исследуйте зависимость:
 - От силы тока (увеличьте ток — угол поворота увеличится).
 - От площади рамки (возьмите рамку другого размера).
 - От ориентации магнита (измените полюс — рамка повернется в другую сторону).
 4. Объясните наблюдаемое явление на основе закона Ампера (силы, действующие на проводники с током в магнитном поле). Укажите, на каком принципе основана работа электродвигателя.

Вопросы для самопроверки

1. Какая сила действует на проводник с током в магнитном поле? Сформулируйте закон Ампера.
2. От каких параметров зависит вращающий момент, действующий на рамку с током?
3. Как изменится направление вращения рамки при изменении направления тока?
4. На каком принципе основана работа электродвигателя?
5. Почему в реальных электродвигателях используется не один виток, а множество?
6. Что такое коллектор в электродвигателе? Какова его роль?

Лабораторная работа 5. Изучение явления электромагнитной индукции

- **Цель работы:** Наблюдать явление электромагнитной индукции и проверить правило Ленца.
- **Оборудование:** Две катушки (одна с сердечником, другая без), миллиамперметр (гальванометр), постоянный магнит, источник тока, реостат, ключ.
- **Ход работы:**
 1. **Опыт 1. Магнит и катушка.** Подключите катушку к гальванометру. Вдвигайте постоянный магнит в катушку. Наблюдайте отклонение стрелки (возникновение индукционного тока). Выдвигайте магнит — стрелка отклоняется в другую сторону. Остановите магнит — тока нет.
 2. **Опыт 2. Правило Ленца.** Повторите опыт, меняя полюса магнита. Установите связь между направлением движения магнита и направлением тока. Сформулируйте правило Ленца: индукционный ток направлен так, чтобы препятствовать причине, его вызывающей.
 3. **Опыт 3. Взаимная индукция.** Подключите первую катушку (с сердечником) к источнику питания через ключ. Вторую катушку подключите к гальванометру. Наденьте вторую катушку на сердечник первой. Замыкайте и размыкайте ключ. Наблюдайте за появлением тока во второй цепи.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте явление электромагнитной индукции.
2. Сформулируйте правило Ленца. Как оно было проверено в работе?
3. От чего зависит величина индукционного тока?
4. В каком опыте наблюдалось явление взаимной индукции?
5. Как изменится направление индукционного тока, если вдвигать магнит в катушку не северным, а южным полюсом?
6. Какое практическое применение имеет явление электромагнитной индукции?

Практическая работа: Технические устройства и практическое применение (Электродинамика)

- **Формат:** Защита проектов (по 5-7 минут).
- **Темы для проектов:**
 1. **Электроскоп, электрометр, конденсатор.** Принципы работы, применение в технике (копировальный аппарат, струйный принтер).
 2. **Измерительные приборы (амперметр, вольтметр, реостат).** Электроизмерительные приборы магнитоэлектрической и электромагнитной систем.

3. **Полупроводниковые приборы.** Термисторы, фоторезисторы, полупроводниковый диод (односторонняя проводимость, применение в выпрямителях).
4. **Электродвигатель и электромагниты.** Устройство и принцип работы. Применение: от ускорителей частиц до индукционных печей.
5. **Электробезопасность.** Заземление, короткое замыкание, электростатическая защита. Почему нельзя касаться оголенных проводов и как работают УЗО?

Раздел 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Тема 5.1. Механические и электромагнитные колебания

Практическая работа № 1. Исследование зависимости периода малых колебаний груза на нити от длины нити и массы груза

- **Цель работы:** Экспериментально определить, от каких параметров зависит период колебаний математического маятника.
- **Оборудование:** Штатив, нить, набор грузов разной массы, секундомер, измерительная лента.
- **Ход работы:**
 1. **Зависимость от амплитуды.** Отклоните маятник на 5 см, 10 см, 15 см. Измерьте время 10-20 полных колебаний. Убедитесь, что при малых амплитудах период практически не меняется.
 2. **Зависимость от массы.** Закрепите нить длиной 1 м. Подвешивайте грузы разной массы (50 г, 100 г, 200 г). Измеряйте период. Убедитесь, что период от массы не зависит.
 3. **Зависимость от длины.** Меняйте длину нити (например, 1 м, 0,75 м, 0,5 м). Для каждой длины измерьте период.
 4. Постройте график зависимости T^2 от l . Убедитесь, что график — прямая линия. Рассчитайте ускорение свободного падения g по формуле $g = T^2 4\pi^2 / l$.

Вопросы для самопроверки

1. От каких параметров зависит период колебаний математического маятника?
2. Почему при малых амплитудах период не зависит от амплитуды?
3. Как изменится период маятника, если увеличить длину нити в 4 раза?
4. Какое значение ускорения свободного падения g вы получили? Сравните с табличным.
5. Почему масса груза не влияет на период колебаний?
6. Где применяется свойство независимости периода от амплитуды?

Практическая работа № 2. Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединенных конденсатора, катушки и резистора

- **Цель работы:** Наблюдать явление резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.
- **Оборудование:** Генератор звуковой частоты (или лабораторный блок питания с функцией генератора), катушка индуктивности, конденсатор (сменной емкости), резистор (10-50 Ом), осциллограф (или мультиметры для измерения переменного напряжения), соединительные провода.
- **Ход работы:**
 1. Соберите последовательную цепь: генератор — резистор — катушка — конденсатор — обратно к генератору.
 2. Подключите осциллограф (или вольтметр) параллельно резистору (для контроля тока) и параллельно конденсатору/катушке (для наблюдения напряжения).
 3. Установите фиксированную частоту генератора. Изменяя емкость конденсатора (или частоту), добейтесь максимального напряжения на резисторе (максимальный ток). Это резонанс.
 4. В момент резонанса измерьте напряжение на конденсаторе U_C и на катушке U_L . Сравните их с напряжением на входе U . Наблюдайте превышение напряжения (резонанс напряжений).
 5. Зарисуйте зависимости тока от частоты (резонансная кривая).

Вопросы для самопроверки

1. Что такое резонанс напряжений? При каком условии он наступает?
2. Как ведут себя напряжения на конденсаторе и катушке в момент резонанса?
3. Почему в момент резонанса напряжение на реактивных элементах может превышать входное напряжение?
4. Как изменится резонансная частота при увеличении емкости конденсатора?
5. Какую форму сигнала вы наблюдали на осциллографе?
6. Где применяется явление резонанса в технике?

Тема 5.2. Оптика

Практическая работа: Наблюдение дисперсии света

- **Цель работы:** Наблюдать разложение белого света в спектр при прохождении через призму и объяснить явление дисперсии.
- **Оборудование:** Стеклянная трехгранная призма, источник белого света (лампочка с щелевым экраном), экран, лист бумаги.
- **Ход работы:**
 1. Расположите на столе источник света так, чтобы узкий пучок (или луч, проходящий через щель) падал на грань призмы.

2. Поворачивая призму, добейтесь появления на экране цветной полосы (спектра).
3. Зарисуйте порядок цветов в спектре (от красного к фиолетовому).
4. Объясните, почему угол отклонения разный для разных цветов. (Скорость света в веществе зависит от частоты, а значит, и показатель преломления n различен).
5. (Усложнение) Наблюдайте спектр через призму, используя источник света с линейчатым спектром (ртутная лампа) и сплошной спектр (лампа накаливания).

Вопросы для самопроверки

1. Что такое дисперсия света? В чем она проявляется?
2. Почему белый свет разлагается в спектр при прохождении через призму?
3. Какой цвет отклоняется призмой сильнее всего? Какой — слабее всего? Почему?
4. Чем отличается сплошной спектр от линейчатого?
5. Объясните, почему возникает радуга, с точки зрения физики.
6. Зависит ли показатель преломления от цвета света?

Лабораторная работа 6. Измерение показателя преломления стекла

- **Цель работы:** Определить показатель преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластины.
- **Оборудование:** Стеклопластина с параллельными гранями, булавки (4 шт.), лист бумаги, линейка, транспортир.
- **Ход работы:**
 1. Положите пластину на лист бумаги и обведите её контур.
 2. Втыкая булавки, постройте ход луча: две булавки на входе (определяют падающий луч), две булавки на выходе (определяют преломленный луч), глядя через пластину.
 3. Уберите пластину. Соедините точки входа и выхода луча (преломленный луч внутри пластины).
 4. Восстановите перпендикуляр в точке падения.
 5. Транспортиром измерьте угол падения α и угол преломления β .
 6. Вычислите показатель преломления: $n = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$.
 7. Повторите для разных углов падения (3-4 раза). Найдите среднее значение.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое абсолютный и относительный показатели преломления?
2. Запишите закон преломления света.
3. Почему при переходе света из воздуха в стекло угол преломления меньше угла падения?

4. Каким образом с помощью булавок фиксируется ход луча?
5. Как изменится угол преломления, если взять пластину из другого материала (например, с большим показателем преломления)?
6. Каков физический смысл показателя преломления?

Лабораторная работа 7. Исследование свойств изображений в линзах

- **Цель работы:** Изучить свойства линз (собирающих и рассеивающих) и научиться получать различные изображения.
- **Оборудование:** Оптическая скамья, собирающая линза, рассеивающая линза, экран, лампа с матовым стеклом (предмет), измерительная лента.
- **Ход работы:**
 1. **Собирающая линза.** Расположите предмет на расстоянии $d > 2F$ (за двойным фокусом). Перемещая экран, получите четкое изображение. Охарактеризуйте его (действительное, уменьшенное, перевернутое).
 2. Расположите предмет между F и $2F$. Охарактеризуйте изображение (действительное, увеличенное, перевернутое).
 3. Расположите предмет между линзой и фокусом $d < F$. Посмотрите на предмет через линзу. Охарактеризуйте изображение (мнимое, прямое, увеличенное).
 4. Измерьте расстояния от предмета до линзы и от линзы до экрана. По формуле тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ рассчитайте фокусное расстояние. Сравните с паспортным.
 5. **Рассеивающая линза.** Прodelайте опыты с рассеивающей линзой. Объясните, почему она всегда дает мнимое изображение.

Вопросы для самопроверки

1. Какие типы линз вы знаете? Чем они отличаются?
2. Какое изображение дает собирающая линза при разных положениях предмета?
3. Какое изображение всегда дает рассеивающая линза?
4. Запишите формулу тонкой линзы. Как определить фокусное расстояние экспериментально?
5. Что такое оптическая сила линзы? В каких единицах она измеряется?
6. Где применяются линзы в технике и быту?

Раздел 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Тема 6.1. Основы теории относительности

Практическая работа: Относительность времени и длины (решение качественных и расчетных задач)

- **Цель работы:** Научиться применять преобразования Лоренца для решения задач на релятивистское сокращение длины и замедление времени; качественно объяснять постулаты СТО.
- **Оборудование:** Раздаточный материал с задачами, таблицы значений скоростей, компьютер с симуляцией эффектов СТО (по возможности).
- **Теоретическая справка:** Специальная теория относительности базируется на двух постулатах: принцип относительности Эйнштейна (законы физики одинаковы во всех инерциальных системах отсчета) и принцип постоянства скорости света (скорость света в вакууме одинакова во всех ИСО). Следствия: релятивистское замедление времени $\Delta t = \frac{1}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \Delta \tau$ и сокращение длины $L = L_0 \sqrt{1-v^2/c^2}$.
- **Ход работы:**
 1. **Разбор постулатов.** Обсуждение: почему скорость света не складывается со скоростью источника в отличие от классической механики? Анализ мысленного эксперимента с движущимся поездом и световым сигналом.
 2. **Решение задач:**
 - *Задача 1 (замедление времени):* С какой скоростью должна двигаться ракета, чтобы время в ней шло в 2 раза медленнее, чем на Земле?
 - *Задача 2 (сокращение длины):* Собственная длина стержня 1 м. Какую длину он будет иметь для наблюдателя, относительно которого он движется со скоростью 0,8с?
 - *Задача 3 (относительность одновременности):* В системе отсчета, связанной с Землей, две молнии ударили одновременно в две точки, расстояние между которыми 10 км. Оцените интервал времени между этими событиями в системе отсчета космического корабля, пролетающего со скоростью 0,9с вдоль линии, соединяющей точки ударов.
 3. **Анализ парадоксов.** Обсуждение "парадокса близнецов": качественное объяснение с точки зрения неинерциальности системы отсчета одного из близнецов.
 4. **Сравнение классической и релятивистской механики.** Заполнение сравнительной таблицы: понятие времени, пространства, массы, скорости.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте постулаты специальной теории относительности.
2. В чем суть релятивистского замедления времени? Запишите формулу.
3. Что такое собственная длина тела? Как она связана с длиной, измеряемой в движущейся системе отсчета?
4. Почему классический закон сложения скоростей не работает при скоростях, близких к скорости света?
5. В чем заключается "парадокс близнецов"? Как он разрешается?

6. При каких скоростях проявляются релятивистские эффекты?

Раздел 7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Тема 7.1. Элементы квантовой оптики

Практическая работа: Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна

- **Цель работы:** Экспериментально (на виртуальной модели) или расчетно изучить законы фотоэффекта и определить постоянную Планка.
- **Оборудование:** Компьютер с виртуальной лабораторией "Фотоэффект" (PhET Colorado или аналоги) — предпочтительно, либо набор задач и справочные таблицы.
- **Ход работы (с использованием виртуальной лаборатории):**
 1. Запустите симуляцию фотоэффекта. Установите материал катода (например, цинк, натрий).
 2. **Первый закон фотоэффекта.** Зафиксируйте частоту излучения выше "красной границы". Изменяйте интенсивность света (количество фотонов). Наблюдайте за изменением фототока (силы тока насыщения). Сделайте вывод: фототок насыщения (количество выбитых электронов) пропорционален интенсивности.
 3. **Второй закон фотоэффекта.** Зафиксируйте интенсивность. Изменяйте частоту света. Наблюдайте за изменением максимальной кинетической энергии электронов (по задерживающему напряжению). Сделайте вывод: кинетическая энергия линейно растет с частотой и не зависит от интенсивности.
 4. **Третий закон (красная граница).** Уменьшайте частоту света до тех пор, пока фототок не прекратится. Определите красную границу для выбранного металла.
 5. **Расчет постоянной Планка.** Используя уравнение Эйнштейна $h\nu = A_{\text{вых}} + E_k$ и измеренные значения задерживающего напряжения U_z ($E_k = eU_z$), постройте график зависимости U_z от ν . По угловому коэффициенту графика $k = h/e$ определите постоянную Планка h . Сравните с табличным значением.

Вопросы для самопроверки

1. Сформулируйте законы фотоэффекта.
2. Запишите уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объясните смысл величин.
3. Что такое красная граница фотоэффекта? От чего она зависит?
4. Как изменится фототок, если увеличить частоту света при неизменной интенсивности?
5. Как в данной работе определялась постоянная Планка?
6. Объясните, почему классическая физика не смогла объяснить фотоэффект.

Тема 7.2. Строение атома

Практическая работа: Наблюдение линейчатого спектра

- **Цель работы:** Наблюдать линейчатые спектры испускания инертных газов (или паров металлов) и сравнить их со сплошным спектром; идентифицировать неизвестный газ по его спектру.
- **Оборудование:** Спектроскоп (или спектроскоп-монокуляр), спектральные трубки с различными газами (водород, гелий, неон, аргон и др.), источник высокого напряжения (индукционная катушка или генератор), лампа накаливания (для сплошного спектра).
- **Ход работы:**
 1. Ознакомьтесь с устройством спектроскопа (коллиматор, призма/дифракционная решетка, окуляр со шкалой).
 2. Направьте спектроскоп на лампу накаливания (сплошной спектр). Зарисуйте наблюдаемую картину (непрерывная полоса от красного до фиолетового).
 3. Подключите спектральную трубку с гелием. Направьте спектроскоп на светящуюся трубку. Зарисуйте расположение и цвета наиболее ярких линий.
 4. Повторите опыт для трубок с неоном и аргоном. Зарисуйте их спектры.
 5. **Идентификация.** Получите трубку с неизвестным газом. По характерному расположению линий (по цвету и положению относительно шкалы) определите, какой это газ, сравнивая с ранее зарисованными спектрами.
 6. Сделайте вывод о дискретности энергетических уровней атомов и о том, что спектр — это "паспорт" атома.

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличается линейчатый спектр от сплошного?
2. Почему каждый химический элемент имеет свой уникальный линейчатый спектр?
3. Как объясняет линейчатый спектр постулаты Бора?
4. Как можно идентифицировать неизвестный газ по его спектру?
5. Что такое спектральный анализ? Где он применяется?
6. Почему спектр поглощения выглядит как сплошной с темными линиями?

Тема 7.3. Атомное ядро

Практическая работа: Исследование треков частиц (по готовым фотографиям)

- **Цель работы:** Научиться анализировать фотографии треков заряженных частиц в камере Вильсона, определять тип частиц по характеру трека и применять законы сохранения.
- **Оборудование:** Набор фотографий (или цифровых изображений) треков частиц (альфа-частиц, электронов, протонов, продуктов ядерных реакций), линейка, карандаш, справочные таблицы (массы, заряды частиц).
- **Ход работы:**
 1. Получите фотографию треков в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле (индукция перпендикулярна плоскости фотографии).
 2. **Определение знака заряда.** Определите направление вектора магнитной индукции $\vec{B}$ и начальное направление движения частиц (обычно от источника). Применяв правило левой руки, определите знак заряда частиц (вверх/вниз, влево/вправо).
 3. **Определение типа частицы.** По толщине и длине трека определите: толстый короткий трек — альфа-частица (большая масса, большой заряд, сильно ионизирует), тонкий длинный — электрон (малая масса), трек средней толщины — протон. Если есть вилка (разветвление) — это результат ядерной реакции.
 4. **Расчет энергии.** По радиусу кривизны трека R (измерьте хорду и стрелку сегмента или радиус по готовой разметке) и известной индукции B рассчитайте импульс частицы: $p = qBR$. Затем найдите кинетическую энергию (для нерелятивистских частиц $E_k = p^2/2m$).
 5. **Применение законов сохранения.** Если на фотографии зафиксирована реакция (например, $\alpha + N \rightarrow O + p$), проверьте визуально выполнение закона сохранения импульса (векторная сумма импульсов продуктов реакции должна совпадать с импульсом налетающей частицы).

Вопросы для самопроверки

1. Как по характеру трека в камере Вильсона определить тип частицы?
2. Как определить знак заряда частицы, если камера помещена в магнитное поле?
3. Что означает "вилка" на треке?
4. Как по радиусу кривизны трека определить импульс и энергию частицы?
5. Какие законы сохранения выполняются при ядерных реакциях?
6. В чем преимущество камеры Вильсона перед другими детекторами частиц?

Практическая работа: Деловая игра "Методы научного познания в физике"

- **Цель работы:** Систематизировать знания о методах научного познания, научиться различать этапы научного исследования.
- **Формат:** Групповая работа (4-5 групп).
- **Ход работы:**
 1. **Вводная часть.** Преподаватель напоминает структуру научного познания: наблюдение → факт → гипотеза → эксперимент → закон → теория.
 2. **Этап 1. "От наблюдения к гипотезе".** Каждая группа получает описание исторического наблюдения (например, падение тел разной массы, отклонение магнитной стрелки током, свечение раскаленного металла). Задание: сформулировать научный факт и выдвинуть гипотезу, объясняющую данное явление.
 3. **Этап 2. "Планирование эксперимента".** Группы обмениваются гипотезами. Задание: предложить план эксперимента для проверки выдвинутой гипотезы. Какое оборудование нужно? Какие величины измерять? Какие параметры контролировать?
 4. **Этап 3. "От закона к теории".** На основе "проведенного" (смоделированного) эксперимента сформулировать физический закон (словесно и математически). Объяснить границы применимости этого закона.
 5. **Презентация результатов.** Каждая группа представляет свой "путь познания" от явления до теории.
 6. **Рефлексия.** Обсуждение роли моделирования, абстракции и измерения в физике.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое научный факт? Чем он отличается от наблюдения?
2. Какова роль гипотезы в научном познании?
3. Что такое физический эксперимент? Каковы его основные элементы?
4. Чем физический закон отличается от физической теории?
5. Что такое моделирование в физике? Приведите примеры.
6. Почему любая физическая теория имеет границы применимости?

Практическая работа: Технические устройства и практическое применение (Квантовая физика)

- **Формат:** Технический квест или работа с образцами (если есть) и информационными карточками.
- **Задания для студентов (работа по станциям):**
 1. **Станция 1. Фотоэлементы и светодиоды.** Устройство и принцип работы (внешний и внутренний фотоэффект, р-п-переход). Применение: солнечные батареи, датчики освещенности, светодиодное освещение, лазерные указки.

2. **Станция 2. Спектроскоп и спектральный анализ.** Как работает спектроскоп? Почему по спектру можно определить химический состав звезд и веществ? Применение в криминалистике, медицине, металлургии.
3. **Станция 3. Дозиметры и камера Вильсона.** Принцип регистрации ионизирующих излучений. Что такое ионизация? Как устроен счетчик Гейгера? Как выглядит трек частицы в камере Вильсона? Нормы радиационной безопасности.
4. **Станция 4. Ядерный реактор и атомная бомба.** Принцип деления ядер урана, цепная ядерная реакция. Управляемая и неуправляемая цепная реакция. Устройство ядерного реактора (замедлитель, регулирующие стержни, теплоноситель). Применение: атомная энергетика, атомный флот.
5. **Станция 5. Квантовый компьютер.** Элементарное понятие о кубите, принципе суперпозиции. Чем квантовый компьютер отличается от классического? Перспективы применения.

Вопросы для самопроверки

1. Объясните принцип работы фотоэлемента. Где он применяется?
2. Как устроен и работает светодиод? Чем он отличается от лампы накаливания?
3. На чем основан принцип работы лазера? Где он применяется?
4. Как устроен счетчик Гейгера? Как он регистрирует частицы?
5. Что такое цепная ядерная реакция? Как она управляется в ядерном реакторе?
6. В чем отличие квантового компьютера от классического?

Раздел 8. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ

Тема 8.1. Элементы астрономии и астрофизики

Лабораторная работа 8. Наблюдения невооруженным глазом с использованием компьютерных приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату: основные созвездия Северного полушария и яркие звезды

- **Цель работы:** Научиться ориентироваться по звездному небу, находить основные созвездия Северного полушария и яркие звезды, используя компьютерные планетарии (или подвижную карту звездного неба).
- **Оборудование:** Компьютеры с установленным программным обеспечением (Stellarium, SkySafari или аналоги) — предпочтительно; при отсутствии ПК — подвижные карты звездного неба, компас, фонарик с красным светом.
- **Ход работы:**

1. **Настройка программы.** Запустите программу-планетарий (например, Stellarium). Установите местоположение (широту и долготу своего населенного пункта), дату и время текущего занятия (или заданное преподавателем время вечером текущего дня).
2. **Ориентирование по сторонам света.** Найдите на небосводе направление на север (полярная ось). Найдите Полярную звезду (альфа Малой Медведицы). Объясните, почему Полярная звезда всегда находится в северной стороне неба.
3. **Поиск созвездий.** Используя поиск или визуально, найдите и зарисуйте (или скопируйте вид) следующие созвездия: Большая Медведица, Малая Медведица, Кассиопея, Лира (с Вегой), Лебедь (с Денебом), Орел (с Альтаиром). Отметьте расположение ярких звезд: α , β , γ в этих созвездиях.
4. **Использование "осенне-зимнего" или "весенне-летнего" треугольника.** В зависимости от сезона найдите "Летне-осенний треугольник" (Вега, Денеб, Альтаир) или "Зимний треугольник" (Сириус, Прокцион, Бетельгейзе). Определите, в каких созвездиях находятся эти звезды.
5. **Определение горизонтальных координат.** Выберите любую яркую звезду. Используя программу, определите её высоту над горизонтом и азимут на заданное время. Объясните, как меняются эти координаты в течение ночи.
6. **Моделирование вращения.** Ускорьте время в программе (Ctrl + стрелка вверх). Наблюдайте суточное вращение звездного неба. Обратите внимание, что Полярная звезда остается на месте.

Вопросы для самопроверки

1. Как найти Полярную звезду на небе? Почему она всегда указывает на север?
2. Какие созвездия Северного полушария вы научились находить?
3. Что такое суточное вращение звездного неба? Как оно проявляется?
4. Что такое высота светила над горизонтом и азимут?
5. Почему в программе-планетарии необходимо указывать местоположение и время?
6. Как изменяется вид звездного неба в зависимости от времени года?

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ПИСЬМЕННОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

4.1 Указания по оформлению самостоятельной письменной работы и выбора варианта

Самостоятельная письменная работа по дисциплине «Физика» выполняется в сроки, предусмотренные учебным планом для заочной формы обучения. Самостоятельная письменная работа включает решение трёх задач, которые определяются по таблице. Номера вариантов студенты устанавливают по двум последним цифрам личного дела (шифра). В таблице по горизонтали «Б» размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых - последняя цифра в шифре. По вертикали «А» также размещены цифры от 0 до 9, каждая из которых - предпоследняя цифра в шифре, например: шифр ИСП-ПЗ-015-027. Пересечение второй строки и седьмого столбца определяет номер варианта – 28, 59, 109.

При оформлении письменной работы на титульном листе указывается фамилия, инициалы студента, курс, направление, номер (шифр) личного дела и наименование дисциплины «Физика». Также на титульном листе указывается номер варианта.

При ответе, сначала приводится номер и формулировка задачи, затем приводится текст ответа.

В ответе на вопросы нужно проявить умение обобщать изученный материал. Ответы должны быть полными по существу и краткими по форме. Не допускается дословное переписывание материала из учебника и другой литературы. При решении задач целесообразно воспользоваться справочным материалом, расположенным сразу заданий контрольной работы.

Содержание работы оформляется разборчивым почерком, страница нумеруется внизу по центру, на каждой странице оставляются поля для замечаний рецензента. В конце работы приводится список используемой литературы, дата и подпись автора и оставляется место для рецензии.

При положительной рецензии обучающийся допускается к собеседованию, в ходе которого проверяются знания по излагаемым ответам. В случае отрицательной рецензии работа возвращается студенту для доработки. При повторном представлении работы на проверку прилагается и первоначальный вариант с рецензией.

Собеседование по письменной работе проводится в первые дни экзаменационной сессии в свободное или предусмотренное расписанием время.

При подготовке ответов на вопросы самостоятельной письменной работы следует пользоваться рекомендованным списком литературы.

Таблица для определения варианта письменной работы

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
3	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
4	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
5	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141
6	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	113	114	115	116	117	118	119	120	121	114
7	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
8	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
9	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7
	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141

Задания контрольной работы

1. Точка движется по окружности радиусом $R=4$ м. Закон ее движения выражается уравнением $S = A+Bt^2$, где $A=8$ м; $B= -2$ м/с². Найти момент времени t , когда нормальное ускорение точки $an= 9$ м/с², скорость v , тангенциальное $a\tau$ и полное a ускорения точки в этот момент времени.

2. Две материальные точки движутся согласно уравнениям: $x_1=A_1t+B_1t_2+ C_1t_3$ и $x_2=A_2t + B_2t_2+ C_2t_3$, где $A_1=4$ м/с; $B_1=8$ м/с²; $C_1=-16$ м/с³; $A_2=2$ м/с; $B_2=-4$ м/с²; $C_2=1$ м/с³. В какой момент времени t ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости v_1 и v_2 точек в этот момент.

3. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями $x_1=A_1t + B_1t+ C_1t_2$ и $x_2=A_2 + B_2t+ C_2t_2$, где $A_1=20$ м; $B_1=2$ м/с; $C_1=-4$ м/с²; $A_2=2$ м;

$B_2=2 \text{ м/с}$; $C_2=0,5 \text{ м/с}^2$. В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковы? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?

4. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид $x = At + Bt^3$, где $A=3 \text{ м/с}$; $B=0,06 \text{ м/с}^3$. Найти скорость v и ускорение точки в момент времени $t_1=0$ и $t_2=3 \text{ с}$. Каковы средние значения скорости и ускорения за первые 3 с движения?

5. Точка движется по прямой согласно уравнению $x=At + Bt^3$, где $A=6 \text{ м/с}$; $B=0,125 \text{ м/с}^3$. Определить среднюю скорость $\left\langle \frac{\Delta s}{\Delta t} \right\rangle$ точки в интервале времени от $t_1=2 \text{ с}$ до $t_2=6 \text{ с}$.

6. Колесо турбины радиусом 1 м из состояния покоя приводят во вращение, при этом за одну минуту при равноускоренном движении оно достигло угловой скорости 24 рад/с . Определить угловое ускорение; число оборотов, которое сделает колесо за это время; линейную скорость точек обода колеса при этой угловой скорости.

7. Материальная точка движется в плоскости XY согласно уравнениям $x = A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $y = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $B_1 = 7 \text{ м/с}$; $C_1 = -2 \text{ м/с}^2$; $B_2 = -1 \text{ м/с}$; $C_2 = 0,2 \text{ м/с}^2$. Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени 5 с .

8. Точка движения по окружности радиусом 30 см с постоянным угловым ускорением. Определить тангенциальное ускорение точки, если известно, что за время 4 с она совершила три оборота и в конце третьего оборота её нормальное ускорение $2,7 \text{ м/с}^2$.

9. Маховик радиусом 2 м приводится в движение. Точка, находящаяся на ободу, имеет уравнение движения $S = 0,2t^2 \text{ м}$. Через некоторое время точки на ободу имеют линейную скорость 5 м/с . Для этого момента времени определить нормальное и тангенциальное ускорения точки обода; угловые скорость и ускорение обода, сколько оборотов сделает обод с начала движения и через сколько секунд это произойдёт?

10. Колесо радиусом 10 см вращается с постоянным угловым ускорением. К концу пятого оборота после начала движения линейная скорость точек обода равна $0,1 \text{ м/с}$. Определить угловое ускорение колеса; тангенциальное ускорение точек обода; нормальное и полное ускорение для точек обода через 20 с после начала движения.

11. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки $x=5 \text{ см}$, скорость $v = 20 \text{ см/с}$ и ускорение $a = -80 \text{ см/с}^2$. Найти циклическую частоту и период колебаний; фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.

12. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \sin \omega t$, где $A=5 \text{ см}$; $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в который потенциальная энергия точки $\Pi=10^{-4} \text{ Дж}$, а возвращающая сила $F=+5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$. Определить также фазу колебаний в этот момент времени.

13. При сложении двух одинаково направленных гармонических коле-

баний одинаковой частоты получается колебание с амплитудой 9 см . Одно из складываемых колебаний описывается уравнением $x_1 = 5 \sin 40t\text{ см}$, другое имеет амплитуду 7 см . Определить уравнение смещения другого складываемого колебания.

14. Амплитуда колебаний маятника длиной 1 м за время 10 мин уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент колебаний.

15. Тело, совершая затухающие колебания, за одну минуту потеряло 40% своей энергии. Определить коэффициент затухания.

16. Скорость звука в воде 1450 м/с . Источник колебаний, находящийся в воде, имеет частоту 200 Гц . Определить длину звуковой волны в воде; расстояние между ближайшими точками, совершающими колебания в противоположных фазах; разность фаз двух точек, находящихся на расстоянии 1 м друг от друга.

17. Две точки находятся на прямой, вдоль которой распространяются волны со скоростью 50 м/с . Частота колебаний 2 Гц , расстояние между точками 50 см . Найти разность фаз колебаний в этих точках.

18. Налетев на пружинный буфер, вагон массой 16 т , двигавшийся со скоростью $0,6\text{ м/с}$, остановился, сжав пружину на 8 см . Найти общую жёсткость пружин буфера.

19. Снаряд, летевший со скоростью 400 м/с , разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью 150 м/с . Определить скорость большего осколка.

20. Шар массой $m_1=200\text{ г}$, движущийся со скоростью $v_1 = 10\text{ м/с}$, ударяет неподвижный шар массой $m_2=800\text{ г}$. Удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определить скорости шаров после удара.

21. Снаряд массой $m=10\text{ кг}$ обладал скоростью $v = 300\text{ м/с}$ в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой $m_1=2\text{ кг}$ получила скорость $v_1 = 500\text{ м/с}$. С какой скоростью и в каком направлении полетит большая часть, если меньшая полетела вперед под углом $\alpha = 60^\circ$ к плоскости горизонта?

22. С каким ускорением тело будет скользить по наклонной плоскости с углом наклона 60° , если при наклоне 30° оно движется равномерно.

23. Шарик массой $m=100\text{ г}$ свободно падает с высоты $h_1=1\text{ м}$ на стальную плиту и подпрыгивает на высоту $h_2=0,5\text{ м}$. Определить импульс p (по величине и направлению), сообщенный плитой шарiku.

24. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой $2,5\text{ кг}$ под углом 30° к горизонту со скоростью 10 м/с . Какова будет начальная скорость движения конькобежца, если его масса 60 кг ? Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.

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

26. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой

$m=5\text{ г}$. Жесткость пружины $k=1,25\text{ кН/м}$. Пружина была сжата на $\Delta l=8\text{ см}$. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета.

27. Боек свайного молота массой $m_1=0,6\text{ т}$ падает с некоторой высоты на сваю массой $m_2=150\text{ кг}$. Найти К.П.Д. бояка, считая удар неупругим. Полезной считать энергию, пошедшую на углубление сваи.

28. Шар массой $m_1=5\text{ кг}$ движется со скоростью $v_1=2\text{ м/с}$ и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2=3\text{ кг}$. Вычислить работу A , совершенную при деформации шаров при прямом центральном ударе. Шары считать неупругими.

29. Деревянный шар массой $M=10\text{ кг}$ подвешен на нити длиной $l=2\text{ м}$. В шар попадает горизонтально летящая пуля массой $m=5\text{ г}$ и застревает в нем. Определить скорость v пули, если нить с шаром отклонилась от вертикали на угол $\alpha=30^\circ$. Размером шара пренебречь. Удар пули считать центральным.

30. Вагон массой $m=40\text{ т}$ движется на упор со скоростью $v=0,1\text{ м/с}$. При полном торможении вагона буферные пружины сжимаются на $\Delta l=10\text{ см}$. Определить максимальную силу $F_{\text{макс}}$ сжатия буферных пружин и продолжительность Δt торможения.

31. Атом распадается на две части массами $m_1=1,6\cdot 10^{-25}\text{ кг}$ и $m_2=2,3\cdot 10^{-25}\text{ кг}$. Определить кинетические энергии T_1 и T_2 частей атома, если их общая кинетическая энергия $T=2,2\cdot 10^{-11}\text{ Дж}$. Кинетической энергией и импульсом атома до распада пренебречь.

32. Тело массой $m=0,2\text{ кг}$ соскальзывает без трения с горки высотой $h=2\text{ м}$. Найти изменение импульса Δp тела.

33. Линейная скорость центра шара, скатившегося без скольжения с наклонной плоскости, равна $5,29\text{ м/с}$. Чему равна высота наклонной плоскости?

34. Карандаш, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую и линейную скорости будет иметь в конце падения: 1) середина карандаша; 2) верхний его конец? Длина карандаша 15 см .

35. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться около оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра $m_1=12\text{ кг}$. На цилиндр намотали шнур, к которому привязали гирию массой $m_2=1\text{ кг}$. С каким ускорением будет опускаться гирия? Какова сила натяжения шнура во время движения гири?

36. Блок, имеющий форму диска массой $0,4\text{ кг}$, вращается под действием силы натяжения нити, к концу которой подвешены грузы массами $0,3$ и $0,7\text{ кг}$. Определить силы натяжения T_1 и T_2 нити по обе стороны блока.

37. На краю платформы в виде диска, вращающегося по инерции вокруг вертикальной оси с частотой 8 мин^{-1} , стоит человек массой 70 кг . Когда человек перешёл в центр платформы, она стала вращаться с частотой 10 мин^{-1} . Определить массу платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

38. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой $h=90\text{ см}$. Какую

линейную скорость будет иметь центр шара в тот момент, когда шар скатится с наклонной плоскости?

39. Мальчик катит диск по горизонтальной дороге со скоростью 7,2 км/час. На какое расстояние может вкатиться диск на горку за счет его кинетической энергии? Уклон равен 1 м на каждые 25 м пути?

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

41. Считая водород идеальным газом, вычислить его давление на стенки сосуда при концентрации 10^{19} см⁻³ и средней квадратичной скорости теплового движения 700 м/с.

42. В сосуде объемом 1 л находится азот при температуре 7°C и давлении 200 кПа. Определить число столкновений молекул азота в сосуде за 1 с.

43. 0,4 кг двухатомного газа находятся под давлением 2 атм и имеют плотность 4 кг/м³. Найти энергию поступательного и вращательного движения молекул газа при этих условиях.

44. Баллон емкостью 50 л заполнен кислородом. Его температура 20°C. Когда часть кислорода израсходовали, давление в баллоне упало на 2 атм. Определить массу израсходованного кислорода. Температура газа не меняется.

45. Один баллон емкостью 10 л содержит кислород под давлением 1,5 МПа. При соединении баллонов образовалась однородная смесь при постоянной температуре. Найти парциальные давления обоих газов в смеси и полное давление смеси.

46. В сосуде при температуре 20°C и давлении 0,2 МПа содержится смесь газов: кислород массой 16 г и азот массой 21 г. Определить плотность смеси.

47. Плотность некоторого газа равна 0,06 кг/м³, средняя квадратичная скорость его молекул 500 м/с. Найти давление, которое оказывает газ на стенки сосуда.

48. Плотность газа ρ при давлении $p=720$ мм рт. ст. и температуре $t=0$ °C равна 1,35 г/л. Найти массу киломоля μ газа.

49. Каково будет давление газа, в объеме $V=1$ см³ которого содержится $N=10^9$ молекул при температуре $T_1=3$ К и $T_2=1000$ К?

50. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту 4,38 кДж и совершил работу 2,4 кДж. Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприёмника 273 К.

51. В баллоне емкостью $V=15$ л находится смесь, содержащая $m_1=10$ г водорода, $m_2=54$ г водяного пара и $m_3=60$ г окиси углерода. Температура смеси $t=270$ С. Определить давление.

52. Найти полную кинетическую энергию, а также кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы аммиака NH_3 при температуре $t=27$ °C.

53. Вычислить удельные теплоёмкости газа, зная, что его молярная масса $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ и отношение теплоёмкостей $c_p/c_v = 1,67$.

54. Определить количество теплоты, которое надо сообщить кислороду объёмом 50 л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на $0,5 \text{ МПа}$.

55. При изобарическом расширении двухатомного газа была совершена работа в 157 Дж . Какое количество тепла было сообщено газу?

56. Азот занимающий объём 10 л под давлением 1 атм , был изотермически сжат до давления 5 атм . Определить количество выделившейся теплоты.

57. Совершая цикл Карно, газ получил от нагревателя 1000 Дж теплоты и совершил работу 200 Дж . Температура нагревателя 100°C . Определить температуру охладителя.

58. Объём газа при адиабатическом сжатии уменьшился в 10 раз, а давление увеличилось в $21,4$ раза. Определить отношение удельных теплоёмкостей газа?

59. Газовая смесь состоит из азота массой 3 кг и водяного пара массой 1 кг . Принимая эти газы за идеальные, определить удельные теплоёмкости c_p и c_v газовой смеси.

60. Азот, имевший температуру 27°C , был адиабатически сжат так, что его объём уменьшился в 10 раз. Определить конечную температуру и изменение давления.

61. Молекула газа состоит из двух атомов; разность удельных теплоёмкостей газа при постоянном давлении и постоянном объёме равна $260 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$. Найти молярную массу газа и его удельные теплоёмкости c_v и c_p .

62. Водород находится под давлением 20 мкПа и имеет температуру 300 К . Определить среднюю длину свободного пробега молекулы такого газа.

63. Водород занимает объём $V_1=10 \text{ м}^3$ при давлении $p_1=0,1 \text{ Па}$. Газ нагрели при постоянном объёме до давления $p_2=0,3 \text{ МПа}$. Определить изменение ΔU внутренней энергии газа, работу A , совершенную газом, и теплоту Q , сообщенную газу.

64. Кислород при неизменном давлении $p=80 \text{ кПа}$ нагревается. Его объём увеличивается от $V_1=1 \text{ м}^3$ до $V_2=3 \text{ м}^3$. Определить изменение ΔU внутренней энергии кислорода, работу A , совершенную им при расширении, а также теплоту Q , сообщенную газу.

65. При изотермическом расширении азота при температуре 280 К объём его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу; 2) изменение внутренней энергии; 3) количество теплоты, полученное газом. Масса азота $0,2 \text{ кг}$.

66. Какую энергию надо затратить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром $d = 12 \text{ см}$? Каково будет добавочное давление внутри этого пузыря?

67. Трубка имеет диаметр $d = 0,2 \text{ см}$. На нижнем конце трубки повисла

капля воды, имеющая вид шарика. Найти диаметр этой капли.

68. В сосуд с ртутью частично погружены две вертикально расположенные и параллельные друг другу стеклянные пластинки. Расстояние между пластинками $d = 1$ мм. Определить разность Δh уровней ртути в сосуде и между пластинками. Краевой угол принять равным 138° .

69. Два шарика массой $m = 1$ г каждый подвешены на нитях, верхние концы которых соединены вместе. Длина каждой нити $l = 10$ см. Какие одинаковые заряды надо сообщить шарикам, чтобы нити разошлись на угол $\alpha = 60^\circ$?

70. Расстояние d между зарядами $q_1 = 100$ нКл и $q_2 = -50$ нКл равно 10 см. Определить силу F , действующую на заряд $q_3 = 1$ мкКл, отстоящий на $r_1 = 12$ см от заряда q_1 и на $r_2 = 10$ см от заряда q_2 .

71. Три одинаковых заряда в 1 нКл расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд нужно поместить в центр треугольника, чтобы система была в равновесии.

72. Три точечных заряда $q_1 = 5 \cdot 10^{-4}$ Кл, $q_2 = 10^{-8}$ Кл и $q_3 = 5 \cdot 10^{-4}$ Кл расположены по одной прямой. Расстояние между ними 6 см. Найти точку на прямой, в которой напряженность электрического поля равна нулю.

73. Найти силу, действующую на заряд $6,6 \cdot 10^{-10}$ Кл, если он находится на расстоянии 2 м от поверхности заряженного шара радиус которого 2 см и поверхностная плотность заряда $2 \cdot 10^{-9}$ Кл/см².

74. Электрон, обладающий кинетической энергией 10 эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов 8 В?

75. Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от нее на расстояние $a = 10$ см.

76. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 3 \cdot 10^6$ м/с влетел в однородное электрическое поле напряженностью $E = 150$ В/м. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу, действующую на электрон; 2) ускорение, приобретаемое электроном; 3) скорость электрона через $t = 0,1$ мкс.

77. К батарее с э.д.с. $\mathcal{E} = 300$ В подключены два плоских конденсатора емкостью $C_1 = 2$ пФ и $C_2 = 3$ пФ. Определить заряд q и напряжение U на пластинах конденсаторов в двух случаях: 1) при последовательном соединении; 2) при параллельном соединении.

78. Конденсатор емкостью $C_1 = 600$ пФ зарядили до разности потенциалов $U = 1,5$ кВ и отключили от источника напряжения. Затем к конденсатору присоединили параллельно второй, незаряженный конденсатор емкостью $C_2 = 400$ пФ. Сколько энергии, запасенной в первом конденсаторе, было израсходовано на образование искры, проскочившей при соединении конденсаторов.

79. Найти отношение скоростей ионов Cu^{2+} и K^+ , прошедших одинаковую разность потенциалов.

80. Сопротивление $r_1 = 5 \text{ Ом}$, вольтметр и источник тока соединены параллельно. Вольтметр показывает напряжение $U_1 = 10 \text{ В}$. Если заменить сопротивление на $r_2 = 12 \text{ Ом}$, то вольтметр покажет напряжение $U_2 = 12 \text{ В}$. Определить э.д.с. и внутреннее сопротивление источника тока. Током через вольтметр пренебречь.

81. Определить заряд, прошедший по проводу с сопротивлением $r = 3 \text{ Ом}$ при равномерном нарастании напряжения на концах провода от $U_1 = 2 \text{ В}$ до $U_2 = 4 \text{ В}$ в течение времени $t = 20 \text{ с}$.

82. Пылинка массой 5 нг , несущая на себе 10 электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов 1 МВ . Какова кинетическая энергия пылинки? Какую скорость приобрела пылинка?

83. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла ($\epsilon = 7$) толщиной 1 см и парафином ($\epsilon = 2$) толщиной 2 см . Разность потенциалов между обкладками 300 В . Определить напряженность поля, падение потенциала в каждом слое и емкость конденсатора, если площадь пластины 100 см^2 .

84. Две электрические лампочки с сопротивлениями $R_1 = 350 \text{ Ом}$ и $R_2 = 240 \text{ Ом}$ включены в сеть параллельно. Какая из лампочек потребляет большую мощность? Во сколько раз?

85. Три батареи с ЭДС $\epsilon_1 = 10 \text{ В}$, $\epsilon_2 = \epsilon_3 = 6 \text{ В}$ и внутренними сопротивлениями $r_1 = 2 \text{ Ом}$, $r_2 = r_3 = 10 \text{ Ом}$ соединены между собой одинаковыми полюсами. Найти силу токов идущих через батареи.

86. Определить общую мощность, полезную мощность и КПД батареи, ЭДС которой 240 В , если внешнее сопротивление 23 Ом и сопротивление батареи 1 Ом .

87. При внешнем сопротивлении $R_1 = 3 \text{ Ом}$ ток в цепи $I_1 = 0,3 \text{ А}$ при $R_1 = 5 \text{ Ом}$, $I_2 = 0,2 \text{ А}$. Определить ток короткого замыкания.

88. По двум длинным параллельным проводам текут в одинаковом направлении токи $I_1 = 10 \text{ А}$ и $I_2 = 15 \text{ А}$. Расстояние между проводами $a = 10 \text{ см}$. Определить напряженность H магнитного поля в точке, удаленной от первого провода на $r_1 = 8 \text{ см}$ и от второго $r_2 = 6 \text{ см}$.

89. По тонкому проводнику, изогнутому в виде правильного шестиугольника со стороной $a = 10 \text{ см}$, идет ток $I = 20 \text{ А}$. Определить магнитную индукцию в центре шестиугольника.

90. На какой угол надо повернуть рамку в магнитном поле, чтобы поток через нее уменьшился вдвое? Первоначально поле было перпендикулярно плоскости рамки.

91. По двум параллельным прямым проводам длиной $2,5 \text{ м}$ каждый текут одинаковые токи 10^3 А . Расстояние между проводами 20 см . Вычислить силу взаимодействия токов.

92. Напряженность магнитного поля в центре кругового витка 200 А/м . Магнитный момент витка $1 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Вычислить силу тока в витке и его радиус.

93. По витку радиусом $R = 10 \text{ см}$ течёт ток $I = 50 \text{ А}$. Виток помещён в однородное магнитное поле индукцией $B = 0,2 \text{ Тл}$. Определить момент сил M , действующий на виток, если плоскость витка составляет угол $\varphi = 60^\circ$ с линиями индукции.

94. Однозарядный ион натрия прошёл ускоряющую разность потенциалов $U = 1 \text{ кВ}$ и влетел перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородное поле ($B = 0,5 \text{ Тл}$). Определить относительную атомную массу иона, если он описал окружность радиусом $4,37 \text{ см}$.

95. Определить частоту n обращения электрона по круговой орбите в магнитном поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$.

96. Электрон в однородном магнитном поле движется по винтовой линии радиусом $R = 5 \text{ см}$ и шагом $h = 20 \text{ см}$. Определить скорость электрона, если магнитная индукция $B = 0,1 \text{ мТл}$.

97. Замкнутый контур в виде квадрата со стороной 8 см , деформируют, превращая его в окружность. Найти совершенную при этом работу, если магнитное поле перпендикулярно плоскости контура, а его индукция равна $0,8 \text{ Тл}$. Ток в контуре 5 А .

98. По проводнику, согнутому в виде квадрата со стороной $a = 10 \text{ см}$, течёт ток $I = 20 \text{ А}$. Плоскость квадрата перпендикулярна магнитным силовым линиям поля. Определить работу A , которую необходимо совершить для того, чтобы удалить проводник за пределы поля. Магнитная индукция $B = 0,1 \text{ Тл}$. Поле считать однородным.

99. Проводник длиной $l = 1 \text{ м}$ движется со скоростью $v = 5 \text{ м/с}$ перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Определить магнитную индукцию B , если на концах проводника возникает разность потенциалов $U = 0,02 \text{ В}$.

100. Рамка площадью $S = 50 \text{ см}^2$, содержащая $N = 100$ витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 40 \text{ мТл}$). Определить максимальную э.д.с. индукции, если ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции, а рамка вращается с частотой $n = 960 \text{ об/мин}$.

101. Кольцо из проволоки сопротивлением $r = 1 \text{ мОм}$ находится в однородном магнитном поле ($B = 0,4 \text{ Тл}$). Плоскость кольца составляет угол $\varphi = 90^\circ$ с линиями индукции. Определить заряд, который протечёт по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца $S = 10 \text{ см}^2$.

102. Соленоид содержит $N = 4000$ витков провода, по которому течёт ток $I = 20 \text{ А}$. Определить магнитный поток Φ , если индуктивность $L = 0,7 \text{ Гн}$.

103. На картонный каркас длиной $l = 50 \text{ см}$ и площадью сечения $S = 4 \text{ см}^2$ намотан в один слой провод диаметром $d = 0,2 \text{ мм}$ так, что витки плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Определить индуктивность L получившегося соленоида.

104. Определить силу тока в цепи через $t = 0,01 \text{ с}$ после её размыкания. Сопротивление цепи $r = 20 \text{ Ом}$ и индуктивность $L = 0,1 \text{ Гн}$. Сила тока до размыкания цепи $I_0 = 50 \text{ А}$.

105. На картонный каркас длиной 0,5 м, площадью сечения 4 см^2 намотан в один слой провод диаметром 0,2 мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. По виткам течет ток 1 А. Определить энергию магнитного поля соленоида.

106. На пути луча света поставлена стеклянная пластинка толщиной $d = 1\text{ мм}$ так, что угол падения луча $i_1 = 30^\circ$. На сколько изменится оптическая длина пути луча?

107. На мыльную плёнку с показателем преломления $n = 1,33$ падает по нормали монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 0,6\text{ мкм}$. Отражённый свет в результате интерференции имеет наибольшую яркость. Какова наименьшая возможная толщина плёнки?

108. На стеклянную пластину положена выпуклой стороной плосковыпуклая линза. Сверху линза освещена монохроматическим светом длиной волны 500 нм . Найти радиус линзы, если радиус четвёртого тёмного кольца Ньютона в отражённом свете 2 мм .

109. Вычислить радиус шестой зоны Френеля для плоской монохроматической волны ($\lambda = 5,46 \cdot 10^{-7}\text{ м}$), если точка наблюдения находится на расстоянии 4,4 м от фронта волны.

110. На пластину со щелью, ширина которой $a = 0,05\text{ мм}$, падает нормально монохроматический свет длиной волны $\lambda = 0,7\text{ мкм}$. Определить угол φ отклонения лучей, в направлении которых наблюдаются минимум света.

111. Дифракционная решётка, освещённая нормально падающим монохроматическим светом, отклоняет спектр третьего порядка на угол $\varphi = 30^\circ$. На какой угол отклоняет она спектр четвёртого порядка?

112. Угол преломления луча в жидкости $i_2 = 35^\circ$. Определить показатель n преломления жидкости, если известно, что отражённый луч максимально поляризован.

113. Угол между плоскостями поляризатора и анализатора 30° . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, проходящего через анализатор, если угол увеличить до 45° ?

114. При какой скорости v масса движущейся частицы в три раза больше массы покоя этой частицы?

115. Из смотрового окна печи излучается мощность равная 4 кДж/мин . Определить температуру печи, если площадь окна 8 см^2 .

116. Вычислить энергию, излучаемую за время $t = 1\text{ мин}$ с площади $S = 1\text{ см}^2$ абсолютно чёрного тела, температура которого $T = 1000\text{ К}$.

117. Мощность излучения абсолютно черного тела равна 10 кВт . Максимум излучения приходится на длину волны $0,8\text{ мкм}$. Определить площадь излучающей поверхности.

118. Какую мощность надо подводить к зачерненному металлическому шару радиусом 2 см , чтобы поддерживать его температуру на 27° С выше температуры окружающей среды? Температура окружающей среды 20° С . Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.

119. На пластину падает монохроматический свет ($\lambda=0,42$ мкм). Фото-ток прекращается при задерживающей разности потенциалов $U=0,95$ В. Определить работу A выхода электронов с поверхности пластины.

120. На цинковую пластину падает пучок ультрафиолетовых лучей ($\lambda=0,2$ мкм). Определить максимальную кинетическую энергию $T_{\text{макс}}$ и максимальную скорость $v_{\text{макс}}$ фотоэлектронов.

121. Серебряный шарик, отдаленный от других тел, облучается монохроматическим излучением с длиной волны $2000 \text{ \AA}$. До какого максимального потенциала зарядится шарик, теряя фотоэлектроны?

122. Фотон с энергией 57 В вырывает фотоэлектроны из металла с работой выхода $4,7$ эВ. Определить максимальный импульс, передаваемый поверхности этого металла при вылете электрона.

123. Параллельный пучок монохроматических лучей длиной волны $\lambda = 0,663$ мкм падает на зачернённую поверхность и производит на неё давление $p = 0,3$ мкН/м². Определить концентрацию n фотонов в световом пучке.

124. Определить энергию ε фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на основной.

125. Наибольшая длина волны спектральной водородной линии серии Бальмера равна $656,3$ нм. Определите по этой длине волны наибольшую длину волны в серии Леймана.

126. Вычислить длину волны де Бройля λ для электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов $U=22,5$ В.

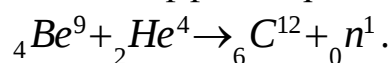
127. Найти скорость и кинетическую энергию электрона, длина волны де Бройля которого равна $0,1$ нм.

128. Оценить с помощью соотношения неопределённостей минимальную кинетическую энергию $T_{\text{мин}}$ электрона, движущегося внутри сферической области диаметром $d=0,1$ нм.

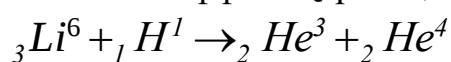
129. Если допустить, что неопределённость координаты движущейся частицы равна дебройлевской длине волны, то какова будет относительная неопределённость $\Delta p/p$ импульса этой частицы?

130. Вычислить энергию связи ΔE ядра дейтерия ${}^1_1\text{H}_2$ и трития ${}^1_1\text{H}_3$.

131. Вычислить энергетический эффект Q реакции



132. Вычислить энергетический эффект Q реакции



133. Изменение массы при образовании ядра ${}^{23}\text{Na}$ равно $0,16049$ а.е.м. Найти массу атома.

134. Определить активность a радиоактивного препарата ${}^{90}\text{Sr}$ массой $m=0,1$ мг. (микрограмм).

135. Из каждого миллиарда атомов препарата радиоактивного изотопа каждую секунду распадается 1600 атомов. Определить период T полураспада.

136. Активность a препарата некоторого изотопа за время $t=5$ суток уменьшилась на 30% . Определить период T полураспада этого препарата.

137. Найти период полураспада радиоактивного изотопа, если его активность за время *10 суток* уменьшилась на 24% по сравнению с первоначальной.

138. Определить, какая доля радиоактивного изотопа ${}_{89}\text{Ac}^{225}$ распадается в течение *6 суток*?

139. Определить массу *m* препарата изотопа ${}_{27}\text{Co}^{60}$, имеющего активность *a*=1 Ки.

140. Определить массу *N* ядер, распадающихся в течение времени: 1) *t* =1 сутки; 2) *t*=1 год, в радиоактивном препарате церия ${}_{58}\text{Ce}^{144}$ массой *m*=1 мг.

141. Во сколько раз уменьшится активность изотопа ${}_{15}^{32}\text{P}$ через 20 суток?

Справочные таблицы для решения задач

1. Основные физические постоянные (округленные значения)

Физическая постоянная	Обозначение	Числовые значения
Ускорение свободного падения	g	9,81 м/с ²
Гравитационная постоянная	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Число Авогадро	NA	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Универсальная газовая постоянная	R	8,31 Дж/(моль·К)
Постоянная Больцмана	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Заряд электрона	e	$1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Скорость света в вакууме	c	$3,00 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постоянная закона Стефана-Больцмана	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$
Постоянная закона смещения Вина	C'	$2,90 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$
Пост. второго закона Вина	C''	$1,30 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}^5)$
Постоянная Планка	h	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Планка, делённая на 2π	ħ	$1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постоянная Ридберга (для атома водорода <i>1H1</i>)	R	$1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Радиус первой боровской орбиты	r1	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
Комптоновская длина волны электрона	λ	$2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$ (2,43 пм)
Магнетон Бора	μБ	$0,927 \cdot 10^{-23} \text{ А} \cdot \text{м}^2$
Энергия ионизации атома водорода	Ei	$2,18 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ (13,6 эВ)

Атомная единица массы	а.е.м	$1,660 \cdot 10^{-27}$ кг
Коэффициент пропорциональности между энергией и массой	c2	$9,00 \cdot 10^{16}$ Дж/кг (931 МэВ/а.е.м.)

2. Некоторые астрономические величины

Наименование	Величина (среднее значение)
Радиус Земли	$6,37 \cdot 10^6$ м
Масса Земли	$5,98 \cdot 10^{24}$ кг
Радиус Солнца	$6,95 \cdot 10^8$ м
Масса Солнца	$1,98 \cdot 10^{30}$ кг
Радиус Луны	$1,74 \cdot 10^6$ м
Масса Луны	$7,33 \cdot 10^{22}$ кг
Расстояние от центра Земли до центра Солнца	$1,49 \cdot 10^{11}$ м
Расстояние от центра Земли до центра Луны	$3,84 \cdot 10^8$ м

3. Плотность твёрдых тел

Твёрдое тело	Плотность, кг/м ³	Твёрдое тело	Плотность, кг/м ³
Алюминий	$2,7 \cdot 10^3$	Медь	$8,9 \cdot 10^3$
Барий	$3,5 \cdot 10^3$	Никель	$8,9 \cdot 10^3$
Ванадий	$6,0 \cdot 10^3$	Свинец	$11,3 \cdot 10^3$
Висмут	$9,8 \cdot 10^3$	Серебро	$10,5 \cdot 10^3$
Железо	$7,8 \cdot 10^3$	Цезий	$1,9 \cdot 10^3$
Литий	$0,53 \cdot 10^3$	Цинк	$7,1 \cdot 10^3$

4. Плотность жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/м ³	Жидкость	Плотность, кг/м ³
Вода (при 4°C)	$1,00 \cdot 10^3$	Ртуть	$13,6 \cdot 10^3$
Глицерин	$1,26 \cdot 10^3$	Спирт	$0,80 \cdot 10^3$
		Сероуглерод	$1,26 \cdot 10^3$

5. Плотность газов (при нормальных условиях)

Газ	Плотность, кг/м ³	Газ	Плотность, кг/м ³
Водород	0,09	Гелий	0,18
Воздух	1,29	Кислород	1,43

6. Коэффициент поверхностного натяжения жидкостей

Жидкость	Коэффициент, мН/м	Жидкость	Коэффициент, мН/м
Вода	72	Ртуть	500
Мыльная вода	40	Спирт	22

7. Эффективный диаметр молекул

Газ	Диаметр, м	Газ	Диаметр, м
Азот	$3,0 \cdot 10^{-10}$	Гелий	$1,9 \cdot 10^{-10}$
Водород	$2,3 \cdot 10^{-10}$	Кислород	$2,7 \cdot 10^{-10}$

8. Диэлектрическая проницаемость

Вещество	Проницаемость	Вещество	Проницаемость
Парафин	2,0	Вода	81
Стекло	7,0	Масло трансформаторное	2,2

9. Удельное сопротивление металлов

Металл	Удельное сопротивление, Ом·м	Металл	Удельное сопротивление, Ом·м
Железо	$9,8 \cdot 10^{-8}$	Медь	$1,7 \cdot 10^{-8}$
Нихром	$1,1 \cdot 10^{-6}$	Серебро	$1,6 \cdot 10^{-8}$

10. Энергия ионизации

Вещество	Дж	эВ
Водород	$2,18 \cdot 10^{-18}$	13,6
Гелий	$3,94 \cdot 10^{-18}$	24,6
Ртуть	$1,66 \cdot 10^{-18}$	10,4
Литий	$8,62 \cdot 10^{-18}$	53,9

11. Подвижность ионов в газах, м²/(В·с)

Газ	Положительные ионы	Отрицательные ионы
Азот	$1,27 \cdot 10^{-4}$	$1,81 \cdot 10^{-4}$
Водород	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$7,4 \cdot 10^{-4}$
Воздух	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$

12. Показатель преломления

Вещество	Показатель
Вода	1,33
Глицерин	1,47
Стекло	1,5
Алмаз	2,42

13. Работа выхода электронов

Металл	Дж	эВ
Калий	$3,5 \cdot 10^{-19}$	2,2
Литий	$3,7 \cdot 10^{-19}$	2,3
Платина	$10 \cdot 10^{-19}$	6,3
Рубидий	$3,4 \cdot 10^{-19}$	2,1
Серебро	$7,5 \cdot 10^{-19}$	4,7
Цезий	$3,2 \cdot 10^{-19}$	2,0
Цинк	$6,4 \cdot 10^{-19}$	4,0

14. Массы атомов лёгких изотопов

Изотоп	Символ	Масса (а.е.м.)
Нейтрон	${}_0n^1$	1,00867
Водород	${}_1H^1$	1,00783
	${}_1H^2$	2,01410
	${}_1H^3$	3,01605
Гелий	${}_2He^3$	3,01603
	${}_2He^4$	4,00260

Литий	${}^6_3\text{Li}$	6,01513
	${}^7_3\text{Li}$	7,01601
Бериллий	${}^7_4\text{Be}$	7,01693
	${}^9_4\text{Be}$	9,01219
Бор	${}^{10}_5\text{B}$	10,01294
	${}^{11}_5\text{B}$	11,00930
Углерод	${}^{12}_6\text{C}$	12,00000
	${}^{13}_6\text{C}$	13,00335
	${}^{14}_6\text{C}$	14,00324
Азот	${}^{14}_7\text{N}$	14,00307
Кислород	${}^{16}_8\text{O}$	15,99491
	${}^{17}_8\text{O}$	16,99913

**15. Относительные атомные массы (атомные веса) A
и порядковые номера Z некоторых элементов**

Элемент	Химический Символ	A	Z
Азот	N	14	7
Алюминий	Al	27	13
Аргон	Ar	40	18
Водород	H	1	1
Вольфрам	W	184	74
Гелий	He	4	2
Железо	Fe	56	26
Золото	Au	197	79
Калий	K	39	19
Кальций	Ca	40	20
Кислород	O	16	8
Магний	Mg	24	12
Марганец	Mn	55	25
Медь	Cu	64	29
Молибден	Mo	96	42
Натрий	Na	23	11
Неон	Ne	20	10
Никель	Ni	59	28
Олово	Sn	119	50
Платина	Pt	195	78
Ртуть	Hg	201	80
Сера	S	32	16
Серебро	Ag	108	47
Уран	U	238	92
Углерод	C	12	66
Хлор	Cl	35	17

16. Периоды полураспада радиоактивных изотопов

Изотоп	Символ	Период полураспада
Магний	${}^{27}_{12}\text{Mg}$	10 мин
Фосфор	${}^{32}_{15}\text{P}$	14,3 суток
Кобальт	${}^{60}_{27}\text{Co}$	5,3 года
Стронций	${}^{90}_{38}\text{Sr}$	27 лет
Йод	${}^{31}_{53}\text{I}$	8 суток

Церий	$^{58}\text{Ce}1^{44}$	285 суток
Радон	$^{86}\text{Rn}^{222}$	3,8 суток
Радий	$^{88}\text{Ra}^{226}$	1620 лет
Актиний	$^{89}\text{Ac}^{225}$	10 суток

17. Масса и энергия покоя некоторых частиц

Частица	M_0		E_0	
	кг	а.е.м.	Дж	МэВ
Электрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,16 \cdot 10^{-14}$	0,511
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,50 \cdot 10^{-10}$	938
Нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,51 \cdot 10^{-10}$	939
Дейтрон	$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3,00 \cdot 10^{-10}$	1876
α -частица	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$5,96 \cdot 10^{-10}$	3733
Нейтральный π -мезон	$2,41 \cdot 10^{-28}$	0,14498	$2,16 \cdot 10^{-11}$	135

18. Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	название	обозначение	Соотношение с единицей СИ
1	2	3	4
<i>а) Допущенные к применению наравне с единицами СИ</i>			
Масса	Тонна	т	1 т = 103 кг
Время	Минута	мин	1 мин = 60 с
	Час	ч	1 ч = 3600 с
	Сутки	сут	1 сут = 86400 с
Плоский угол	Градус	... °	1° = $1,75 \cdot 10^{-2}$ рад
	Минута	... '	1' = $2,91 \cdot 10^{-4}$ рад
	Секунда	... "	1" = $4,85 \cdot 10^{-6}$ рад
Площадь	Гектар	га	1 га = 104 м2
Объём	Литр	л	1 л = 10-3 м3
Относительная величина	Процент	%	1% = 10-2
	Промилле	‰	1‰ = 10-3
	Миллионная доля	млн-1	1 млн-1 = 10-6
Температура Цельсия	Градус Цельсия	°C	1°C = 1 К
Логарифмическая величина	Бел	Б	—
	Децибел	дБ	—
<i>б) Допущенные к применению временно</i>			
Длина	Ангстрем	Å	1 Å = 10^{-10} м
Масса	Центнер	ц	1 ц = 100 кг
Частота вращения	Оборот в секунду	об/с	1 об/с = 1 с ⁻¹
	Оборот в минуту	об/мин	1 об/мин = $\frac{1}{60}$ с ⁻¹ = 0,0167 с ⁻¹
Сила (вес)	Килограмм-сила	кгс	1 кгс = 9,81 Н
	Тонна-сила	тс	1 тс = $9,81 \cdot 10^8$ Н
Давление	Килограмм-сила на квадратный сантиметр (техническая атмосфера)	кгс/см ² (ат)	1 кгс/см ² = $9,81 \cdot 10^4$ Па

	Миллиметр ртутного столба	мм рт. ст.	1 мм рт. ст. = = 133 Па
	Бар	бар	1 бар = 105 Па
Напряжение (механическое)	Килограмм-сила на квадратный миллиметр	кгс/мм ²	1 кгс/мм ² = = 9,81·10 ⁶ Па
Мощность	Лошадиная сила	л.с.	1 л.с. = 737 Вт
Теплота	Калория	кал	1 кал = 4,19 Дж
Доза излучения	Рад	рад	1 рад = 0,01 Дж/кг
Мощность дозы излучения	рад в секунды	рад/с	1 рад/с = = 0,01 Вт/кг
Экспозиционная доза фотонного излучения	Рентген	Р	1 Р = = 2,58·10 ⁻⁴ Кл/кг
Активность изотопа	Кюри	Ки	1 Ки = = 3,700·10 ¹⁰ с ⁻¹
<i>в) Допущенные к применению в специальных разделах физики и астрономии</i>			
Длина	икс-единица астрономическая единица световой год парсек	Х а.е. св.год пк	1 Х = 1,00·10 ⁻¹³ м 1 а.е. = 1,50·10 ¹¹ м 1 св. год = = 9,46·10 ¹⁵ м 1 ПК = 3,09·10 ¹⁶ м
Масса	Атомная единица массы	а.е.м.	1 а.е.м. = = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
Площадь	Барн	б	1 б = 10 ⁻²⁸ м ²
Энергия	Электрон-вольт	эВ	1 эВ = 1,60·10 ⁻¹⁹ Дж

Примечания:

1. В табл. 18 не включены кратные и дольные единицы, так как все они получаются одинаково путём добавления соответствующих приставок: например:

1 мегаэлектрон-вольт (МэВ) = 10⁶ эВ;

1 микрометр (мкм) = 10⁻⁶ м;

1 наноньютон (нН) = 10⁻⁹ Н.

2. Электрическая и магнитная постоянные имеют следующие значения в единицах СИ:

$$\text{электрическая постоянная } \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} \text{ Ф/м} = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м};$$

$$\text{магнитная постоянная } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м};$$

$$\varepsilon_0 \mu_0 = \frac{1}{c^2}, \text{ где } c - \text{ скорость света в вакууме.}$$

Приставка		Кратность и дольность
Название	Обозначение	
тера-	Т	1 000 000 000 000 = 10 ¹²
гига-	Г	1 000 000 000 = 10 ⁹
мега-	М	1 000 000 = 10 ⁶

кило-	к	$1\,000 = 10^3$
гекто-	г	$100 = 10^2$
дека-	да	$10 = 10^1$
деци-	д	$0,1 = 10^{-1}$
санти-	с	$0,01 = 10^{-2}$
милли-	м	$0,001 = 10^{-3}$
микро-	мк	$0,000\,001 = 10^{-6}$
нано-	н	$0,000\,000\,001 = 10^{-9}$
пико-	п	$0,000\,000\,000\,001 = 10^{-12}$
фемто-	ф	$0,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-15}$
атто-	а	$0,000\,000\,000\,000\,000\,001 = 10^{-18}$

5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная учебная литература

1. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 335 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00795-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513094>.
2. Калашников, Н. П. Физика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. П. Калашников, С. Е. Муравьев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 496 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16205-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/542247>.
3. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 300 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-01418-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/537596>.

Дополнительная учебная литература

4. Васильев, А. А. Физика : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. А. Васильев, В. Е. Федоров, Л. Д. Храмов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 211 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-05702-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/538886>.
5. Родионов, В. Н. Физика для колледжей : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Н. Родионов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 202 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10835-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/541746>.
6. Родионов, В. Н. Физика : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Н. Родионов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 265 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07177-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512604>.
7. Складорова, Е. А. Физика. Механика : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Складорова, С. И. Кузнецов, Е. С. Кулюкина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 251 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06863-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516364>.

Современные профессиональные базы данных и

информационные ресурсы сети Интернет

- Википедия: www.wikipedia.ru
- Вся ФИЗИКА: <http://www.all-fizika.com/>
- Научная электронная библиотека www.elibrary.ru
- Справочно-правовая система «Гарант»
- Справочно-правовая система «Консультант Плюс»
- Справочно-правовая система «Руслан»
- Физика.ru: <http://www.fizika.ru/>
- Электронно-библиотечная система: <https://urait.ru>
- Электронно-библиотечная система: www.znanium.com

Перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем

- MicrosoftWindows
- MicrosoftWord
- Microsoft Office 365
- Microsoft Power Point
- Антивирус Касперского
- Справочно-правовая база «Консультант Плюс»
- Справочно-правовая база «Гарант»

6. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. fizika.aup.ru - Весь курс физики: www.fizika.aup.ru
2. Электронно-библиотечная система «Троицкий мост»
<http://www.trmost.com>
3. Научная электронная библиотека. Режим доступа: www.elibrary.ru
4. Электронная-библиотечная система. Режим доступа: www.znanium.com
5. Образовательная платформа. Режим доступа: www.urait.com

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

№ п/п	Темы дисциплины	Перечень учебно- методических материалов
1.1	Введение	1,2,3,4,5,6,7
2.1	Кинематика	1,2,3,4,5,6,7
2.2	Динамика	1,2,3,4,5,6,7
2.3	Законы сохранения в механике	1,2,3,4,5,6,7
3.1	Основы молекулярно-кинетической теории	1,2,3,4,5,6,7
3.2	Основы термодинамики	1,2,3,4,5,6,7
3.3	Агрегатные состояния вещества и фазовые переходы	1,2,3,4,5,6,7
4.1	Электростатика	1,2,3,4,5,6,7
4.2	Постоянный электрический ток. Токи в различных средах	1,2,3,4,5,6,7

4.3	Магнитное поле. Электромагнитная индукция	1,2,3,4,5,6,7
5.1	Механические и электромагнитные колебания	1,2,3,4,5,6,7
5.2	Механические и электромагнитные волны	1,2,3,4,5,6,7
5.3	Оптика	1,2,3,4,5,6,7
6.1	Основы теории относительности	1,2,3,4,5,6,7
7.1	Элементы квантовой оптики	1,2,3,4,5,6,7
7.2	Строение атома	1,2,3,4,5,6,7
7.3	Атомное ядро	1,2,3,4,5,6,7
8.1	Элементы астрономии и астрофизики	1,2,3,4,5,6,7