Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение - средняя общеобразовательная школа № 141

Принято Педагогическим советом МАОУ-СОШ № 141 Протокол № 1 от 27.08.2025

Утверждено Директор МАОУ-СОШ № 141 И.М.Гущина Приказ № 118 от 27.08.2025

Приложение к основной образовательной программе среднего общего образования

Рабочая программа по учебному предмету

ФИЗИКА

(углубленный уровень)

для обучающихся уровня среднего общего образования 10-11 классы

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ	8
10 класс	8
11 класс	19
ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПО ФИЗИКЕ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ	29
Личностные результаты	29
Метапредметные результаты	
Предметные результаты	
ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	39
10 класс	39
11 класс	61
ПЕРЕЧЕНЬ (КОДИФИКАТОР) ПРОВЕРЯЕМЫХ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ПО ФИЗИКЕ	79
Проверяемые на ЕГЭ по физике требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования	
Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике	
перечень элементов содержания, проверяемых на гл э по физике	01

Рабочая программа по учебному предмету «Физика» (углубленный уровень) (предметная область «Естественно-научные предметы») (далее соответственно — программа по физике, физика) включает пояснительную записку, содержание обучения, планируемые результаты освоения программы по физике, тематическое планирование, перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания по физике.

Пояснительная записка отражает общие цели и задачи физики, характеристику психологических предпосылок к ее изучению обучающимися, место в структуре учебного плана, а также подходы к отбору содержания, к определению планируемых результатов.

Содержание обучения раскрывает содержательные линии, которые предлагаются для обязательного изучения в каждом классе на уровне среднего общего образования.

Планируемые результаты освоения программы по физике включают личностные, метапредметные результаты за весь период обучения на уровне среднего общего образования, а также предметные достижения обучающегося за каждый год обучения.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа по физике на уровне среднего общего образования разработана на основе положений и требований к результатам освоения основной образовательной программы, представленных в ФГОС СОО, а также с учетом федеральной рабочей программы воспитания и Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные образовательные программы.

Программа по физике определяет обязательное предметное содержание, устанавливает рекомендуемую последовательность изучения тем и разделов учебного предмета с учетом межпредметных и внутрипредметных связей, логики учебного процесса, возрастных особенностей обучающихся. Программа по физике дает представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития обучающихся средствами учебного предмета «Физика» на углубленном уровне.

Изучение курса физики углубленного уровня позволяет реализовать задачи профессиональной ориентации, направлено на создание условий для проявления своих интеллектуальных и творческих способностей каждым обучающимся, которые необходимы для продолжения образования в организациях профессионального образования по различным физико-техническим и инженерным специальностям.

В программе по физике определяются планируемые результаты освоения курса физики на уровне среднего общего образования: личностные, метапредметные, предметные (на углубленном уровне). Научно-методологической основой для разработки требований к личностным, метапредметным и предметным результатам обучающихся, освоивших программу по физике на уровне среднего общего образования на углубленном уровне, является системно-деятельностный подход.

Программа по физике включает:

планируемые результаты освоения курса физики на углубленном уровне, в том числе предметные результаты по годам обучения;

содержание учебного предмета «Физика» по годам обучения;

тематическое планирование по годам обучения;

перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания по физике.

Программа по физике имеет примерный характер и может быть использована учителями физики для составления своих рабочих программ.

Программа по физике предоставляет возможности для реализации различных методических подходов к преподаванию физики на углубленном уровне при условии сохранения обязательной части содержания курса

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в систему знаний об Школьный курс физики – системообразующий для окружающем мире. естественно-научных учебных предметов, поскольку физические законы лежат в основе процессов и явлений, изучаемых химией, биологией, физической географией и астрономией. Использование и активное применение физических знаний определило характер и бурное развитие разнообразных технологий в сфере освоения космоса, получения новых материалов энергетики, транспорта, с заданными свойствами. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира обучающегося, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

В основу курса физики на уровне среднего общего образования положен ряд идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

Идея целостности. В соответствии с ней курс является логически завершенным, он содержит материал из всех разделов физики, включает как вопросы классической, так и современной физики.

Идея генерализации. В соответствии с ней материал курса физики объединен вокруг физических теорий. Ведущим в курсе является формирование представлений о структурных уровнях материи, веществе и поле.

Идея гуманитаризации. Реализация идеи предполагает использование гуманитарного потенциала физической науки, осмысление связи развития физики

с развитием общества, а также с мировоззренческими, нравственными и экологическими проблемами.

Идея прикладной направленности. Курс физики углубленного уровня предполагает знакомство с широким кругом технических и технологических приложений изученных теорий и законов. При этом рассматриваются на уровне общих представлений и современные технические устройства, и технологии.

Идея экологизации реализуется посредством введения элементов содержания, посвященных экологическим проблемам современности, которые связаны с развитием техники и технологий, а также обсуждения проблем рационального природопользования и экологической безопасности.

Освоение содержания программы ПО физике должно строится на принципах системно-деятельностного подхода. Для физики реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса. Для углубленного уровня – эксперимента, система самостоятельного ученического фронтальные ученические опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума. При этом возможны два способа реализации физического практикума. В первом случае практикум проводится либо в конце 10 и 11 классов, либо после первого и второго полугодий в каждом из этих классов. Второй способ – это интеграция работ практикума в систему лабораторных работ, которые проводятся в процессе изучения раздела (темы). При этом под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству свернутого, обобщенного вида без пошаговой инструкции.

В программе по физике система ученического эксперимента, лабораторных работ и практикума представлена единым перечнем. Выбор тематики для этих видов ученических практических работ осуществляется участниками образовательного процесса исходя из особенностей поурочного планирования и оснащения кабинета физики. При этом обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследования зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание уделяется решению расчетных и качественных задач. При этом для расчетных задач приоритетом являются задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью, позволяющие применять изученные законы и закономерности как из одного раздела курса, так и интегрируя применение знаний из разных разделов. Для качественных задач приоритетом являются задания на объяснение/предсказание протекания физических явлений и процессов в окружающей жизни, требующие выбора физической модели для ситуации практико-ориентированного характера.

В соответствии с требованиями ФГОС СОО к материально-техническому обеспечению учебного процесса курс физики углубленного уровня на уровне среднего общего образования должен изучаться в условиях предметного кабинета.

В кабинете физики должно быть необходимое лабораторное оборудование для выполнения указанных в программе по физике ученических опытов, лабораторных работ и работ практикума, а также демонстрационное оборудование.

Демонстрационное оборудование формируется в соответствии с принципом минимальной достаточности и обеспечивает постановку перечисленных в программе по физике ключевых демонстраций для исследования изучаемых явлений и процессов, эмпирических и фундаментальных законов, их технических применений.

Лабораторное оборудование для ученических практических работ формируется в виде тематических комплектов и обеспечивается в расчете одного комплекта на двух обучающихся. Тематические комплекты лабораторного оборудования должны быть построены на комплексном использовании аналоговых и цифровых приборов, а также компьютерных измерительных систем в виде цифровых лабораторий.

Основными целями изучения физики в общем образовании являются: формирование интереса и стремления обучающихся к научному изучению природы, развитие их интеллектуальных и творческих способностей;

развитие представлений о научном методе познания и формирование исследовательского отношения к окружающим явлениям;

формирование научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;

формирование умений объяснять явления с использованием физических знаний и научных доказательств;

формирование представлений о роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий;

развитие представлений о возможных сферах будущей профессиональной деятельности, связанных с физикой, подготовка к дальнейшему обучению в этом направлении.

Достижение этих целей обеспечивается решением следующих задач в процессе изучения курса физики на уровне среднего общего образования:

приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая механику, молекулярную физику, электродинамику, квантовую физику и элементы астрофизики;

формирование умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;

освоение способов решения различных задач с явно заданной физической моделью, задач, подразумевающих самостоятельное создание физической модели, соответствующей условиям задачи, в том числе задач инженерного характера;

понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду;

овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата;

создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности;

развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

В соответствии с требованиями ФГОС СОО углубленный уровень изучения учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования выбирается обучающимися, планирующими продолжение образования по специальностям физико-технического профиля.

Общее число часов, рекомендованных для изучения физики (углубленный уровень), -340 часов: в 10 классе -170 часов (5 часов в неделю), в 11 классе -170 часов (5 часов в неделю).

Предлагаемый в программе по физике перечень лабораторных и практических работ является рекомедованным, учитель делает выбор проведения лабораторных работ и опытов с учетом индивидуальных особенностей обучающихся.

В программе по физике каждого класса предлагается резерв времени, отводимый на вариативную часть программы, содержание которой формируется участниками образовательного процесса. Любая рабочая программа должна полностью включать в себя содержание данной программы по физике.

10 КЛАСС

Раздел 1. Научный метод познания природы

Физика — фундаментальная наука о природе. Научный метод познания и методы исследования физических явлений.

Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике.

Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы).

Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная).

Моделирование физических явлений и процессов (материальная точка, абсолютно твердое тело, идеальная жидкость, идеальный газ, точечный заряд). Гипотеза. Физический закон, границы его применимости. Физическая теория.

Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение силы тока и напряжения в цепи постоянного тока при помощи аналоговых и цифровых измерительных приборов.

Знакомство с цифровой лабораторией по физике. Примеры измерения физических величин при помощи компьютерных датчиков.

Раздел 2. Механика

Тема 1. Кинематика

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета.

Прямая и обратная задачи механики.

Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат. 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. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени и их графики.

Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени и их графики.

Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость. Период и частота обращения. Центростремительное (нормальное), касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки.

Технические устройства и технологические процессы: спидометр, движение снарядов, цепные, шестеренчатые и ременные передачи, скоростные лифты.

Демонстрации

Модель системы отсчета, иллюстрация кинематических характеристик движения.

Способы исследования движений.

Иллюстрация предельного перехода и измерение мгновенной скорости.

Преобразование движений с использованием механизмов.

Падение тел в воздухе и в разреженном пространстве.

Наблюдение движения тела, брошенного под углом к горизонту и горизонтально.

Направление скорости при движении по окружности.

Преобразование угловой скорости в редукторе.

Сравнение путей, траекторий, скоростей движения одного и того же тела в разных системах отсчета.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.

Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости.

Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении.

Измерение ускорения свободного падения (рекомендовано использование цифровой лаборатории).

Изучение движения тела, брошенного горизонтально. Проверка гипотезы о прямой пропорциональной зависимости между дальностью полета и начальной скоростью тела.

Изучение движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Исследование зависимости периода обращения конического маятника от его параметров.

Тема 2. Динамика

Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчета (определение, примеры).

Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил.

Второй закон Ньютона для материальной точки.

Третий закон Ньютона для материальных точек.

Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы.

Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. Первая космическая скорость.

Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Вес тела, движущегося с ускорением.

Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, ее зависимость от скорости относительного движения.

Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.

Технические устройства и технологические процессы: подшипники, движение искусственных спутников.

Демонстрации

Наблюдение движения тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчета.

Принцип относительности.

Качение двух цилиндров или шаров разной массы с одинаковым ускорением относительно неинерциальной системы отсчета.

Сравнение равнодействующей приложенных к телу сил с произведением массы тела на его ускорение в инерциальной системе отсчета.

Равенство сил, возникающих в результате взаимодействия тел.

Измерение масс по взаимодействию.

Невесомость.

Вес тела при ускоренном подъеме и падении.

Центробежные механизмы.

Сравнение сил трения покоя, качения и скольжения.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости.

Проверка гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы.

Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации.

Изучение движения системы тел, связанных нитью, перекинутой через легкий блок.

Измерение коэффициента трения по величине углового коэффициента зависимости $F_{TP}(N)$.

Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения.

Изучение движения груза на валу с трением.

Тема 3. Статика твердого тела

Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твердому телу. Центр тяжести тела.

Условия равновесия твердого тела.

Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.

Технические устройства и технологические процессы: кронштейн, строительный кран, решетчатые конструкции.

Демонстрации

Условия равновесия.

Виды равновесия.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование условий равновесия твердого тела, имеющего ось вращения.

Конструирование кронштейнов и расчет сил упругости.

Изучение устойчивости твердого тела, имеющего площадь опоры.

Тема 4. Законы сохранения в механике

Импульс материальной точки, системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс.

Импульс силы и изменение импульса тела.

Закон сохранения импульса.

Реактивное движение.

Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях.

Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы.

Мощность силы.

Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.

Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость.

Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии.

Упругие и неупругие столкновения.

Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии.

Технические устройства и технологические процессы: движение ракет, водомет, копер, пружинный пистолет, гироскоп, фигурное катание на коньках.

Демонстрации

Закон сохранения импульса.

Реактивное движение.

Измерение мощности силы.

Изменение энергии тела при совершении работы.

Взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий при действии на тело силы тяжести и силы упругости.

Сохранение энергии при свободном падении.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение импульса тела по тормозному пути.

Измерение силы тяги, скорости модели электромобиля и мощности силы тяги.

Сравнение изменения импульса тела с импульсом силы.

Исследование сохранения импульса при упругом взаимодействии.

Измерение кинетической энергии тела по тормозному пути.

Сравнение изменения потенциальной энергии пружины с работой силы трения.

Определение работы силы трения при движении тела по наклонной плоскости.

Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика

Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории

Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их опытное обоснование. Диффузия. Броуновское движение. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твердых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро.

Тепловое равновесие. Температура и способы ее измерения. Шкала температур Цельсия.

Модель идеального газа в молекулярно-кинетической теории: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом.

Газовые законы. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Абсолютная температура (шкала температур Кельвина). Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.

Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа).

Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения ее частиц.

Технические устройства и технологические процессы: термометр, барометр, получение наноматериалов.

Демонстрации

Модели движения частиц вещества.

Модель броуновского движения.

Видеоролик с записью реального броуновского движения.

Диффузия жидкостей.

Модель опыта Штерна.

Притяжение молекул.

Модели кристаллических решеток.

Наблюдение и исследование изопроцессов.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование процесса установления теплового равновесия при теплообмене между горячей и холодной водой.

Изучение изотермического процесса (рекомендовано использование цифровой лаборатории).

Изучение изохорного процесса.

Изучение изобарного процесса.

Проверка уравнения состояния.

Тема 2. Термодинамика. Тепловые машины

Термодинамическая (ТД) система. Задание внешних условий для термодинамической системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры термодинамической системы как средние значения величин, описывающих ее состояние на микроскопическом уровне.

Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация термодинамической системы к тепловому равновесию.

Модель идеального газа в термодинамике — система уравнений: уравнение Менделеева—Клапейрона и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа.

Квазистатические и нестатические процессы.

Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме.

Теплопередача как способ изменения внутренней энергии термодинамической системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение.

Количество теплоты. Теплоемкость тела. Удельная и молярная теплоемкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчет количества теплоты при теплопередаче. Понятие об адиабатном процессе.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии термодинамической системы.

Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние термодинамической системы проходит единственная адиабата. Абсолютная температура.

Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов.

Принципы действия тепловых машин. КПД.

Максимальное значение КПД. Цикл Карно.

Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды.

Технические устройства и технологические процессы: холодильник, кондиционер, дизельный и карбюраторный двигатели, паровая турбина, получение сверхнизких температур, утилизация «тепловых» отходов с использованием теплового насоса, утилизация биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии.

Демонстрации

Изменение температуры при адиабатическом расширении.

Воздушное огниво.

Сравнение удельных теплоемкостей веществ.

Способы изменения внутренней энергии.

Исследование адиабатного процесса.

Компьютерные модели тепловых двигателей.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение удельной теплоемкости.

Исследование процесса остывания вещества.

Исследование адиабатного процесса.

Изучение взаимосвязи энергии межмолекулярного взаимодействия и температуры кипения жидкостей.

Тема 3. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы

Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность.

Твердое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация.

Деформации твердого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций.

Тепловое расширение жидкостей и твердых тел, объемное и линейное расширение. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне).

Преобразование энергии в фазовых переходах.

Уравнение теплового баланса.

Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Технические устройства и технологические процессы: жидкие кристаллы, современные материалы.

Демонстрации

Тепловое расширение.

Свойства насыщенных паров.

Кипение. Кипение при пониженном давлении.

Измерение силы поверхностного натяжения.

Опыты с мыльными пленками.

Смачивание.

Капиллярные явления.

Модели неньютоновской жидкости.

Способы измерения влажности.

Исследование нагревания и плавления кристаллического вещества.

Виды деформаций.

Наблюдение малых деформаций.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Изучение закономерностей испарения жидкостей.

Измерение удельной теплоты плавления льда.

Изучение свойств насыщенных паров.

Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении.

Измерение коэффициента поверхностного натяжения.

Измерение модуля Юнга.

Исследование зависимости деформации резинового образца от приложенной к нему силы.

Раздел 4. Электродинамика

Тема 1. Электрическое поле

Электрический тел и ее проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.

Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона.

Электрическое поле. Его действие на электрические заряды.

Напряженность электрического поля. Пробный заряд. Линии напряженности электрического поля. Однородное электрическое поле.

Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряженности поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного).

Принцип суперпозиции электрических полей.

Поле равномерно заряженной Поле точечного заряда. сферы. по объему шара. Поле равномерно заряженной равномерно заряженного бесконечной Картины линий плоскости. напряженности ЭТИХ полей и эквипотенциальных поверхностей.

Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов.

Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Конденсатора. Электроемкость конденсатора. Электроемкость плоского конденсатора.

Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов.

Энергия заряженного конденсатора.

Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.

Технические устройства и технологические процессы: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсаторы, генератор Ван де Граафа.

Демонстрации

Устройство и принцип действия электрометра.

Электрическое поле заряженных шариков.

Электрическое поле двух заряженных пластин.

Модель электростатического генератора (Ван де Граафа).

Проводники в электрическом поле.

Электростатическая защита.

Устройство и действие конденсатора постоянной и переменной емкости.

Зависимость электроемкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости.

Энергия электрического поля заряженного конденсатора.

Зарядка и разрядка конденсатора через резистор.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Оценка сил взаимодействия заряженных тел.

Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода.

Изучение протекания тока в цепи, содержащей конденсатор.

Распределение разности потенциалов (напряжения) при последовательном соединении конденсаторов.

Исследование разряда конденсатора через резистор.

Тема 2. Постоянный электрический ток

Сила тока. Постоянный ток.

Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока. Напряжение U и ЭДС \mathcal{E} .

Закон Ома для участка цепи.

Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Удельное сопротивление вещества.

Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. Расчет разветвленных электрических цепей. Правила Кирхгофа.

Работа электрического тока. Закон Джоуля-Ленца.

Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе.

ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Мощность источника тока. Короткое замыкание.

Конденсатор в цепи постоянного тока.

Технические устройства и технологические процессы: амперметр, вольтметр, реостат, счетчик электрической энергии.

Демонстрации

Измерение силы тока и напряжения.

Исследование зависимости силы тока от напряжения для резистора, лампы накаливания и светодиода.

Зависимость сопротивления цилиндрических проводников от длины, площади поперечного сечения и материала.

Исследование зависимости силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.

Прямое измерение ЭДС. Короткое замыкание гальванического элемента и оценка внутреннего сопротивления.

Способы соединения источников тока, ЭДС батарей.

Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование смешанного соединения резисторов.

Измерение удельного сопротивления проводников.

Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания.

Увеличение предела измерения амперметра (вольтметра).

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

Исследование зависимости ЭДС гальванического элемента от времени при коротком замыкании.

Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.

Исследование зависимости полезной мощности источника тока от силы тока.

Тема 3. Токи в различных средах

Электрическая проводимость различных веществ. 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 электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза.

Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма.

Технические устройства и практическое применение: газоразрядные лампы, электронно-лучевая трубка, полупроводниковые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод, гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия.

Демонстрации

Зависимость сопротивления металлов от температуры.

Проводимость электролитов.

Законы электролиза Фарадея.

Искровой разряд и проводимость воздуха.

Сравнение проводимости металлов и полупроводников.

Односторонняя проводимость диода.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Наблюдение электролиза.

Измерение заряда одновалентного иона.

Исследование зависимости сопротивления терморезистора от температуры.

Снятие вольт-амперной характеристики диода.

Физический практикум

Способы измерения физических величин с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов и компьютерных датчиковых систем. Абсолютные и относительные погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей.

Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ, описанных в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»).

Межпредметные связи

Изучение курса физики углубленного уровня в 10 классе осуществляется с учетом содержательных межпредметных связей с курсами математики, биологии, химии, географии и технологии.

Межпредметные понятия, связанные с изучением методов научного познания: явление, научный факт, гипотеза, физическая величина, закон, теория, наблюдение, эксперимент, моделирование, модель, измерение, погрешности измерений, измерительные приборы, цифровая лаборатория.

Математика: Решение системы уравнений. Линейная функция, парабола, гипербола, их графики и свойства. Тригонометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс, основное тригонометрическое тождество. Векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов.

Биология: механическое движение в живой природе, диффузия, осмос, теплообмен живых организмов, тепловое загрязнение окружающей среды, утилизация биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии, поверхностное натяжение и капиллярные явления в природе, электрические явления в живой природе.

Химия: дискретное строение вещества, строение атомов и молекул, моль вещества, молярная масса, получение наноматериалов, тепловые свойства твердых тел, жидкостей и газов, жидкие кристаллы, электрические свойства металлов, электролитическая диссоциация, гальваника, электронная микроскопия.

География: влажность воздуха, ветры, барометр, термометр.

Технология: преобразование движений с использованием механизмов, учет сухого и жидкого трения в технике, статические конструкции (кронштейн, решетчатые конструкции), использование законов сохранения механики в технике (гироскоп, водомет и другие), двигатель внутреннего сгорания, паровая турбина, бытовой холодильник, кондиционер, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии, электростатическая защита, заземление электроприборов, газоразрядные лампы, полупроводниковые приборы, гальваника.

11 КЛАСС

Раздел 4. Электродинамика

Тема 4. Магнитное поле

Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции.

Магнитное поле проводника с током (прямого проводника, катушки и кругового витка). Опыт Эрстеда.

Сила Ампера, ее направление и модуль.

Сила Лоренца, ее направление и модуль. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца.

Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики.

Технические устройства и технологические процессы: применение постоянных магнитов, электромагнитов, тестер-мультиметр, электродвигатель Якоби, ускорители элементарных частиц.

Демонстрации

Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов.

Картина линий магнитной индукции поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током.

Взаимодействие двух проводников с током.

Сила Ампера.

Действие силы Лоренца на ионы электролита.

Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле.

Принцип действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование магнитного поля постоянных магнитов.

Исследование свойств ферромагнетиков.

Исследование действия постоянного магнита на рамку с током.

Измерение силы Ампера.

Изучение зависимости силы Ампера от силы тока.

Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера.

Тема 5. Электромагнитная индукция

Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко.

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле.

Правило Ленца.

Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.

Энергия магнитного поля катушки с током.

Электромагнитное поле.

Технические устройства и технологические процессы: индукционная печь, соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли.

Демонстрации

Наблюдение явления электромагнитной индукции.

Исследование зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

Правило Ленца.

Падение магнита в алюминиевой (медной) трубе.

Явление самоиндукции.

Исследование зависимости ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование явления электромагнитной индукции.

Определение индукции вихревого магнитного поля.

Исследование явления самоиндукции.

Сборка модели электромагнитного генератора.

Раздел 5. Колебания и волны

Тема 1. Механические колебания

Колебательная система. Свободные колебания.

Гармонические колебания. Кинематическое и динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания.

Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения.

Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника.

Понятие о затухающих колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.

Технические устройства и технологические процессы: метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф.

Демонстрации

Запись колебательного движения.

Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды.

Исследование затухающих колебаний и зависимости периода свободных колебаний от сопротивления.

Исследование колебаний груза на массивной пружине с целью формирования представлений об идеальной модели пружинного маятника.

Закон сохранения энергии при колебаниях груза на пружине.

Исследование вынужденных колебаний.

Наблюдение резонанса.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников.

Изучение законов движения тела в ходе колебаний на упругом подвесе.

Изучение движения нитяного маятника.

Преобразование энергии в пружинном маятнике.

Исследование убывания амплитуды затухающих колебаний.

Исследование вынужденных колебаний.

Тема 2. Электромагнитные колебания

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре.

Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.

Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания.

Переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени.

Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений.

Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни.

Технические устройства и технологические процессы: электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач.

Демонстрации

Свободные электромагнитные колебания.

Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и емкости контура.

Осциллограммы электромагнитных колебаний.

Генератор незатухающих электромагнитных колебаний.

Модель электромагнитного генератора.

Вынужденные синусоидальные колебания.

Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока.

Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.

Устройство и принцип действия трансформатора.

Модель линии электропередачи.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Изучение трансформатора.

Исследование переменного тока через последовательно соединенные конденсатор, катушку и резистор.

Наблюдение электромагнитного резонанса.

Исследование работы источников света в цепи переменного тока.

Тема 3. Механические и электромагнитные волны

Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные волны. Период, скорость распространения и длина волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция.

Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука.

Шумовое загрязнение окружающей среды.

Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов $E \to E \to E$ в электромагнитной волне.

Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация,

интерференция и дифракция.

Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту.

Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация.

Электромагнитное загрязнение окружающей среды.

Технические устройства и практическое применение: музыкальные инструменты, радар, радиоприемник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике и медицине.

Демонстрации

Образование и распространение поперечных и продольных волн.

Колеблющееся тело как источник звука.

Зависимость длины волны от частоты колебаний.

Наблюдение отражения и преломления механических волн.

Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.

Акустический резонанс.

Свойства ультразвука и его применение.

Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.

Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция.

Обнаружение инфракрасного и ультрафиолетового излучений.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Изучение параметров звуковой волны.

Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве.

Тема 4. Оптика

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света.

Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Сферические зеркала.

Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред.

Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет.

Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения.

Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии и относительного показателя преломления.

Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой.

Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.

Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая система.

Пределы применимости геометрической оптики.

Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем.

Дифракция света. Дифракционная решетка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решетку.

Поляризация света.

Технические устройства и технологические процессы: очки, лупа, перископ, фотоаппарат, микроскоп, проекционный аппарат, просветление оптики, волоконная оптика, дифракционная решетка.

Демонстрации

Законы отражения света.

Исследование преломления света.

Наблюдение полного внутреннего отражения. Модель световода.

Исследование хода световых пучков через плоскопараллельную пластину и призму.

Исследование свойств изображений в линзах.

Модели микроскопа, телескопа.

Наблюдение интерференции света.

Наблюдение цветов тонких пленок.

Наблюдение дифракции света.

Изучение дифракционной решетки.

Наблюдение дифракционного спектра.

Наблюдение дисперсии света.

Наблюдение поляризации света.

Применение поляроидов для изучения механических напряжений.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение показателя преломления стекла.

Исследование зависимости фокусного расстояния от вещества (на примере жидких линз).

Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз.

Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы.

Получение изображения в системе из двух линз.

Конструирование телескопических систем.

Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света.

Изучение поляризации света, отраженного от поверхности диэлектрика.

Изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях.

Наблюдение дисперсии.

Наблюдение и исследование дифракционного спектра.

Измерение длины световой волны.

Получение спектра излучения светодиода при помощи дифракционной решетки.

Раздел 6. Основы специальной теории относительности

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности.

Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины.

Энергия и импульс релятивистской частицы.

Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя.

Технические устройства и технологические процессы: спутниковые приемники, ускорители заряженных частиц.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Определение импульса и энергии релятивистских частиц (по фотографиям треков заряженных частиц в магнитном поле).

Раздел 7. Квантовая физика

Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм

Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно черного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза Планка о квантах.

Фотоны. Энергия и импульс фотона.

Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта.

Давление света (в частности, давление света на абсолютно поглощающую и абсолютно отражающую поверхность). Опыты П.Н. Лебедева.

Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах.

Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.

Технические устройства и технологические процессы: спектрометр, фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод.

Демонстрации

Фотоэффект на установке с цинковой пластиной.

Исследование законов внешнего фотоэффекта.

Исследование зависимости сопротивления полупроводников от освещенности.

Светодиод.

Солнечная батарея.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование фоторезистора.

Измерение постоянной Планка на основе исследования фотоэффекта.

Исследование зависимости силы тока через светодиод от напряжения.

Тема 2. Физика атома

Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда.

Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.

Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода.

Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер.

Технические устройства и технологические процессы: спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер.

Демонстрации

Модель опыта Резерфорда.

Наблюдение линейчатых спектров.

Устройство и действие счетчика ионизирующих частиц.

Определение длины волны лазерного излучения.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Наблюдение линейчатого спектра.

Исследование спектра разреженного атомарного водорода и измерение постоянной Ридберга.

Тема 3. Физика атомного ядра и элементарных частиц

Нуклонная модель ядра Гейзенберга–Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы.

Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение.

Закон радиоактивного распада. Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия.

Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра.

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики.

Методы регистрации и исследования элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны.

Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.

Физика за пределами Стандартной модели. Темная материя и темная энергия. Единство физической картины мира.

Технические устройства и технологические процессы: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитнорезонансная томография.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).

Исследование радиоактивного фона с использованием дозиметра.

Изучение поглощения бета-частиц алюминием.

Раздел 8. Элементы астрономии и астрофизики

Этапы развития астрономии. Прикладное и мировоззренческое значение астрономии. Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.

Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия.

Вид звездного неба. Созвездия, яркие звезды, планеты, их видимое движение. Солнечная система.

Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звезд.

Звезды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс — светимость». 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. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик.

Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение.

Масштабная структура Вселенной. Метагалактика.

Нерешенные проблемы астрономии.

Ученические наблюдения

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

Наблюдения в телескоп Луны, планет, туманностей и звездных скоплений.

Физический практикум

Способы измерения физических величин с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов и компьютерных датчиковых систем. Абсолютные и относительные погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей.

Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ, описанных

в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»).

Обобщающее повторение

Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Колебания и волны», «Основы специальной теории относительности», «Квантовая физика», «Элементы астрономии и астрофизики».

Роль физики и астрономии в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики и астрономии в современной научной картине мира, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе.

Межпредметные связи

Изучение курса физики углубленного уровня в 11 классе осуществляется с учетом содержательных межпредметных связей с курсами математики, биологии, химии, географии и технологии.

Межпредметные понятия, связанные с изучением методов научного познания: явление, научный факт, гипотеза, физическая величина, закон, теория, наблюдение, эксперимент, моделирование, модель, измерение, погрешности измерений, измерительные приборы, цифровая лаборатория.

Математика: Решение системы уравнений. Тригонометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс, основное тригонометрическое тождество. Векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов. Производные элементарных функций. Признаки подобия треугольников, определение площади плоских фигур и объема тел.

Биология: электрические явления в живой природе, колебательные движения в живой природе, экологические риски при производстве электроэнергии, электромагнитное загрязнение окружающей среды, ультразвуковая диагностика в медицине, оптические явления в живой природе.

Химия: строение атомов и молекул, кристаллическая структура твердых тел, механизмы образования кристаллической решетки, спектральный анализ.

География: магнитные полюса Земли, залежи магнитных руд, фотосъемка земной поверхности, сейсмограф.

Технология: применение постоянных магнитов, электромагнитов, электродвигатель Якоби, генератор переменного тока, индукционная печь, линии электропередач, электродвигатель, радар, радиоприемник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике, проекционный аппарат, волоконная оптика, солнечная батарея, спутниковые приемники, ядерная энергетика и экологические аспекты ее развития.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПО ФИЗИКЕ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Освоение учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования (углубленный уровень) должно обеспечить достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные результаты освоения учебного предмета «Физика» должны способность обучающихся отражать готовность И руководствоваться внутренней сформированной позицией личности, системой ориентаций, позитивных внутренних убеждений, соответствующих традиционным ценностям российского общества, расширение жизненного опыта и опыта деятельности в процессе реализации основных направлений воспитательной деятельности, в том числе в части:

1) гражданского воспитания:

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;

принятие традиционных общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;

готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в образовательной организации;

умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

2) патриотического воспитания:

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма; ценностное отношение к государственным символам, достижениям российских ученых в области физики и технике;

3) духовно-нравственного воспитания:

сформированность нравственного сознания, этического поведения;

способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого;

осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;

4) эстетического воспитания:

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке;

5) трудового воспитания:

интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;

готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни;

6) экологического воспитания:

сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;

планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;

расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике;

7) ценности научного познания:

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;

осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

В процессе достижения личностных результатов освоения программы по физике для уровня среднего общего образования у обучающихся совершенствуется эмоциональный интеллект, предполагающий сформированность:

самосознания, включающего способность понимать свое эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;

саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении общения, способность к сочувствию и сопереживанию;

социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные учебные действия Базовые логические действия:

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения; выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;

вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

Базовые исследовательские действия:

владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;

владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;

осуществлять различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;

выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;

ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;

давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт;

уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;

уметь интегрировать знания из разных предметных областей; выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

Работа с информацией:

владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;

оценивать достоверность информации;

использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач

с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

создавать тексты физического содержания в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

Коммуникативные универсальные учебные действия Общение:

осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности; распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты; развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

Совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов, и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Регулятивные универсальные учебные действия Самоорганизация:

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики и астрономии, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;

самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;

делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение;

оценивать приобретенный опыт;

способствовать формированию и проявлению эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль:

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований;

использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению; принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности.

Принятие себя и других:

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства; принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности; признавать свое право и право других на ошибку.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В процессе изучения курса курса физики углубленного уровня в 10 классе обучающийся научится:

понимать роль физики в экономической, технологической, экологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — механики, молекулярной физики и термодинамики, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;

различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчета, абсолютно твердое тело, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, модели газа, жидкости и твердого (кристаллического) тела, идеальный газ, точечный заряд, однородное электрическое поле;

различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

анализировать и объяснять механические процессы и явления, используя основные положения и законы механики (относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, законы Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии,

условия равновесия твердого тела), при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости физических законов: преобразований Галилея, второго и третьего законов Ньютона, законов сохранения импульса и механической энергии, закона всемирного тяготения;

анализировать и объяснять тепловые процессы и явления, используя основные положения молекулярно-кинетической теории и законы молекулярной физики и термодинамики (связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева—Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах), при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости уравнения Менделеева—Клапейрона;

анализировать и объяснять электрические явления, используя основные положения и законы электродинамики (закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, при этом указывая условия применимости закона Кулона, а также практически важные соотношения: законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля—Ленца, правила Кирхгофа, законы Фарадея для электролиза);

физические описывать процессы И явления, используя перемещение, скорость, ускорение, импульс тела и системы тел, сила, момент силы, давление, потенциальная энергия, кинетическая энергия, механическая энергия, работа силы, центростремительное ускорение, сила тяжести, сила упругости, сила трения, мощность, энергия взаимодействия тела с Землей вблизи ее поверхности, энергия упругой деформации пружины, количество теплоты, температура тела, работа в термодинамике, внутренняя энергия идеального одноатомного газа, работа идеального газа, относительная влажность воздуха, коэффициент полезного действия идеального теплового двигателя; электрическое поле, напряженность электрического поля, напряженность поля точечного заряда или заряженного шара в вакууме и в диэлектрике, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, сила тока, напряжение, мощность тока, электрическая емкость плоского конденсатора, сопротивление участка цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов, энергия электрического поля конденсатора;

объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение конденсация, плавление И кристаллизация, направленность теплопередачи, электризация И тел, эквипотенциальность поверхности заряженного проводника;

проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, практикума и учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с использованием изученных законов, закономерностей и физических явлений;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;

приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных

источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

В процессе изучения курса физики углубленного уровня в 11 классе обучающийся научится:

понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека, роль и место физики в современной научной картине мира, роль астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии, значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — электродинамики, специальной теории относительности, квантовой физики, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;

различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): однородное электрическое и однородное магнитное поля, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза, моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;

различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

анализировать и объяснять электромагнитные процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и специальной теории относительности (закон сохранения электрического заряда, сила Ампера, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, связь ЭДС самоиндукции в элементе электрической цепи со скоростью изменения силы тока, постулаты специальной теории относительности Эйнштейна);

анализировать и объяснять квантовые процессы и явления, используя положения квантовой физики (уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип соотношения неопределенностей Гейзенберга,

законы сохранения зарядового и массового чисел и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада);

описывать физические процессы И явления, используя величины: электрического поля, потенциал электростатического напряженность разность потенциалов, электродвижущая сила, индукция магнитного поток, Ампера, индуктивность, сила электродвижущая самоиндукции, энергия магнитного поля проводника с током, релятивистский импульс, полная энергия, энергия покоя свободной частицы, энергия и импульс фотона, массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра;

объяснять особенности протекания физических явлений: электромагнитная индукция, самоиндукция, резонанс, интерференция волн, дифракция, дисперсия, полное внутреннее отражение, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), альфа- и бета-распады ядер, гамма-излучение ядер, физические принципы спектрального анализа и работы лазера;

определять направление индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;

строить изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой, и рассчитывать его характеристики;

применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звезд и Вселенной;

проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;

проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

описывать методы получения научных астрономических знаний;

соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, практикума и учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;

решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач,

проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с использованием изученных законов, закономерностей и физических явлений;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;

приводить примеры вклада российских и зарубежных ученых-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ π/π	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности обучающихся
Разде	ел 1. Научный метод п			
1.1	Научный метод	Участие в дискуссии о роли		
	познания природы		о природе. Научный метод познания	физической теории в формировании
			и методы исследования физических	представлений о физической картине
			явлений.	мира, месте физической картины
			Эксперимент и теория в процессе	мира в общем ряду современных
			познания природы. Наблюдение	естественно-научных представлений
			и эксперимент в физике.	о природе.
			Способы измерения физических	Изучение понятий «гипотеза»,
			величин (аналоговые и цифровые	«физический закон», «физическая
			измерительные приборы,	теория».
			компьютерные датчиковые системы).	Рассмотрение границ применимости
			Погрешности измерений физических	физических законов.
			величин (абсолютная и	Сравнение измерений физических
			относительная).	величин при помощи аналоговых
			Моделирование физических явлений	и цифровых измерительных
			и процессов (материальная точка,	приборов, например, при измерении
			абсолютно твердое тело, идеальная	силы тока и напряжения в цепи
			жидкость, идеальный газ, точечный	постоянного тока при помощи
			заряд). Гипотеза. Физический закон,	аналоговых и цифровых

			границы его применимости. Физическая теория. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей	измерительных приборов. Освоение способов оценки погрешностей измерений. Освоение основных приемов работы с цифровой лабораторией по физике, например, при измерении физических величин при помощи компьютерных датчиков
Итого	по разделу	6		
Разде	л 2. Механика			
2.1	Кинематика	10	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета. Прямая и обратная задачи механики. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат. 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. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки	Проведение косвенных измерений мгновенной скорости и ускорения тела, в том числе ускорения свободного падения, проведение исследования зависимостей между физическими величинами (пути от времени при равноускоренном движении, периода обращения конического маятника от его параметров) и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении равноускоренного прямолинейного движения, движения тела, брошенного горизонтально, движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью. Определение абсолютных

от времени и их графики. и относительных погрешностей Свободное падение. Ускорение измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Изучение модели системы отсчета, Зависимость координат, скорости сравнение путей, траекторий, и ускорения материальной точки скоростей движения одного и того же от времени и их графики. тела в разных системах отсчета. Криволинейное движение. Движение Анализ разных способов материальной точки по окружности. исследования движений. Угловая и линейная скорость. Период Рассмотрение предельного перехода и частота обращения. и измерение мгновенной скорости. Центростремительное (нормальное), Моделирование преобразования касательное (тангенциальное) лвижений с использованием и полное ускорение материальной механизмов, изучение преобразования угловой скорости точки. Технические устройства в редукторе. и технологические процессы: Анализ направления скорости при движении по окружности. спидометр, движение снарядов, цепные, шестеренчатые и ременные Решение расчетных задач с явно передачи, скоростные лифты заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул кинематики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по кинематике. Объяснение устройства и принципа

действия спидометра, цепных, шестерентатых и ременных передач, скоростных лифтов. Объяснение движения снарядов. Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений равнодействующей сил			Г	<u> </u>	
скоростных лифтов. Объяснение движения снарядов. Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ПТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					_
Объяснение движения снарядов. Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ПТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					
Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					-
моделей физических тел и процессов (явлений): материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					Объяснение движения снарядов.
(явлений): материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					Определение условий применимости
равноускоренное движение, свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					моделей физических тел и процессов
свободное падение. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					(явлений): материальная точка,
Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика Выполнение учебных заданий на анализ механического движения из законов кинематики: относительность механического движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности					равноускоренное движение,
на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					свободное падение.
(явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					Выполнение учебных заданий
основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					на анализ механических процессов
кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					(явлений) с использованием
механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					основных положений и законов
кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					кинематики: относительность
движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					механического движения, формулы
для скорости и перемещения. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					кинематики равноускоренного
Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					движения, преобразования Галилея
работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					для скорости и перемещения.
источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					Использование IT-технологий
их критический анализ и оценка достоверности 2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					при работе с дополнительными
2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					источниками информации по теме,
2.2 Динамика 10 Первый закон Ньютона. Проведение косвенных измерений					их критический анализ и оценка
					достоверности
Инерциальные системы отсчета. равнодействующей сил	2.2	Динамика	10	Первый закон Ньютона.	Проведение косвенных измерений
				Инерциальные системы отсчета.	равнодействующей сил
Принцип относительности Галилея. и коэффициента трения скольжения,				Принцип относительности Галилея.	и коэффициента трения скольжения,
Неинерциальные системы отсчета проведение исследования				Неинерциальные системы отсчета	проведение исследования

(определение, примеры). Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки. Третий закон Ньютона для материальных точек. Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. Первая космическая скорость. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Вес тела, движущегося с ускорением. Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, ее зависимость от скорости относительного движения. Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.

зависимостей физических величин (сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации) и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении движения бруска по наклонной плоскости, движения системы связанных тел, деформации тел.

Определение абсолютных и относительных погрешностей измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. Исследование движения системы тел, связанных нитью, перекинутой через легкий блок, движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения, движения груза на валу с трением. Наблюдение движения тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчета, например, качения двух цилиндров или шаров разной массы с одинаковым ускорением относительно неинерциальной системы отсчета. Изучение центробежных механизмов.

Сравнение сил трения покоя, качения

Технические устройства	и скольжения.
и технологические процессы:	Решение расчетных задач с явно
подшипники, движение	заданной и неявно заданной
искусственных спутников	физической моделью
	с использованием основных законов
	и формул кинематики и динамики.
	Решение качественных задач,
	требующих применения знаний
	по кинематике и динамике.
	Объяснение устройства и принципа
	действия подшипников.
	Объяснение движения искусственных
	спутников.
	Определение условий применимости
	моделей физических тел и процессов
	(явлений): инерциальная система
	отсчета, материальная точка,
	абсолютно упругая деформация.
	Выполнение учебных заданий
	на анализ механических процессов
	(явлений) с использованием
	основных положений и законов
	динамики: три закона Ньютона,
	принцип относительности
	Галилея, закон всемирного
	тяготения.
	Работа в группах при обсуждении
	вопросов межпредметного характера

				(например, по теме «Движение в природе»)
2.3	Статика твердого	5	Абсолютно твердое тело.	Проведение исследования условий
	тела		Поступательное и вращательное	равновесия твердого тела, имеющего
			движение твердого тела. Момент	ось вращения; конструирование
			силы относительно оси вращения.	кронштейнов и расчет сил упругости;
			Плечо силы. Сложение сил,	изучение устойчивости твердого тела,
			приложенных к твердому телу.	имеющего площадь опоры.
			Центр тяжести тела.	Решение расчетных задач с явно
			Условия равновесия твердого тела.	заданной и неявно заданной
			Устойчивое, неустойчивое,	физической моделью
			безразличное равновесие.	с использованием основных законов
			Технические устройства	и формул статики.
			и технологические процессы:	Решение качественных задач,
			кронштейн, строительный кран,	требующих применения знаний
			решетчатые конструкции	по статике.
				Объяснение устройства
				и принципов действия кронштейна,
				строительного крана, решетчатых
				конструкций.
				Определение условий применимости
				моделей физических тел: абсолютно
				твердое тело.
				Выполнение учебных заданий
				на анализ механических процессов
				(явлений) с использованием
				основных положений и законов

				статики: условия равновесия твердого
				тела
2.4	Законы сохранения в	10	Импульс материальной точки,	Проведение косвенных измерений
	механике		системы материальных точек. Центр	импульса тела, кинетической
			масс системы материальных точек.	и потенциальной энергии тела,
			Теорема о движении центра масс.	мощности силы; проведение опытов
			Импульс силы и изменение импульса	по проверке предложенной гипотезы
			тела.	при изучении равноускоренного
			Закон сохранения импульса.	прямолинейного движения
			Реактивное движение.	и взаимодействия тел.
			Момент импульса материальной	Определение абсолютных
			точки. Представление о сохранении	и относительных погрешностей
			момента импульса в центральных	измерений физических величин.
			полях.	Оценка границ погрешностей.
			Работа силы на малом и на конечном	Проведение эксперимента
			перемещении. Графическое	по сравнению изменения импульса
			представление работы силы.	тела с импульсом силы, изменения
			Мощность силы.	потенциальной энергии пружины
			Кинетическая энергия материальной	с работой силы трения.
			точки. Теорема об изменении	Исследование сохранения импульса
			кинетической энергии материальной	при упругом взаимодействии,
			точки.	сохранения энергии при свободном
			Потенциальные и непотенциальные	падении.
			силы. Потенциальная энергия.	Определение работы силы трения
			Потенциальная энергия упруго	при движении тела по наклонной
			деформированной пружины.	плоскости.
			Потенциальная энергия тела	Наблюдение и объяснение

в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. Упругие и неупругие столкновения. Уравнение Бернулли для идеальной жилкости как следствие закона сохранения механической энергии. Технические устройства и технологические процессы: движение ракет, водомет, копер, пружинный пистолет, гироскоп, фигурное катание на коньках

реактивного лвижения. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул механики. Решение качественных задач. требующих применения знаний по механике. Объяснение принципов действия водомета, копера, пружинного пистолета, гироскопа. Объяснение движения ракет, фигурного катания на коньках. Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием законов сохранения в механике: законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии тела.

Использование ІТ-технологий

				при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка
				достоверности
	по разделу	35		
Разде	л 3. Молекулярная фі		динамика	
3.1	Основы	15	Основные положения молекулярно-	Проведение измерений параметров
	молекулярно-		кинетической теории (МКТ), их	газа, проведение исследований
	кинетической		опытное обоснование. Диффузия.	зависимостей физических величин
	теории		Броуновское движение. Характер	и опытов по проверке предложенной
			движения и взаимодействия частиц	гипотезы при изучении установления
			вещества. Модели строения газов,	теплового равновесия и изопроцессов
			жидкостей и твердых тел	в газах.
			и объяснение свойств вещества	Определение абсолютных
			на основе этих моделей. Масса	и относительных погрешностей
			и размеры молекул (атомов).	измерений физических величин.
			Количество вещества.	Оценка границ погрешностей.
			Постоянная Авогадро.	Экспериментальная проверка
			Тепловое равновесие. Температура	уравнения состояния идеального газа.
			и способы ее измерения. Шкала	Изучение моделей: движения частиц
			температур Цельсия.	вещества, броуновского движения.
			Модель идеального газа	опыта Штерна, кристаллических
			в молекулярно-кинетической теории:	решеток.
			частицы газа движутся хаотически	Решение расчетных задач с явно
			и не взаимодействуют друг с другом.	заданной и неявно заданной
			Газовые законы. Уравнение	физической моделью
			Менделеева-Клапейрона. Абсолютная	с использованием основных законов

температура (шкала температур Кельвина). Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.

Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение молекулярнокинетической теории идеального газа).

Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения ее частиц.

Технические устройства и технологические процессы: термометр, барометр, получение наноматериалов

и формул молекулярной физики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по молекулярной физике. Объяснение устройства и принципа действия термометра, барометра.

Объяснение получения наноматериалов.

Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): моделей газа, жидкости и твердого (кристаллического) тела, илеального газа.

Выполнение учебных заданий на анализ тепловых процессов (явлений) с использованием основных положений МКТ и законов молекулярной физики: связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его

				температурой, уравнение
				Менделеева–Клапейрона
3.2	Термодинамика.	20	Термодинамическая (ТД) система.	Измерение удельной теплоемкости
	Тепловые машины		Задание внешних условий	разных веществ, их сравнение,
			для термодинамической системы.	проведение исследований
			Внешние и внутренние параметры.	зависимостей физических величин
			Параметры термодинамической	и опытов по проверке предложенной
			системы как средние значения	гипотезы при изучении процессов
			величин, описывающих ее состояние	теплообмена и адиабатного процесса.
			на микроскопическом уровне.	Определение абсолютных
			Нулевое начало термодинамики.	и относительных погрешностей
			Самопроизвольная релаксация	измерений физических величин.
			термодинамической системы	Оценка границ погрешностей.
			к тепловому равновесию.	Изучение взаимосвязи энергии
			Модель идеального газа	межмолекулярного взаимодействия
			в термодинамике – система	и температуры кипения жидкостей.
			уравнений: уравнение Менделеева-	Изучение тепловых двигателей
			Клапейрона	с использованием компьютерных
			и выражение для внутренней энергии.	моделей.
			Условия применимости этой модели:	Исследование разных способов
			низкая концентрация частиц, высокие	изменения внутренней энергии.
			температуры. Выражение	Решение расчетных задач с явно
			для внутренней энергии	заданной и неявно заданной
			одноатомного идеального газа.	физической моделью
			Квазистатические и нестатические	с использованием основных законов
			процессы.	и формул молекулярной физики
			Элементарная работа	и термодинамики.

в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии термодинамической системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение. Количество теплоты. Теплоемкость тела. Удельная и молярная теплоемкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчет количества теплоты при теплопередаче. Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии термодинамической системы. Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние термодинамической системы проходит единственная адиабата.

Решение качественных залач. требующих применения знаний по молекулярной физике и термодинамике. Объяснение устройства и принципа действия холодильника. кондиционера, дизельного и карбюраторного двигателей, паровой турбины. Объяснение получения сверхнизких температур, утилизации «тепловых» отходов с использованием теплового насоса, утилизации биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии. Выполнение учебных заданий на анализ тепловых процессов (явлений) с использованием основных положений МКТ и законов молекулярной физики и термодинамики: первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме,

их критический анализ и оценка

Абсолютная температура.
Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов.
Принципы действия тепловых машин. КПД.
Максимальное значение КПД.
Цикл Карно.
Экологические аспекты использования тепловых двигателей.
Тепловое загрязнение окружающей

Анализ и оценка последствий использования тепловых двигателей и теплового загрязнения окружающей среды с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании (в процессе подготовки сообщений, выполнений групповых проектов)

достоверности.

Технические устройства и технологические процессы: холодильник, кондиционер, дизельный и карбюраторный двигатели, паровая турбина, получение сверхнизких температур, утилизация «тепловых» отходов с использованием теплового насоса, утилизация биоорганического топлива для выработки «тепловой» и электроэнергии

среды.

3.3	Агрегатные	14	Парообразование и конденсация.	Наблюдение свойств насыщенных
	состояния вещества.		Испарение и кипение. Удельная	паров, малых деформаций,
	Фазовые переходы		теплота парообразования.	проведение косвенных измерений
			Насыщенные и ненасыщенные пары.	удельной теплоты плавления льда,
			Качественная зависимость плотности	абсолютной влажности воздуха,
			и давления насыщенного пара	коэффициента поверхностного
			от температуры, их независимость	натяжения, модуля Юнга.
			от объема насыщенного пара.	Изучение закономерностей испарения
			Зависимость температуры кипения	и кипения жидкостей, в том числе
			от давления в жидкости.	кипения при пониженном давлении,
			Влажность воздуха. Абсолютная	нагревания и плавления
			и относительная влажность.	кристаллического вещества,
			Твердое тело. Кристаллические	капиллярных явлений, смачивания.
			и аморфные тела. Анизотропия	Проведение опытов с мыльными
			свойств кристаллов. Плавление	пленками.
			и кристаллизация. Удельная теплота	Исследование модели
			плавления. Сублимация.	неньютоновской жидкости.
			Деформации твердого тела.	Решение расчетных задач с явно
			Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль	заданной и неявно заданной
			Юнга. Предел упругих деформаций.	физической моделью
			Тепловое расширение жидкостей	с использованием основных законов
			и твердых тел, объемное и линейное	и формул молекулярной физики
			расширение. Ангармонизм тепловых	и термодинамики.
			колебаний частиц вещества как	Решение качественных задач,
			причина теплового расширения тел	требующих применения знаний
			(на качественном уровне).	по молекулярной физике
			Преобразование энергии в фазовых	и термодинамике.

				07
			переходах.	Объяснение основных принципов
			Уравнение теплового баланса.	строения жидких кристаллов,
			Поверхностное натяжение.	получения современных материалов.
			Коэффициент поверхностного	Определение условий применимости
			натяжения. Капиллярные явления.	моделей физических тел и процессов
			Давление под искривленной	(явлений): моделей газа, жидкости
			поверхностью жидкости.	и твердого (кристаллического) тела,
			Формула Лапласа.	идеального газа.
			Технические устройства	Выполнение учебных заданий
			и технологические процессы: жидкие	на анализ тепловых процессов
			кристаллы, современные материалы	(явлений) с использованием
				основных положений МКТ и законов
				молекулярной физики и
				термодинамики: связь давления
				идеального газа с концентрацией
				молекул и его температурой,
				уравнение Менделеева-Клапейрона,
				первый закон термодинамики.
				Работа в группах при обсуждении
				вопросов межпредметного характера
				(например, по теме «Теплообмен
				в живой природе»)
Итого	по разделу	49		
Разде	л 4. Электродинамика	1		
4.1	Электрическое поле	24	Электризация тел и ее проявления.	Проведение косвенных измерений и
			Электрический заряд. Два вида	опытов по проверке предложенной
			электрических зарядов. Проводники,	гипотезы при изучении

диэлектрики и полупроводники. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.

Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. Напряженность электрического поля. Пробный заряд. Линии

напряженности электрического поля. Однородное электрическое поле.

Потенциальность электростатического поля. Разность

Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле.

потенциалов и напряжение.

Потенциал электростатического поля. Связь напряженности поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного). Принцип суперпозиции

электрических полей.

Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объему

взаимодействия заряженных тел, заряда конденсатора, последовательного соединения конденсаторов.

Определение абсолютных и относительных погрешностей измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода, исследование разряда конденсатора через резистор. Изучение зависимости электроемкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости. Изучение картин линий напряженности электрического поля точечного заряда, равномерно заряженной сферы, равномерно заряженного по объему шара, равномерно заряженной бесконечной

Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной

поверхностей.

плоскости и эквипотенциальных

шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряженности этих полей и эквипотенциальных поверхностей. Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества. Конденсатор. Электроемкость конденсатора. Электроемкость плоского конденсатора. Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле. Технические устройства и технологические процессы: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсаторы, генератор Ван де Граафа

физической моделью с использованием основных законов и формул электростатики. Решение качественных задач. требующих применения знаний по электростатике. Объяснение устройства и принципа действия электроскопа, электрометра, конденсаторов, генератора Ван де Граафа. Объяснение работы электростатической защиты, заземления электроприборов. Определение условий применимости моделей физических тел: точечный заряд, однородное электрическое поле. Выполнение учебных заданий на анализ электрических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов электродинамики: закон сохранения

электрического заряда, закон Кулона,

электростатического поля, принцип

суперпозиции электрических полей.

Использование ІТ-технологий

потенциальность

				при работе с дополнительными
				1 1
				источниками информации по теме,
				их критический анализ и оценка
				достоверности
4.2	Постоянный	24	Сила тока. Постоянный ток.	Проведение прямых измерений силы
	электрический ток		Условия существования постоянного	тока и напряжения, косвенных
			электрического тока. Источники тока.	измерений удельного сопротивления,
			Напряжение U и ЭДС \mathcal{E} .	ЭДС и внутреннего сопротивления
			Закон Ома для участка цепи.	источника тока, проведение
			Электрическое сопротивление.	исследований зависимостей
			Зависимость сопротивления	физических величин и опытов
			однородного проводника от его	по проверке предложенной гипотезы
			длины и площади поперечного	при изучении цепей постоянного
			сечения. Удельное сопротивление	тока.
			вещества.	Определение абсолютных
			Последовательное, параллельное,	и относительных погрешностей
			смешанное соединение проводников.	измерений физических величин.
			Расчет разветвленных электрических	Оценка границ погрешностей.
			цепей. Правила Кирхгофа.	Изучение короткого замыкания
			Работа электрического тока.	гальванического элемента и оценка
			Закон Джоуля-Ленца.	внутреннего сопротивления.
			Мощность электрического тока.	Решение расчетных задач с явно
			Тепловая мощность, выделяемая	заданной и неявно заданной
			на резисторе.	физической моделью
			ЭДС и внутреннее сопротивление	с использованием основных законов
			источника тока. Закон Ома	и формул постоянного тока.
			для полной (замкнутой)	Решение качественных задач,

			опоминализации Монности	тробунации принена от
			электрической цепи. Мощность	требующих применения знаний
			источника тока. Короткое замыкание.	и законов постоянного тока.
			Конденсатор в цепи постоянного	Объяснение устройства и принципа
			тока.	действия амперметра, вольтметра,
			Технические устройства	реостата, счетчика электрической
			и технологические процессы:	энергии.
			амперметр, вольтметр, реостат,	Выполнение учебных заданий
			счетчик электрической энергии	на анализ электрических процессов
				(явлений) с использованием
				основных положений и законов
				электродинамики: законы Ома
				для участка цепи и для замкнутой
				электрической цепи, закон Джоуля-
				Ленца.
				Работа в группах при обсуждении
				вопросов межпредметного характера
				(например, по теме «Электрические
				явления в природе»)
4.3	Токи в различных	6	Электрическая проводимость	Проведение косвенных измерений и
	средах		различных веществ. Электронная	исследований зависимостей
			проводимость твердых металлов.	между физическими величинами
			Зависимость сопротивления металлов	при изучении процессов протекания
			от температуры. Сверхпроводимость.	электрического тока в металлах,
			Электрический ток в вакууме.	электролитах и полупроводниках.
			Свойства электронных пучков.	Определение абсолютных
			Полупроводники. Собственная	и относительных погрешностей
			и примесная проводимость	измерений физических величин.

полупроводников. Свойства р-п-перехода. Полупроводниковые приборы. Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза. Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма. Технические устройства и практическое применение: газоразрядные лампы, электроннолучевая трубка, полупроводниковые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод, гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия

Оценка границ погрешностей. Наблюдение электролиза, изучение и объяснение проводимости электролитов, экспериментальное изучение законов электролиза Фарадея. Снятие вольт-амперной характеристики диода. Сравнение проводимости металлов и полупроводников. Изучение искрового разряда и проводимости воздуха. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием закономерностей постоянного тока в различных средах. Решение качественных задач, требующих применения закономерностей постоянного тока в различных средах. Объяснение устройства и принципа действия газоразрядных ламп, электронно-лучевой трубки, полупроводниковых приборов: диода, транзистора, фотодиода, светодиода.

	о по разделу гл 5. Физический прак Физический практикум	54 тикум 16	Способы измерения физических величин с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов и компьютерных датчиковых систем. Абсолютные и относительные погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей	Объяснение сути процессов: гальваники, рафинирования меди, выплавки алюминия, электронной микроскопии Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ, описанных в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»)
Итого по разделу		16		
Резервное время		10		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		170		

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов	Программное содержание	Основные виды деятельности обучающихся
Разде	л 1. Электродинамика	a		
1.1	Магнитное поле	14	Взаимодействие постоянных	Проведение косвенных измерений
			магнитов и проводников с током.	силы Ампера, проведение
			Магнитное поле. Вектор магнитной	исследования зависимостей между
			индукции. Принцип суперпозиции	физическими величинами и опытов
			магнитных полей. Линии магнитной	по проверке предложенной гипотезы
			индукции.	при изучении действия постоянного
			Магнитное поле проводника с током	магнита на рамку с током,
			(прямого проводника, катушки	взаимодействия проводника
			и кругового витка). Опыт Эрстеда.	с магнитным полем.
			Сила Ампера, ее направление	Определение абсолютных
			и модуль.	и относительных погрешностей
			Сила Лоренца, ее направление	измерений физических величин.
			и модуль. Движение заряженной	Оценка границ погрешностей.
			частицы в однородном магнитном	Исследование магнитного поля
			поле. Работа силы Лоренца.	постоянных магнитов, свойств
			Магнитное поле в веществе.	ферромагнетиков.
			Ферромагнетики, пара-	Определение условий применимости
			и диамагнетики.	модели однородного магнитного
			Технические устройства и	поля.
			технологические процессы:	Определение направления индукции
			применение постоянных магнитов,	магнитного поля проводника с током,

электромагнитов, тестер-мультиметр, электродвигатель Якоби, ускорители элементарных частиц Изучение картины линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов, длинного прямого проводника, катупики с током. Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ноны электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитом поле. Изучение принципа действия электроного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестерамультиметра, электромагнитов, тестерамультиметра мультиметра мультиметра мультиметрамультиметра мультиметра			T
элементарных частиц магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов, длинного прямого проводника, замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			
и подковообразного постоянных магнитов, длинного прямого проводника, замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-		электродвигатель Якоби, ускорители	Изучение картины линий индукции
магнитов, длинного прямого проводника, замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-		элементарных частиц	магнитного поля полосового
проводника, замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			и подковообразного постоянных
проводника, катушки с током. Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитом поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			магнитов, длинного прямого
Объяснение взаимодействия двух проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			проводника, замкнутого кольцевого
проводников с током, действия силы Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			проводника, катушки с током.
Лоренца на ионы электролита. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			Объяснение взаимодействия двух
Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			проводников с током, действия силы
электронов в магнитном поле. Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			Лоренца на ионы электролита.
Изучение принципа действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			Наблюдение движения пучка
электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			электронов в магнитном поле.
электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			Изучение принципа действия
магнитоэлектрической системы. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			
заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			
физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			Решение расчетных задач с явно
с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			заданной и неявно заданной
законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			физической моделью
«Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			с использованием основных
«Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			законов и формул по теме
требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			2 2 2
по теме «Магнитное поле». Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			Решение качественных задач,
Объяснение устройства и принципа действия электромагнитов, тестера-			требующих применения знаний
действия электромагнитов, тестера-			
действия электромагнитов, тестера-			Объяснение устройства и принципа

				Якоби, ускорителей элементарных частиц. Объяснение применения постоянных
				магнитов
1.2	Электромагнитная	13	Явление электромагнитной индукции.	Проведение исследования
	индукция		Поток вектора магнитной индукции.	зависимостей физических величин
			ЭДС индукции. Закон	и опытов по проверке предложенной
			электромагнитной индукции Фарадея.	гипотезы при изучении явления
			Вихревое электрическое поле. Токи	электромагнитной индукции.
			Фуко.	Определение индукции вихревого
			ЭДС индукции в проводнике,	магнитного поля.
			движущемся в однородном	Определение абсолютных
			магнитном поле.	и относительных погрешностей
			Правило Ленца.	измерений физических величин.
			Индуктивность. Катушка	Оценка границ погрешностей.
			индуктивности в цепи постоянного	Экспериментальное изучение правила
			тока. Явление самоиндукции. ЭДС	Ленца.
			самоиндукции.	Исследование явления самоиндукции,
			Энергия магнитного поля катушки	зависимости ЭДС самоиндукции
			с током.	от скорости изменения силы тока
			Электромагнитное поле.	в цепи.
			Технические устройства	Изучение падения магнита
			и технологические процессы:	в алюминиевой (медной) трубе.
			индукционная печь, соленоид, защита	Сборка модели электромагнитного
			от электризации тел при движении	генератора.
			в магнитном поле Земли	Решение расчетных задач с явно
				заданной и неявно заданной

				физической моделью
				с использованием основных законов
				и формул по теме «Электромагнитная
				индукция».
				Решение качественных задач,
				требующих применения знаний
				по теме «Электромагнитная
				индукция».
				Объяснение основных принципов
				действия технических устройств
				и технологических процессов, таких
				как: индукционная печь, соленоид,
				защита от электризации тел
				при движении в магнитном поле
				Земли.
				Работа в группах при обсуждении
				вопросов межпредметного характера
				(например, по теме
				«Электромагнитные явления
				в природе»)
Итого	по разделу	27		
	л 2. Колебания и волн	НЫ		
2.1	Механические	10	Колебательная система.	Проведение косвенных измерений,
	колебания		Свободные колебания.	исследования зависимостей между
			Гармонические колебания.	физическими величинами и опытов
			Кинематическое и динамическое	по проверке предложенной гипотезы
			описание. Энергетическое описание	при изучении колебаний нитяного

(закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания. Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения. Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника. Понятие о затухающих колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания. Технические устройства и технологические процессы: метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф

и пружинного маятников, вынужденных и затухающих механических колебаний. Определение абсолютных и относительных погрешностей измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды. Экспериментальная проверка закона сохранения энергии при колебаниях груза на пружине. Наблюдение резонанса. Определение условий применимости молели математического маятника и идеального пружинного маятника. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Механические колебания». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические колебания». Объяснение устройства и принципа

				действия метронома, часов, качелей, музыкальных инструментов, сейсмографа. Использование ІТ-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности
2.2	Электромагнитные колебания	15	Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре. Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени. Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка	Проведение косвенных измерений и исследования зависимостей физических величин при изучении электромагнитных колебаний и цепей переменного тока. Определение абсолютных и относительных погрешностей измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. Изучение устройства и принципа действия трансформатора. Наблюдение электромагнитного резонанса. Изучение осциллограмм электромагнитных колебаний. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов

			индуктивности в цепи	и формул по теме
			синусоидального переменного тока.	«Электромагнитные колебания».
			Резонанс токов. Резонанс	Решение качественных задач,
				требующих применения знаний
			напряжений.	1
			Идеальный трансформатор.	по теме «Электромагнитные
			Производство, передача и	колебания».
			потребление электрической энергии.	Сравнение механических
			Экологические риски	и электромагнитных колебаний.
			при производстве электроэнергии.	Объяснение устройства и принципа
			Культура использования	действия электрического звонка,
			электроэнергии в повседневной	генератора переменного тока, линий
			жизни.	электропередач.
			Технические устройства	Определение условий применимости
			и технологические процессы:	модели идеального колебательного
			электрический звонок, генератор	контура.
			переменного тока, линии	Анализ и оценка последствий
			электропередач	использования различных способов
				производства электроэнергии
				с позиций экологической
				безопасности; представлений
				о рациональном природопользовании
				(в процессе подготовки сообщений,
				выполнений групповых проектов)
2.3	Механические и	10	Механические волны, условия их	Наблюдение образования
	электромагнитные		распространения. Поперечные	и распространения поперечных
	волны		и продольные волны. Период,	и продольных волн, отражения
			скорость распространения и длина	и преломления, интерференции

волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция. Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Шумовое загрязнение окружающей среды. Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов \overrightarrow{B} , \overrightarrow{E} , \overrightarrow{v} в электромагнитной волне. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, интерференция и дифракция. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды. Технические устройства и практическое применение: музыкальные инструменты, радар, радиоприемник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь,

и дифракции механических волн, акустического резонанса, связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний. Изучение свойств ультразвука и его применения. Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция. Обнаружение инфракрасного и ультрафиолетового излучений. Сравнение механических и электромагнитных волн. Определение условий применимости модели гармонической волны. Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические и электромагнитные волны». Изучение параметров звуковой волны. Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве. Объяснение устройства и принципа действия музыкальных инструментов, радара, радиоприемника, телевизора,

			ультразвуковая диагностика	антенны, телефона, СВЧ-печи.
			в технике и медицине	Объяснение ультразвуковой
				диагностики в технике и медицине.
				Использование IT-технологий
				при работе с дополнительными
				источниками информации по теме,
				их критический анализ и оценка
				достоверности.
				Анализ и оценка последствий
				шумового и электромагнитного
				загрязнения окружающей среды
				с позиций экологической
				безопасности; представлений
				о рациональном природопользовании
				(в процессе подготовки сообщений,
				выполнении групповых проектов)
2.4	Оптика	25	Прямолинейное распространение	Наблюдение оптических явлений,
			света в однородной среде. Луч света.	проведение косвенных измерений,
			Точечный источник света.	исследования зависимостей
			Отражение света. Законы отражения	физических величин и опытов
			света. Построение изображений	по проверке предложенной гипотезы
			в плоском зеркале. Сферические	при изучении явлений преломления
			зеркала.	света на границе раздела двух сред,
			Преломление света. Законы	преломления света в собирающей
			преломления света. Абсолютный	и рассеивающей линзах, волновых
			показатель преломления.	свойств света.
			Относительный показатель	Наблюдение полного внутреннего

преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред. Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от ее геометрии и относительного показателя преломления. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к ее главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах. Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая Определение условий применимости

отражения, изучение модели световода. Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы, в системе из двух линз. Конструирование телескопических систем. Изучение поляризации света, отраженного от поверхности диэлектрика, изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях. Получение спектра излучения светодиода при помощи дифракционной решетки. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Оптика». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Оптика». Построение и расчет изображений, создаваемых плоским зеркалом, тонкой линзой.

			система.	модели тонкой линзы; границ	
			Пределы применимости	применимости геометрической	
			геометрической оптики.	оптики.	
			Волновая оптика. Интерференция	Объяснение особенностей протекания	
			света. Когерентные источники.	оптических явлений: интерференции,	
			Условия наблюдения максимумов	дифракции, дисперсии, полного	
			и минимумов в интерференционной	внутреннего отражения.	
			картине от двух когерентных	Объяснение устройства и принципа	
			источников. Примеры классических	действия очков, лупы, перископа,	
			интерференционных схем.	фотоаппарата, микроскопа,	
			Дифракция света. Дифракционная	проекционного аппарата,	
			решетка. Условие наблюдения	дифракционной решетки, волоконной	
			главных максимумов при падении	оптики.	
			монохроматического света	Объяснение просветления оптики.	
			на дифракционную решетку.	Работа в группах при обсуждении	
			Поляризация света.	вопросов межпредметного характера	
			Технические устройства	(например, по теме «Световые	
			и технологические процессы: очки,	явления в природе»)	
			лупа, перископ, фотоаппарат,		
			микроскоп, проекционный аппарат,		
			просветление оптики, волоконная		
			оптика, дифракционная решетка		
Итого	по разделу	60			
Разде	Раздел 3. Основы специальной теории относительности (далее - СТО)				
3.1	Основы	5	Границы применимости классической	Проведение косвенных измерений	
	специальной теории		механики. Постулаты специальной	импульса и энергии релятивистских	
	относительности		теории относительности.	частиц (по фотографиям треков	

,
частиц в магнитном
исание физических
пользованием постулатов
теории относительности.
принципа действия
к приемников,
заряженных частиц
косвенных измерений,
я зависимостей между
и величинами
и явления фотоэффекта.
абсолютных
ьных погрешностей
изических величин.
иц погрешностей.
четных задач с явно
еявно заданной

	T		_	Ι
			давление света на абсолютно	физической моделью
			поглощающую и абсолютно	с использованием основных законов
			отражающую поверхность).	и формул по теме «Квантовые
			Опыты П.Н. Лебедева.	явления».
			Волновые свойства частиц. Волны	Решение качественных задач,
			де Бройля. Длина волны де Бройля	требующих применения знаний
			и размеры области локализации	по теме «Квантовые явления».
			движущейся частицы.	Определение условий применимости
			Корпускулярно-волновой дуализм.	квантовой модели света.
			Дифракция электронов на кристаллах.	Анализ квантовых процессов
			Специфика измерений в микромире.	с использованием уравнения
			Соотношения неопределенностей	Эйнштейна для фотоэффекта,
			Гейзенберга.	принципа соотношений
			Технические устройства	неопределенности Гейзенберга.
			и технологические процессы:	Объяснение принципа действия
			спектрометр, фотоэлемент,	спектрометра, фотоэлемента,
			фотодатчик, туннельный микроскоп,	фотодатчика, туннельного
			солнечная батарея, светодиод	микроскопа, солнечной батареи,
				светодиода.
				Использование IT-технологий
				при работе с дополнительными
				источниками информации по теме,
				их критический анализ и оценка
				достоверности
4.2	Физика атома	5	Опыты по исследованию строения	Определение длины волны лазерного
			атома. Планетарная модель атома	излучения.
			Резерфорда.	Наблюдение линейчатых спектров.
	1	1		1

			Постулаты Бора. Излучение	Исследование спектра разреженного
			и поглощение фотонов при переходе	атомарного водорода и измерение
			атома с одного уровня энергии	постоянной Ридберга.
			на другой.	Изучение устройства и действия
			Виды спектров. Спектр уровней	счетчика ионизирующих частиц.
			энергии атома водорода.	Определение условий применимости
			Спонтанное и вынужденное	модели атома Резерфорда.
			излучение света. Лазер.	Объяснение принципа действия
			Технические устройства	спектроскопа, лазера, квантового
			и технологические процессы:	компьютера.
			спектральный анализ (спектроскоп),	Анализ квантовых процессов
			лазер, квантовый компьютер	на основе первого и второго
				постулатов Бора
4.3	Физика атомного	5	Нуклонная модель ядра Гейзенберга—	Проведение измерений
	ядра и		Иваненко. Заряд ядра. Массовое	радиоактивного фона
	элементарных		число ядра. Изотопы.	с использованием дозиметра
	частиц		Радиоактивность. Альфа-распад.	и исследование треков частиц
			Электронный и позитронный бета-	(по готовым фотографиям).
			распад. Гамма-излучение.	Изучение поглощения бета-частиц
			Закон радиоактивного распада.	алюминием.
			Радиоактивные изотопы в природе.	Определение условий применимости
			Свойства ионизирующего излучения.	модели атомного ядра.
			Влияние радиоактивности на живые	Анализ и описание ядерных реакций
			организмы. Естественный фон	с использованием понятий массовое
			излучения. Дозиметрия.	число и заряд ядра, энергия связи
			Энергия связи нуклонов в ядре.	ядра, законов сохранения заряда,
			Ядерные силы. Дефект массы ядра.	массового числа и энергии в ядерных

			g 77	
			Ядерные реакции. Деление и синтез	реакциях, закона радиоактивного
			ядер. Ядерные реакторы. Проблемы	распада.
			управляемого термоядерного синтеза.	Объяснение принципа действия
			Экологические аспекты развития	дозиметра, камеры Вильсона,
			ядерной энергетики.	ядерного реактора, термоядерного
			Методы регистрации и исследования	реактора, атомной бомбы, магнитно-
			элементарных частиц.	резонансной томографии.
			Фундаментальные взаимодействия.	Анализ и оценка влияния
			Барионы, мезоны и лептоны.	радиоактивности на живые
			Представление о Стандартной	организмы, а также последствий
			модели. Кварк-глюонная модель	развития ядерной энергетики
			адронов.	с позиций экологической
			Физика за пределами Стандартной	безопасности; представлений
			модели. Темная материя и темная	о рациональном природопользовании
			энергия.	(в процессе подготовки сообщений,
			Единство физической картины мира.	выполнения групповых проектов)
			Технические устройства	
			и технологические процессы:	
			дозиметр, камера Вильсона, ядерный	
			реактор, термоядерный реактор,	
			атомная бомба, магнитно-резонансная	
			томография	
Итого	по разделу	25		
Разде	л 5. Элементы астрон	омии и астрос	ризики	
5.1	Элементы	12	Этапы развития астрономии.	Наблюдение звездного неба
	астрономии		Прикладное и мировоззренческое	невооруженным глазом
	и астрофизики		значение астрономии. Применимость	с использованием компьютерных

законов физики для объяснения природы космических объектов. Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы. радиотелескопы, внеатмосферная астрономия. Вид звездного неба. Созвездия, яркие звезды, планеты, их видимое движение. Солнечная система. Солние. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звезд. Звезды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс – светимость». Звезлы 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. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик.

Радиогалактики и квазары. Черные

приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату: основные созвездия Северного полушария и яркие звезды. Наблюдение в телескоп Луны, планет, туманностей и звездных скоплений. Участие в дискуссии о роли астрономии в современной картине мира, в практической деятельности человека и дальнейшем научнотехническом развитии. Подготовка сообщений о методах получения научных астрономических знаний, открытиях в современной астрономии. Применение основополагающих астрономических понятий, законов и теорий для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звездах, в звездных системах, в межгалактической среде, движения

небесных тел, эволюции звезд

и Вселенной

			дыры в ядрах галактик.	
			Вселенная. Расширение Вселенной.	
			Закон Хаббла. Разбегание галактик.	
			Теория Большого взрыва. Реликтовое	
			излучение.	
			Масштабная структура Вселенной.	
			Метагалактика.	
			Нерешенные проблемы астрономии	
Итого	по разделу	12		
Разде	л 6. Физический прак	тикум		
6.1	Физический	16	Способы измерения физических	Проведение косвенных измерений,
	практикум		величин с использованием	исследований зависимостей
			аналоговых и цифровых	физических величин, проверка
			измерительных приборов	предложенных гипотез (выбор
			и компьютерных датчиковых	из работ, описанных в тематических
			систем. Абсолютные	разделах «Ученический эксперимент,
			и относительные погрешности	лабораторные работы, практикум»)
			измерений физических величин.	
			Оценка границ погрешностей	
Итого	по разделу	16		
Разде	л 7. Обобщающее пов	торение		
7.1	Систематизация и	15	Обобщение и систематизация	Участие в дискуссии о роли физики
	обобщение		содержания разделов курса	и астрономии в различных сферах
	предметного		«Механика», «Молекулярная физика	деятельности человека.
	содержания и опыта		и термодинамика»,	Подготовка сообщений о месте
	деятельности,		«Электродинамика», «Колебания	физической картины мира в ряду
	приобретенного		и волны», «Основы специальной	современных представлений

при изучении курса		теории относительности», «Квантовая	о природе.
физики 10–11		физика», «Элементы астрономии	Выполнение учебных заданий,
классов		и астрофизики».	демонстрирующих освоение
		Роль физики и астрономии	основных понятий, физических
		в экономической, технологической,	величин и законов курса физики 10-
		социальной и этической сферах	11 классов
		деятельности человека, роль и место	
		физики и астрономии в современной	
		научной картине мира, значение	
		описательной, систематизирующей,	
		объяснительной и прогностической	
		функций физической теории, роль	
		физической теории в формировании	
		представлений о физической картине	
		мира, место физической картины	
		мира в общем ряду современных	
		естественно-научных представлений	
		о природе	
Итого по разделу	15		
Резервное время	10		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО	170		
ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ			

ПЕРЕЧЕНЬ (КОДИФИКАТОР) ПРОВЕРЯЕМЫХ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ПО ФИЗИКЕ

Для проведения единого государственного экзамена по физике (далее – ЕГЭ по физике) используется перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания.

Проверяемые на ЕГЭ по физике требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов
2	Владение основополагающими физическими понятиями и величинами, характеризующими физические процессы
3	Сформированность умений применять законы классической механики, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики, квантовой физики для анализа и объяснения явлений микромира, макромира и мегамира, различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов; анализировать физические процессы, используя основные положения, законы и закономерности
4	Сформированность умения различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений)
5	Сформированность умения решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач,

	проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов
6	Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
7	Владение основными методами научного познания, используемыми в физике: проводить прямые и косвенные измерения физических величин, выбирая оптимальный способ измерения и используя известные методы оценки погрешностей измерений, проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений, объяснять полученные результаты, используя физические теории, законы и понятия, и делать выводы; соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента и учебно-исследовательской деятельности с использованием цифровых измерительных устройств и лабораторного оборудования
8	Сформированность умений анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества
9	Овладение различными способами работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий; развитие умений критического анализа и оценки достоверности получаемой информации
10	Сформированность умений применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих на звездах, в звездных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звезд и Вселенной

Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике

Код раздела/ темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания	
1		МЕХАНИКА	
1.1			
	1.1.1		
	1.1.2	Материальная точка. Ее радиус-вектор:	z h траектория
		$\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t)),$	$\vec{r}_{\parallel} / \Delta \vec{r}$
		траектория, перемещение:	O \vec{r}_2
		$\Delta r - r(\iota_2) - r(\iota_1) - r_2 - r_1$	\downarrow_x y
		$= (\Delta x, \Delta y, \Delta z)$	
		путь. Сложение перемещений:	
		$\Delta \vec{r_1} = \Delta r_2 \mp \Delta r_0 $	
	1.1.3		
		$\Delta t \Big _{\Delta t \to 0} = \frac{1}{t} \left(\underbrace{\delta_x, \delta_y}_{x}, \underbrace{\delta_y}_{y} \right)_{z}$	
		$\left. \begin{array}{c} \upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t} \right _{\Delta t \to 0} = x', \text{ аналогично } \upsilon = y', \upsilon \end{array}$	=z'
		Сложение скоростей: $V_1 \stackrel{\rightharpoonup}{=} V_2 + V_0$.	
		Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейно движении вдоль оси х по графику зависимости $\upsilon_{x}\left(t\right)$	
			CIN SX (C)
	1.1.4	Ускорение материальной точки: c Δt $_{\Delta t}$	$= \underbrace{1}_{t} \underbrace{\left(\begin{array}{c} 1 \\ x \end{array} \right)_{y}}_{z} a_{z},$

		$a_{x} = \frac{\Delta v_{x}}{\Delta t} \bigg _{\Delta t \to 0} = \left(v_{x}\right)_{t}^{T}, \text{ аналогично } a = \left(v_{y}\right)_{y}^{T}, a = \left(v_{y}\right)_{z}^{T}.$		
		$x(t) = x_0 + v_{0x}t$		
		$v_x(t) = v_{0x} = \text{const}$		
	1.1.6			
		$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a}{x} \frac{t^2}{2}$		
		$\upsilon_{x}(t) = \upsilon_{0x} + a_{x}t$		
		$a_x = \text{const}$		
		$v_{2x}^2 - v_{1x}^2 = 2a \left(x_2 - x \right)$		
		$S = \frac{\mathbf{v_1} + \mathbf{v_2} \cdot t}{2}$		
	1.1.7	Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту:		
		$\begin{cases} x(t) = x_0 + v_{0x}t = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + v_0 t + \frac{g}{2} t^2 = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$		
		$\begin{cases} v_{x}(t) = v_{0x} = v_{0} \cos \alpha \\ v_{y}(t) = v_{0y} + g_{y}t = v_{0} \sin \alpha - gt \end{cases}$	•	
		$\begin{cases} g_x = 0 \\ g = -g = \text{const} \end{cases}$		
	1.1.8	Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $\upsilon = \omega R$. При равномерном движения точки по окружности $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \nu$.		

		Центростремительное ускорение точки: $a_{\rm цc} = \frac{{ m U}^2}{R} = \omega^2 R$. Полное ускорение материальной точки
	1.1.9	Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела
1.2		ДИНАМИКА
	1.2.1	
	1.2.2	Масса тела. Плотность вещества: $\rho = \frac{m}{V}$
	1.2.3	Сила. Принцип суперпозиции сил: $F_{\text{равнодейств}} = F_1 + F_2 +$
	1.2.4	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО
		$\vec{F} = m\vec{a}$; $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ при $\vec{F} = { m const}$
	1.2.5	Третий закон Ньютона для материальных $\vec{F}_{12} = -F_{21}$ \vec{F}_{21}
	1.2.6	$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$
		Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R_0 :
		$mg = \frac{GMm}{\left(R_0 + h\right)^2}$
	1.2.7	Сила упругости. Закон Гука: $F_x = -kx$
	1.2.8	
		Сила трения скольжения: $F_{\rm тp} = \mu N$
		Сила трения покоя: $F_{\text{тр}} \leq \mu N$
		Коэффициент трения
	1.2.9	Давление: $p = \frac{F_{\perp}}{S}$
1.3		СТАТИКА

	1.3.1	Момент силы относительно оси вращения: $M \neq F1$, где 1 – плечо силы F относительно	4
		оси, проходящей через точку О перпендикулярно рисунку	\overrightarrow{F}
	1.3.2	$r_{\text{II.M.}} = \frac{1}{m_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots}$	(g = const)
	1.3.3	Условия равновесия твердого тела в ИСО:	$ \begin{cases} M_1 + M_2 + \dots = 0 \\ F_1 + F_2 + \dots = 0 \end{cases} $
	1.3.4	Закон Паскаля	
	1.3.5	Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: Р	$\rho = p_0 + \rho g h$
	1.3.6	Закон Архимеда: $\vec{F}_{\text{Арх}} = -P_{\text{вытесн}}$,	
1.4			
	1.4.1	Импульс материальной точки: $\vec{p} = m\vec{v}$	
	1.4.2	$p-p_1+p_2+$	
	1.4.3		
		$\Delta p = \Delta (p_1 + p_2 + \dots) = F_{1BHEIIIH} \Delta t +$	$-F_{2 ext{внешн}}\Delta t+$
		в ИСО $\Delta p - \Delta (p_1 + p_2 +) - 0$, если $F_{1в}$	$+ F_{2BHeIIIH} + = 0$
	1.4.4	Работа силы на малом перемещении:	$ec{F}$
		$A = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} \cdot \cos \alpha = F_x \cdot \Delta x$	$\Delta \vec{r}$ χ
	1.4.5	Мощность силы: если за время Δt работа силы изменяется на ΔA , то мощность силы	

		$P = \frac{\Delta A}{\Delta t}\Big _{\Delta t \to 0} = F \cdot \upsilon \cdot \cos\alpha$
	1.4.6	Кинетическая энергия материальной точки: $E_{\text{кин}} = \frac{m v^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$.
		$\Delta E_{\text{\tiny KMH}} = A_1 + A_2 + \dots$
	1.4.7	Потенциальная энергия:
		для потенциальных сил $A_{12} = E_{1$ потенц} $-E_{2$ потенц} = $-\Delta E_{1}$ потенц .
		Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести: $E_{\text{потенц}} = \text{mgh}.$
		Потенциальная энергия упруго деформированного тела:
		$E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$
	1.4.8	
		$_{ m B\ HCO}\ \Delta E_{ m mex} = A_{ m Bcex\ непотенц.\ сил},$
		$\Delta E_{\text{\tiny Mex}} = 0$
1.5		МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
	1.5.1	Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание:
		$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0),$
		$v_x(t) = x_t$
		$a_{x}(t) = (v_{x})_{t} = -\omega^{2}x(t) \Rightarrow a_{x} + \omega^{2}x = 0$, где x – смещение из положения равновесия.
		Динамическое описание: $ma_{x} = -kx, \ \text{где} \ k = m\omega^{2} \ . \ \text{Это значит, что } F_{x} = -kx.$
		Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии):

		$\frac{m\upsilon^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{m\upsilon^2_{max}}{2} = \frac{kA^2}{2} = \text{const}$
		Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний ее скорости и ускорения: $\upsilon_{\max} = \omega A \ , \ a_{\max} = \omega^2 A$
	1.5.2	$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$
		Период малых свободных колебаний математического маятника: $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{g}} \; .$
		Период свободных колебаний пружинного маятника: $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
	1.5.3	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая
	1.5.4	$\lambda = \upsilon T = \frac{\upsilon}{\upsilon}$
		Интерференция и дифракция волн
	1.5.5	Звук. Скорость звука
2		МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА
2.1		
	2.1.1	Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Пусть термодинамическая система (тело) состоит из N одинаковых молекул. Тогда количество вещества $v = \frac{N}{N_{\rm A}} = \frac{m}{\mu},$ где $N_{\rm A}$ — число Авогадро, m — масса системы (тела), μ — молярная масса вещества
	2.1.2	Тепловое движение атомов и молекул вещества
	2.1.3	Взаимодействие частиц вещества
	2.1.4	
	2.1.5	Модель идеального газа в МКТ
	2.1.6	Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ):

	$p = \frac{1}{3} m_0 n_0^{\frac{-2}{2}} = \frac{2}{3} n \cdot \left(\frac{m_0^{2}}{2} \right) = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\epsilon}_{\text{пост}}, \text{ где m}_0 - \text{масса одной молекулы,}$ $n = \frac{N}{V} - \text{концентрация молекул}$
2.1.7	Абсолютная температура: T = t° + 273 K
2.1.8	
	$\overline{\varepsilon_{\text{mocr}}} = \overline{\left(\frac{mv^2}{2}\right)} = \frac{3}{2}kT$
2.1.9	Уравнение p = nkT
2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике:
	Уравнение Менделеева – Клапейрона Выражение для внутренней энергии
	Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):
	$pV = \frac{m}{\mu}RT = \nu RT = NkT \qquad p = \frac{\rho RT}{\mu}$
	Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):
	$U = \frac{3}{2}vRT = \frac{3}{2}NkT = \frac{3}{2}\frac{m}{\mu}RT = vc T = \frac{3}{2}pV$
2.1.11	Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 +$
2.1.12	ν
	изотерма (T = const): pV = const,
	изохора (V = const): $\frac{p}{T}$ = const,
	изобара (p = const): $\frac{V}{T}$ = const
	Графическое представление изопроцессов на pV-, pT- и VT-диаграммах.

		Объединенный газовый закон:
		$\frac{pV}{T} = const$
		для постоянного количества вещества V
	2.1.13	
	2.1.14	
		Относительная влажность: $\varphi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыц. пара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{насыц. пара}}(T)}$
	2.1.15	Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости
	2.1.16	Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация
	2.1.17	
2.2		
	2.2.1	
	2.2.2	
	2.2.3	Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение
	2.2.4	
		удельная теплоемкость вещества с: $Q = cm\Delta T$
	2.2.5	
		$\lambda Q = \lambda m$
	2.2.6	Элементарная работа в термодинамике: $A = p\Delta V$. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме
	2.2.7	Первый закон термодинамики:
		$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$
		Адиабата:

		$Q_{12} = 0 \Rightarrow A_{12} = U_1 - U_2 = -\Delta U_{12}$
	2.2.8	Второй закон термодинамики. Необратимые процессы
	2.2.9	Принципы действия тепловых машин. КПД:
		$\eta = rac{A_{ m 3a\ III kr}}{Q_{ m Harp}} = rac{Q_{ m Harp} - \left Q_{ m xo I} ight }{Q_{ m Harp}} = 1 - rac{\left Q_{ m xo I} ight }{Q_{ m Harp}}$
	2.2.10	
		$max \ \eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$
	2.2.11	Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + Q_3 + = 0$
3		ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
3.1		ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
	3.1.1	
	3.1.2	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: в однородном веществе с диэлектрической проницаемостью ⁸
		$F = k \frac{ q_1 \cdot q_2 }{\varepsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{ q_1 \cdot q_2 }{r^2}$
	3.1.3	
	3.1.4	Напряженность электрического поля: $L = \frac{1}{q_{\text{пробный}}}$.
		$E_{r} = k \frac{q}{r^{2}}$
		однородное поле: $\vec{E}=\mathrm{const}$.
		Картины линий напряженности этих полей
	3.1.5	
		Разность потенциалов и напряжение:
		$A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU.$

		Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле:
		$W = q \Phi$
		$A = -\Delta W$
		Потенциал электростатического поля: $\phi = \frac{W}{q}$.
	3.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей:
		$E = E_1 + E_2 +, \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 +$
	3.1.7	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $E=0$, внутри и на поверхности проводника $\phi=\mathrm{const}$
	3.1.8	ε
	3.1.9	$C = \frac{q}{U}$
		Электроемкость плоского конденсатора: $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d} = \varepsilon C_0$
	3.1.10	
		Последовательное соединение конденсаторов:
		$U = U_1 + U_2 +, q_1 = q_2 =, \frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} +$
	3.1.11	Энергия заряженного конденсатора: $W_C = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$
3.2		ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА
	3.2.1	Сила тока: $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \bigg _{\Delta t \to 0}$. Постоянный ток: $I = \text{const}$
		Для постоянного тока q = It

222	
3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС Е
3.2.3	Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$
3.2.4	
	$R = \rho \frac{l}{S}$
3.2.5	Источники тока. ЭДС источника тока: $E = \frac{A_{\text{сторонних сил}}}{q}$.
	Внутреннее сопротивление источника тока
3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: $E = IR + Ir$, откуда $I = \frac{E}{R+r}$
3.2.7	
	$\frac{1}{\kappa_{\text{паралл}}} = \frac{1}{\kappa_1} + \frac{1}{\kappa_2} + \dots$
3.2.8	
	На резисторе R: $Q = A = I^2Rt = IUt = \frac{U^2}{R}t$
3.2.9	Мощность электрического тока: $P = \frac{\Delta A}{\Delta t} \bigg _{\Delta t \to 0} = IU$.
	Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P=I^2R=rac{U^2}{R}=IU$.
	Мощность источника тока: $P_{E} = \frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t} \bigg _{\Delta t \to 0} = EI$

	3.2.10	Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твердых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод
3.3		МАГНИТНОЕ ПОЛЕ
	3.3.1	$B = B_1 + B_2 +$
	3.3.2	Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током
	3.3.3	Сила Ампера, ее направление и величина: $F_{\rm A} = IBl \sin \alpha , {\rm гдe} \alpha - {\rm угол} {\rm между} {\rm направлением} {\rm проводника}$ и вектором \vec{B}
	3.3.4	Сила Лоренца, ее направление и величина: $F_{\text{Лор}} = q \triangleright B \sin \alpha$, где α – угол между векторами $\mathcal V$ и $\mathcal B$. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле
3.4		
	3.4.1	Поток вектора магнитной индукции: $\Phi = B_n S = BS \cos \alpha$
	3.4.2	
	3.4.3	
		$E_{i} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\Big _{\Delta t \to 0} = -\Phi'_{t}$
	3.4.4	ЭДС индукции в прямом проводнике длиной I, движущемся со скоростью \vec{U} ($\vec{U} \perp \vec{l}$) в однородном магнитном поле B:
		$ \mathbf{E}_i = Bl \upsilon \cos \alpha$, где α – угол между вектором \mathbf{B} и нормалью n $\vec{\mathbf{k}}$ плоскости, в которой лежат векторы \vec{l} и υ ; если \vec{l} $\vec{\perp}$ \vec{B} и $\upsilon \vec{\perp}$ \vec{B} ,

		$ E_i = Blv$
	3.4.5	
	3.4.6	Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$, или $\Phi = \text{LI}$.
		$\mathbf{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Big _{\Delta t \to 0} = -L I_t'$
	3.4.7	Энергия магнитного поля катушки с током: $W_L = \frac{LI^2}{2}$
3.5		ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
	3.5.1	Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре:
		$\begin{cases} q(t) = q_{\text{max}} \sin(\omega t + \varphi_0) \\ I(t) = q_t' = \omega q_{\text{max}} \cos(\omega t + \varphi_0) = I_{\text{max}} \cos(\omega t) \end{cases}$
		Формула Томсона: $T=2\pi\sqrt{LC}$, откуда $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{1}{\sqrt{LC}}$.
		$a_{\text{max}} = \frac{I_{\text{max}}}{\omega}$
	3.5.2	
		$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU^2}{2^{\text{max}}} = \frac{LI^2}{2} = \text{const}$
	3.5.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс
	3.5.4	Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии
	3.5.5	$ec{E}\perp ar{B}\perp ec{c}$
	3.5.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту

	ОПТИКА
3.6.1	
3.6.2	Законы отражения света. $\alpha = \beta$
3.6.3	
3.6.4	Законы преломления света. Преломление света: $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$. Абсолютный показатель преломления: $n = \frac{c}{-}.$ $^{\text{afc}}$ υ
	Относительный показатель преломления: $n = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{n_1}$
	Ход лучей в призме. Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред: $ v_1 = v_2 n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2 $
3.6.5	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения: $n_2 < n_1$ n_2
	$\sin \alpha_{\text{np}} = \frac{1}{n_{\text{oth}}} = \frac{n_2}{n_1}$
3.6.6	Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: $D = \frac{1}{F}$
3.6.7	Формула тонкой линзы: $ \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} $ Увеличение, даваемое линзой: $ \Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d} . $
	3.6.2 3.6.3 3.6.4 3.6.5

		B случае рассеивающей линзы: $D < 0 \Rightarrow F = \frac{1}{D} < 0 ,$
		$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{ f }{d} < 1$
	3.6.8	
	3.6.9	
	3.6.10	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников:
		максимумы — $\Delta = 2m\frac{\lambda}{2}$, $m = 0, +/-1, +/-2, +/-3,,$
		минимумы — $\Delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2}$, m = 0, +/- 1, +/- 2, +/- 3,
	3.6.11	
		λ
		$d \sin \varphi_m = m\lambda$, $m = 0, +/-1, +/-2, +/-3,$
	3.6.12	
4		
4.1		
	4.1.1	E = hv
	4.1.2	$E = hv = \frac{hc}{\lambda} = pc$
		Импульс фотона: $p = \frac{E}{c} = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$
	4.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
	4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:
		$E_{\phi m otoha} = A_{ m выхода} + E_{ m кин\ max},$

		где $E_{_{ m фотона}}=h u=rac{hc}{\lambda}$, $A_{_{ m BЫХОДА}}=h u_{_{ m KP}}=rac{hc}{\lambda_{_{ m KP}}}$, $E_{_{ m KUHMAX}}=rac{m u^2}{2}=eU_{_{ m 3A\Pi}}$
	4.1.5	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность
4.2		ФИЗИКА АТОМА
	4.2.1	
	4.2.2	
		$hv_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = E_n - E_m $
	4.2.3	Линейчатые спектры.
		Спектр уровней энергии атома водорода:
		$E_{n} = \frac{-13,6 \text{ 9B}}{n^{2}}, n = 1, 2, 3,$
4.3		
	4.3.1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга — Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
	4.3.2	Радиоактивность.
		${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He$
		Бета-распад.
		β -распад ${}_{Z}^{A}X \longrightarrow_{Z+1}^{A} Y + {}_{-1}^{0}e + \bigvee_{e}$
		Позитронный β-распад : ${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{-1}e + v_{e}$.
		Гамма-излучение
	4.3.3	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$.
		Пусть m – масса радиоактивного вещества. Тогда $m(t) = m_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$
	4.3.4	