Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №4 р.п. Линево»
Искитимского района Новосибирской области

РАССМОТРЕНО
Не методическом объединении учителей математики, физики, информатики
Протокол № 1 от 28.08.2026

СОГЛАСОВАНО
с заместителем директора по УВР
Марченко Е.П.
От 28.08.2026

УТВЕРЖДЕНО
Приказом №52 от 31.08.2026

Рабочая программа
учебного предмета
«Физика»
для среднего общего образования (углубленный уровень)

Пояснительная записка

Рабочая программа по физике на уровень среднего общего образования для обучающихся 10–11-х классов МБОУ «СОШ №4 р.п. Линево» разработана в соответствии с требованиями:

- Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказа Минобрнауки от 17.05.2012 № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования»;
- приказа Минпросвещения от 18.05.2023 № 371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования»;
- приказа Минпросвещения от 22.03.2021 № 115 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным общеобразовательным программам – образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования»;
- концепции преподавания учебного предмета «Физика»;
- комплексным планом мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования на период до 2030 года;
- СП 2.4.2.4283-26 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», утвержденных постановлением главного санитарного врача от 02.06.2026 № 19;
- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденных постановлением главного санитарного врача от 28.01.2021 № 2.

Рабочая программа по физике на уровне среднего общего образования (углублённый уровень изучения предмета) составлена на основе положений и требований к результатам освоения основной образовательной программы, представленных в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования (ФГОС СОО), а также с учётом программы воспитания и Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации. Данная рабочая программа направлена на удовлетворение повышенных запросов обучающихся, стремящихся к более глубокому освоению физических знаний, и на формирование естественнонаучной грамотности.

Изучение курса физики углублённого уровня позволяет реализовать задачи профессиональной ориентации, направлено на создание условий для проявления своих интеллектуальных и творческих способностей каждым учащимся, которые необходимы для продолжения образования в высших учебных заведениях по различным физико-техническим и инженерным специальностям.

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в систему знаний об окружающем мире. Школьный курс физики - системообразующий для 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 энергетики, транспорта, освоения космоса, получения новых материалов с заданными свойствами и др. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира учащихся, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

В основу курса физики средней школы положен ряд идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

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

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

Идея гуманитаризации. Её реализация 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 углублённого 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, посвящённых экологическим проблемам современности, которые связаны с развитием техники и технологий, а также обсуждения проблем рационального природопользования и экологической безопасности.

Освоение содержания программы построено на принципах системно-деятельностного подхода. Для физики реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса. Для углублённого уровня - это система самостоятельного ученического эксперимента, включающего фронтальные ученические опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума.

Большое внимание уделяется решению расчётных и качественных задач. При этом для расчётных 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 углублённого уровня в средней школе изучаться в условиях предметного кабинета и кабинетов центра «Точка роста».

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, адекватной 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 углублённый 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)

В программе каждого класса предлагается резерв времени, отводимый на вариативную часть программы, содержание которой формируется участниками образовательного процесса.

Для реализации программы используются учебники, допущенные к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, приказом Минпросвещения от 22.06.2026 № 436: Физика. Углублённый уровень. 10 класс: учебник / В. А. Касьянов. - 8-е изд., стереотип. — М.: Дрофа, 2020. - 480 с;

Физика: 11 класс: углублённый уровень: учебник / В. А. Касьянов. — 12-е изд. — Москва: Просвещение, 2024. — 510 с.

Электронные образовательные ресурсы, допущенные к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ основного общего образования приказом Минпросвещения от 23.07.2025 № 551:

- Библиотека ЦОК;
- Российская электронная школа (РЭШ);
- ФИПИ.

Содержание учебного предмета «Физика»

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 твёрдое 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 отсчёта. 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 материаль-ной 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.

Демонстрации

Модель системы отсчёта, 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 отсчёта.

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 полёта 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 отсчёта. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта (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, её зависимость от скорости относительного движения. Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.

Демонстрации

Наблюдение движения тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта.

Принцип относительности.

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

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

Равенство сил, возникающих в результате взаимодействия тел.

Измерение масс по взаимодействию.

Невесомость.

Вес тела при ускоренном подъёме 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 лёгкий блок.

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

Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения.

Изучение движения груза на валу с трением.

Тема 3. Статика твёрдого тела

Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.

Демонстрации

Условия равновесия.

Виды равновесия.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.

Конструирование кронштейнов и расчёт сил упругости.

Изучение устойчивости твёрдого 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.

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 твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро. Тепловое равновесие. Температура и способы её измерения. Шкала температур Цельсия. Модель идеального газа в МКТ: 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 МКТ идеального газа). Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц.

Демонстрации

Модели движения частиц вещества.

Модель броуновского движения.

Видеоролик с записью реального броуновского движения.

Диффузия жидкостей.

Модель опыта Штерна.

Притяжение молекул.

Модели кристаллических решёток.

Наблюдение и исследование изопроцессов.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

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

Изучение изотермического процесса.

Изучение изохорного процесса.

Изучение изобарного процесса.

Проверка уравнения состояния.

Тема 2. Термодинамика. Тепловые машины

Термодинамическая (ТД) система. Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне. Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД 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 ТД системы без совершения работы. Конвекция, теплопро-водность, излучение. Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче. Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы. Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние ТД 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.

Демонстрации

Изменение температуры при адиабатическом расширении.

Воздушное огниво.

Сравнение удельных теплоёмкостей веществ.

Способы изменения внутренней энергии.

Исследование адиабатного процесса.

Компьютерные модели тепловых двигателей.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум

Измерение удельной теплоёмкости.

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 объёма насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация. Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций. Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное 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 искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.

Демонстрации

Тепловое расширение.

Свойства насыщенных паров.

Кипение. Кипение при пониженном давлении.

Измерение силы поверхностного натяжения.

Опыты с мыльными плёнками.

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

Электризация тел и её 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. Напряжённость электрического поля. Пробный заряд. Линии напряжённости электрического поля. Однородное электрическое поле. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости 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 объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей. Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества. Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.

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 ёмкости.

Зависимость электроёмкости 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 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. Расчёт разветвлённых 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.

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 твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства *p*—*n*-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.

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 углублённого уровня в 10 классе осуществляется с учётом 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 твёрдых 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, учёт сухого и жидкого трения в технике, статические конструкции (кронштейн, решетчатые конструкции), использование законов сохранения механики в технике (гироскоп, водомёт и т.п.), 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, её направление и модуль. Сила Лоренца, её направление и модуль. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца. Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики.

Демонстрации

Картина линий индукции магнитного поля полосового и подково-образного 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.

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 её 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.

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 пру-жине.

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.

Демонстрации

Свободные электромагнитные колебания.

Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и ёмкости 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 соединённые 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, 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.

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 её геометрии и относительного показателя преломления. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой. Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её 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 решётка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку. Поляризация света.

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 плёнок.
Наблюдение дифракции света.
Изучение дифракционной решётки.
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, отражённого 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 решётки.

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.

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 чёрного 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 неопределённостей Гейзенберга.

Демонстрации

Фотоэффект на установке с цинковой пластиной.

Исследование законов внешнего фотоэффекта.

Исследование зависимости сопротивления полупроводников от освещённости.

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.

Демонстрации

Модель опыта Резерфорда.

Наблюдение линейчатых спектров.

Устройство и действие счётчика 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. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира.

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 звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение. Солнечная система. Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд. Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс - светимость». Звёзды главной последовательности. Зависимость «масса - светимость» для звёзд главной последовательности. Внутреннее строение звёзд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд. Млечный Путь - наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик. Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение. Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. Нерешённые проблемы астрономии.

Ученические наблюдения:

Наблюдения звёздного неба невооружённым глазом с использованием компьютерных

приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату: основные созвездия Северного полушария и яркие звёзды.

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

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 углублённого уровня в 11 классе осуществляется с учётом содержательных межпредметных связей с курсами математики, биологии, химии, географии и технологии.

Межпредметные понятия, связанные с изучением методов научного познания: явление, научный факт, гипо-теза, 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 объёма 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 твёрдых тел, механизмы образования кристаллической решётки, спектральный анализ.

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

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

Планируемые результаты

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

Личностные результаты

Гражданское воспитание:

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 школе и детско-юношеских организациях;

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

готовность к гуманитарной и волонтёрской деятельности.

Патриотическое воспитание:

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;

ценностное отношение к государственным символам; достижениям России в физике и технике.

Духовно-нравственное воспитание:

сформированность нравственного сознания, этического поведения;

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

осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

Эстетическое воспитание:

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

Трудовое воспитание:

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.

Экологическое воспитание:

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.

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 среднего общего образования по физике у обучающихся совершенствуется *эмоциональный интеллект*, предполагающий сформированность:

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

саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё 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 её всесторонне;

определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;

выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях;

разрабатывать план решения проблемы с учётом 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;

владеть видами 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 её 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 приобретённый 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 учётом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности;

распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;

развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;

выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов, и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом 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 расчётных и качественных задач, план выполнения практической работы с учётом 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 приобретённый опыт;

способствовать формированию и проявлению широкой 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 приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;

уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;

принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;

принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

признавать своё право и право других на ошибки.

Предметные результаты

10 класс

К концу обучения **в 10 классе** предметные результаты на углубленном уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

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 отсчёта, абсолютно твёрдое тело, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, модели газа, жидкости и твёрдого (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 твёрдого 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 МКТ 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);

описывать физические процессы и явления, используя величины: 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 Землёй вблизи её поверхности, энергия упругой деформации пружины; количество теплоты, абсолютная температура тела, работа в термодинамике, внутренняя энергия идеального одноатомного газа, работа идеального газа, относительная влажность воздуха, КПД идеального теплового двигателя; электрическое поле, напряжённость электрического поля, напряжённость поля точечного заряда или заряженного шара в вакууме и в диэлектрике, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, сила тока, напряжение, мощность тока, электрическая ёмкость плоского конденсатора, сопротивление участка цепи с последовательным и параллельным со-единением резисторов, энергия электрического поля конденсатора;

объяснять особенности протекания физических явлений: механическое движение, тепловое движение частиц вещества, тепловое равновесие, броуновское движение, диффузия, испарение, кипение и конденсация, плавление и кристаллизация, направленность теплопередачи, электризация 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 учётом 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 расчётные 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 расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;

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;

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

приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-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 её 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, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-

технического профиля.

11 класс

К концу обучения **в 11 классе** предметные результаты на углубленном уровне должны отражать сформированность у обучающихся умений:

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

описывать физические процессы и явления, используя величины: напряжённость электрического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, индукция магнитного поля, магнитный поток, сила Ампера, индуктивность, электродвижущая сила 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 про-водника 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 звёздах, в звёздных системах, в меж-галактической среде; движения небесных тел, эволюции звёзд 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 учётом 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 расчётные 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 расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;

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;

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

приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-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 её 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, адекватно 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

№ п/п	*Наименование разделов и тем учебного предмета*	*Количество часов*			*Электронные (цифровые) образовательные ресурсы*
		Всего	**Контрольные работы**	**Практические работы**	
РАЗДЕЛ 1. НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ					
1.1	Научный метод познания природы	5		1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/9aee5ff1-6f79-4614-84c1-9f56d65a9624 - Физика – фундаментальная наука о природе. https://lesson.edu.ru/lesson/69d95f96-ad1a-4795-9be7-e787e83ed1ae Научный метод познания и методы исследования физических явлений. https://lesson.edu.ru/lesson/c9645fd7-ebec-43ce-98e1-f639ae097b01 Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике. https://lesson.edu.ru/lesson/24fbe576-e92b-41a0-9358-a78ef9b050f4 Способы измерения физических величин. https://lesson.edu.ru/lesson/48d4b19c-21fc-4292-952d-8180c1ea0baf

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					«Абсолютная и относительная погрешности измерений физических величин». https://lesson.edu.ru/lesson/30c91cb5-a69f-4030-bc5d-03828ffb5377 «Моделирование физических явлений. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира». **РЕШ:** Урок 1. физика и естественно-научный метод познания природы - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) **Профориентационный урок:** Конструктор будущего (bvbinfo.ru)
Итого по разделу			**5**		
РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИКА					
2.1	Кинематика	10	1	1	**Каталог (lesson.edu.ru)** Урок (lesson.edu.ru) «Механическое движение. Системы отсчета. Различные способы описания движения. Прямая и обратная задачи механики». Урок (lesson.edu.ru) «Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси координат. Траектория. Перемещение. Скорость. Их проекции на оси координат». Урок (lesson.edu.ru) «Равномерное прямолинейное движение. Графическое описание равномерного прямолинейного движения». Урок (lesson.edu.ru) «Сложение перемещений и скоростей. Решение задач». Урок (lesson.edu.ru) «Неравномерное движение. Мгновенная скорость. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением». https://lesson.edu.ru/lesson/c538d40a-dd01-447e-b6e9-a62cc4f9316e - «Графическое описание прямолинейного движения с постоянным ускорением». Урок (lesson.edu.ru) «Свободное падение. Ускорение свободного падения. Зависимость координат, скорости, ускорения от времени и их графики». https://lesson.edu.ru/lesson/a943f054-d287-4e03-a173-13aa1eecdd42 - Движение тел, брошенных под углом к горизонту. Урок (lesson.edu.ru) «Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость. Период и частота обращения. Центро- стремительное (нормальное), касательное (тангенциальное) и полное ускорение

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					материальной точки». **РЕШ:** Урок 2. равномерное прямолинейное движение материальной точки - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 3. равноускоренное движение материальной точки - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 4. равномерное движение точки по окружности - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 5. поступательное движение. вращательное движение твердого тела - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=540
2.2	Динамика	10	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** Урок (lesson.edu.ru) «Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчета». Урок (lesson.edu.ru) «Сила. Равнодействующая сила. Связь между ускорением и силой. Второй закон Ньютона. Масса». Урок (lesson.edu.ru) «Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона». https://lesson.edu.ru/lesson/80ac4a74-2a15-4f1a-9dc8-618aa1922b2a - Принцип относительности в механике. https://lesson.edu.ru/lesson/9bf7a3bd-d607-4bfb-9514-f2a61dab568f - Принцип суперпозиции сил. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/f20cc367-1fde-4b1b-bd90-b949c802d47b - Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. https://lesson.edu.ru/lesson/4cf6af85-9292-476e-8bd8-809d1d9ab395 Сила тяжести и ускорение свободного падения. https://lesson.edu.ru/lesson/81f1dc5f-1008-4a83-99f2-90cb4ffa4cbf Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. https://lesson.edu.ru/lesson/68988c8b-047d-40f1-81db-93a25afcb9e7 . Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. https://lesson.edu.ru/lesson/104fff64-dfdd-44a6-94ef-d7db7074280f Сила трения. Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда. **РЕШ:** Урок 6. инерциальные системы отсчета и принцип относительности в механике - Физика - 10 класс -

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 7. законы динамики ньютона - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 8. гравитационные силы - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=540
2.3	Статика твёрдого тела	5		1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/aef5eb09-c881-4613-9585-cf8a26336c9c Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. https://lesson.edu.ru/lesson/ba1f2a3c-5b95-4fb4-8c6a-e5b800a00186 Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы https://lesson.edu.ru/lesson/26b6ff99-59eb-4d53-a76a-d86cf6a0ceb3 Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие https://lesson.edu.ru/lesson/57237a05-2a3a-40cf-b55a-d28bc6104dc3 - Статика твердого тела. Решение задач. **РЕШ:** Урок 14. статика. равновесие абсолютно твердых тел - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 15. основы гидромеханики - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru)
2.4	Законы сохранения в механике	6	1	1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/5f92be38-8337-4169-899b-a0bef9da4165 Импульс материальной точки, системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. https://lesson.edu.ru/lesson/909ad4bc-a42f-4063-a47e-35c190e6a586 Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. https://lesson.edu.ru/lesson/048eee9c-ca60-41e3-94e9-2093374b965f Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях. https://lesson.edu.ru/lesson/ab43fae4-1c20-4edd-b7b6-26543d2810d1 Импульс. Закон сохранения импульса. https://lesson.edu.ru/lesson/445b0ec6-ecf4-455d-8fec-

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					4608dcb0ab8b Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы. Мощность силы. https://lesson.edu.ru/lesson/9564e783-88ec-4a35-901d-2cc62a7fe13e Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. https://lesson.edu.ru/lesson/c0928fc8-4d62-4ddb-a226-7473e7aa7e97 Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Вторая космическая скорость. https://lesson.edu.ru/lesson/7f1cd593-a185-487f-bbc9-c5c8c89a6a8f Третья космическая скорость. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. https://lesson.edu.ru/lesson/70028fde-c624-47e7-bf88-01f9820717da Упругие и неупругие столкновения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии. **РЕШ:** Урок 11. импульс. закон сохранения импульса - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 12. реактивное движение - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 13. работа. мощность. энергия. закон сохранения механической энергии - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=540
Итого по разделу **36**			**3**	**6**	
РАЗДЕЛ 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА					
3.1	Основы молекулярно - кинетической теории	15	1	1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/3144f45c-12fa-4574-8259-ce76b2962d38 «Развитие представлений о природе теплоты. Основные положения МКТ. Диффузия. Броуновское движение». https://lesson.edu.ru/lesson/1b139b0f-df38-4b1b-aa0e-2839d6e8a834 «Строение газообразных, жидких и твердых тел. Характер движения и взаимодействия частиц

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					вещества». https://lesson.edu.ru/lesson/0c557e76-d9b8-4e24-9f90-0b441a889227 Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро. https://lesson.edu.ru/lesson/c2950e40-fea8-448e-ab17-5e33657d20cf Температура и способы её измерения. Шкала температур Цельсия. https://lesson.edu.ru/lesson/d1206c3f-a903-4f51-aae8-a555e46e9e4f - Основы МКТ. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/9534f0ae-0e9d-4699-a8b5-f38ae0c53a39 - Идеальный газ. Газовые законы. https://lesson.edu.ru/lesson/0f8973f2-c2d1-4c85-8775-270e8687cff4 Уравнение Менделеева - Клапейрона. https://lesson.edu.ru/lesson/8a072d84-c3ba-4c47-a24a-df4907ccef4b Абсолютная температура (шкала температур Кельвина). Закон Дальтона. https://lesson.edu.ru/lesson/b9bdb63f-759f-4f15-bc44-26fe7fda69b9 «Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества». https://lesson.edu.ru/lesson/942aabd5-7319-4189-8375-d59039987c35 «Изотерма, изохора, изобара и их графическое представление». https://lesson.edu.ru/lesson/c860ae1e-336b-4870-967f-9107e310bc70 Основное уравнение МКТ. https://lesson.edu.ru/lesson/8e7c1025-f7cb-47e7-90a9-dca18c062ecc -решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/621bb391-b90d-480d-a569-d9d05c4c0a9e Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц. https://lesson.edu.ru/lesson/511e4f95-484e-48db-a2ec-9ed820b97e25 -Обобщение материала. **РЕШ:** https://lesson.edu.ru/lesson/511e4f95-484e-48db-a2ec-9ed820b97e25 Урок 17. строение газообразных, жидких и твердых тел. идеальный газ - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 18. основное уравнение мкт - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 19. температура. энергия теплового движения молекул - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 20. уравнение состояния идеального газа. газовые законы - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru)

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=541
3.2	Термодинамика. Тепловые машины	20	1	4	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/c672781c-e13f-4a65-9515-8962f4b39eca Термодинамическая (ТД) система. Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её на микроскопическом уровне. https://lesson.edu.ru/lesson/2cf0c38c-9943-4a33-b576-46d763e5dabf Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД системы к тепловому равновесию. https://lesson.edu.ru/lesson/cdc9ab4c-4c67-4203-841f-9572388e8a62 Модель идеального газа в термодинамике и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. https://lesson.edu.ru/lesson/407bcbd9-2d19-464a-9d66-57c0e094ef89 уравнение Клапейрона – Менделеева https://lesson.edu.ru/lesson/ca9eb6bb-4cb4-4eec-ab8f-0bed2e4ecfc7 Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа. Квазистатические и нестатические процессы. https://lesson.edu.ru/lesson/f8e5a144-a783-4f3a-9c8a-11b220b967c1 Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на *pV*-диаграмме. https://lesson.edu.ru/lesson/59d43889-91c8-4051-a22f-143838b8de32 Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы без совершения работы. https://lesson.edu.ru/lesson/c312a865-e780-4a7f-9780-89e9b9d2559d Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. https://lesson.edu.ru/lesson/c561d26d-ccd5-4721-be17-f1ecf51e0638 Второй закон термодинамики для неравновесных процессов. https://lesson.edu.ru/lesson/5e753a9e-a854-479f-b435-daea2b9c7802 Максимальное значение КПД. Цикл Карно. https://lesson.edu.ru/lesson/82af2b81-cf21-4197-88f3-f3b9827be20c - Решение задач.

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					https://lesson.edu.ru/lesson/2f6bb6b8-a539-4c80-b816-09e769a0ef40 Обобщение материала. **РЕШ:** Урок 25. тепловые двигатели. кпд тепловых двигателей - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=541
3.3	Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	14	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/e1a96485-196a-44fc-8bb4-6bf7cf0755b4 Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. https://lesson.edu.ru/lesson/708e594f-fb52-47e9-8009-d978c721e515 Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления, насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости. https://lesson.edu.ru/lesson/db4f89c5-3a59-4e4d-ae6e-e2e0403ad9de Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. https://lesson.edu.ru/lesson/f5055f6b-af60-43c1-9f4a-0979c0f8e10d Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/d8385008-88ef-4af9-a600-59fced70cc58 Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. https://lesson.edu.ru/lesson/7f01244d-f6c5-489b-a8c6-9c36c1b088cd Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация. https://lesson.edu.ru/lesson/d366e478-5fee-4422-b9b3-ea6efb5259f1 Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций. https://lesson.edu.ru/lesson/c87844b6-e08c-4e29-802f-c4a5fe32427e Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел. https://lesson.edu.ru/lesson/ff7fcf7b-a5c0-438c-8a98-b0f8b91e483e Преобразование энергии в фазовых переходах. https://lesson.edu.ru/lesson/3cb16767-9e9e-4eee-b040-

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					6ca60ddf0c62 https://lesson.edu.ru/lesson/3c19d5a2-1733-46ae-bc1f-5b9b86d5f2f0 Уравнение теплового баланса. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/f9d7ae8e-e6dc-42c6-8592-0738d9e2bc38 Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. https://lesson.edu.ru/lesson/62696022-68d4-42d5-a5e9-fbace1fbac29 Обобщение материала. Решение задач. Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=541
Итого по разделу **49**			**3**	**7**	
РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА					
4.1	Электрическое поле	24	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/d1008e22-e375-4586-85ee-6d41f6ad1bf1 Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. https://lesson.edu.ru/lesson/1023e1d8-491d-4f25-8d61-887be2e62fa6 Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. https://lesson.edu.ru/lesson/36dbe2e3-cf06-4051-9ee5-74e5812eefc1 Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона. https://lesson.edu.ru/lesson/49eaba85-9746-436f-b34a-3434a4fdd4c1 https://lesson.edu.ru/lesson/2a502598-2eba-4fe4-847d-3db02efd239b Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/594e731a-0b41-4cfc-b140-393b6c95013e Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. https://lesson.edu.ru/lesson/7d959f66-5eef-47ab-9968-1319aabd9624 Напряжённость электрического поля. Пробный заряд. Линии напряжённости электрического поля. Однородное электрическое поле. https://lesson.edu.ru/lesson/a0c0f1f0-513c-47ac-9a13-305dd5a5b91a Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение.

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					https://lesson.edu.ru/lesson/523ef39d-e6ae-402d-a32a-c656c3a48de3 Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. https://lesson.edu.ru/lesson/3d412376-f475-46de-a456-e73887bbdaf7 Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля. https://lesson.edu.ru/lesson/4e7e2b70-dcb7-4508-b127-deec0d0ea78f https://lesson.edu.ru/lesson/0fc36d21-b2f0-4247-b7ca-612669a6b29b Принцип суперпозиции электрических полей. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/24be2738-7bd9-404c-95e2-8f40a755b17b https://lesson.edu.ru/lesson/15553d81-470a-499a-abc5-a314d0e64ba9 Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. https://lesson.edu.ru/lesson/a52c8024-7317-4df5-9342-ed119d6b28d4 https://lesson.edu.ru/lesson/3eadba6d-d4ef-4b85-9692-1955b6479efe Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. https://lesson.edu.ru/lesson/a5abcba7-dd36-4aaa-9c2e-330eb82eda94 Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора. https://lesson.edu.ru/lesson/8419b442-c417-47a2-b0ae-67271ce40739 https://lesson.edu.ru/lesson/1da61aef-ed7c-461d-95e2-b4ac5af3a952 Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов. https://lesson.edu.ru/lesson/9231e051-0241-4587-9f03-edb45c5dc5a3 Энергия заряженного конденсатора. https://lesson.edu.ru/lesson/7478262c-4c10-4ec5-ac03-9c609e5a0891 https://lesson.edu.ru/lesson/f335f5fb-0a5c-4d6b-8325-960d87cfc138 Решение задач. **РЕШ:** Урок 26. электрический заряд. закон кулона - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru) Урок 27. напряжённость и потенциал электростатического поля. разность потенциалов - Физика - 10 класс - Российская электронная школа

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					(resh.edu.ru) Урок 28. электрическая ёмкость. конденсатор - Физика - 10 класс - Российская электронная школа (resh.edu.ru)
4.2	Постоянный электрический ток	24	1	4	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/e1ce40b5-a283-4e04-873f-10b71c9e2a2b Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного электрического тока. https://lesson.edu.ru/lesson/ab1d1f4a-076f-4574-814c-3f81cd69beca Источники тока. Напряжение *U* и ЭДС E. https://lesson.edu.ru/lesson/735dbf9b-bf0b-4587-a8c5-fb774ade5553 Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. https://lesson.edu.ru/lesson/79882de0-1600-4788-a2b7-ffb5ec399b49 Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. https://lesson.edu.ru/lesson/1ca1c885-e1f3-492c-b672-fad1edc5eb10 Удельное сопротивление вещества. https://lesson.edu.ru/lesson/68e0225b-601d-4411-a889-06f9c646722b Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. https://lesson.edu.ru/lesson/eba16f8f-d410-4f18-86b5-3873a1c23c01 https://lesson.edu.ru/lesson/f07f9583-bdd1-45d6-ac66-28dcf06f16c9 Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа. https://lesson.edu.ru/lesson/52bc9406-3845-4922-b535-ac13e273be26 https://lesson.edu.ru/lesson/13551995-d1e2-4d29-99b0-ab0afd0d8d03 Работа электрического тока. Закон Джоуля - Ленца. https://lesson.edu.ru/lesson/8f9f509e-7103-4006-b9f2-113cd37b0582 https://lesson.edu.ru/lesson/82242269-4d9e-4edb-b5f9-e62986ef9e27 Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. https://lesson.edu.ru/lesson/d6433713-3e8e-43db-a2bb-65bee71d4d46 ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. https://lesson.edu.ru/lesson/24df46ec-9c5d-434e-a26f-e36ee653b5a3 https://lesson.edu.ru/lesson/446d49c1-f517-470b-b8ea-215323558edc

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/94123f0b-2a9e-4bb8-b518-952d57389182 Мощность источника тока. https://lesson.edu.ru/lesson/30b220b2-1bcb-4552-9f87-e38396669e50 Короткое замыкание. https://lesson.edu.ru/lesson/35327971-8102-4178-a627-c6206d30bcce https://lesson.edu.ru/lesson/24eb8156-d459-43b1-b879-951d57c4dbfa Конденсатор в цепи постоянного тока. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/4769182b-12b8-49d9-a229-d8ebada818ce https://lesson.edu.ru/lesson/1e768e99-5749-4ccb-8830-b9d084cd596d https://lesson.edu.ru/lesson/ecf68efd-5604-4e6b-ac6c-6c5e94e1f2b1 https://lesson.edu.ru/lesson/70ba8f61-0c69-45c7-915e-6c9004991cee Обобщение материала. Решение задач. Виртуальные лабораторные работы: https://distolymp2.spbu.ru/www/lab_dhtml/index.html
4.3	Токи в различных средах	6		1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/25478459-c399-4784-abd1-8e4a58ad37f3 Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость. https://lesson.edu.ru/lesson/cfbdea7a-6b3b-4462-a5b8-4a43b9586648 Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза. https://lesson.edu.ru/lesson/a2b6e10d-b870-4afe-b829-90ff35a77ec1 Электрический ток в газах. Плазма. https://lesson.edu.ru/lesson/4df44d49-dac6-41c0-a2bb-94c0c208fa05 Электрический ток в вакууме. https://lesson.edu.ru/lesson/2319ce1e-0af7-4f9b-a629-181ef4d7aa6f https://lesson.edu.ru/lesson/35bc680a-93aa-45c6-8afe-4d98e59edf6d Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства *p*—*n*-перехода. Полупроводниковые приборы.

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Итого по разделу **54**			**2**	**7**	
РАЗДЕЛ 5. ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ					
5.1	Физический практикум	16	2	14	**Каталог (lesson.edu.ru)** Физический практикум: https://lesson.edu.ru/lesson/cc13f329-8034-4888-8a18-1a03efe3caa2 https://lesson.edu.ru/lesson/291a2cd7-6f10-4da7-8d1f-330893e52172 https://lesson.edu.ru/lesson/7f788ebb-f0e1-4c58-90dc-9c0e99ed8e53 https://lesson.edu.ru/lesson/13f3daf1-82ed-43a9-9545-be2a83b80052 https://lesson.edu.ru/lesson/94708c2e-0080-4d3b-b0ce-f011bfb1244b https://lesson.edu.ru/lesson/87283d64-46fb-4407-a3d0-5d459934bef2 https://lesson.edu.ru/lesson/a1302568-e65c-4b2f-a3b6-eba24ae83604 https://lesson.edu.ru/lesson/8ec2027b-7745-48f8-8296-7d38a0ec40bd https://lesson.edu.ru/lesson/b24fda34-c324-4301-b8c5-b3b8756e36c7 https://lesson.edu.ru/lesson/f64baffc-d55a-4e39-bb6e-cfc0a1c60180 https://lesson.edu.ru/lesson/225d569f-079c-4b38-8453-cc6b888396e1 https://lesson.edu.ru/lesson/97575611-a9db-4551-b04c-37c627826f50 https://lesson.edu.ru/lesson/d3d2b11a-f9f8-4c86-b692-3d3e8cf6bb90 https://lesson.edu.ru/lesson/6e76bd53-27f7-4356-b2b4-891e96c9f327 https://lesson.edu.ru/lesson/221434d3-a1e0-4161-9ffd-391237615506

№ п/п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					https://lesson.edu.ru/lesson/ef9fe847-44c3-4e4b-a22d-4b6fea405215 Виртуальные лабораторные работы: https://distolymp2.spbu.ru/www/lab_dhtml/index.html
Итого по разделу **16**			**2**	**14**	
Резервное время **10**					
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ **170**			**10**	**35**	

11 класс

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
РАЗДЕЛ 1. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА					
1.1.	Магнитное поле	14	1	2	**Профориентационный урок:** Конструктор будущего (bvbinfo.ru) **Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/18c2e46d-cbac-4db8-92fc-47369c56a910 Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. https://lesson.edu.ru/lesson/c6b11646-c78b-462b-a0f7-ccba75e29283 Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. https://lesson.edu.ru/lesson/31085e79-6038-4513-aa57-1d1f5848c12a Магнитное поле проводника с током (прямого проводника, катушки и кругового витка). Опыт Эрстеда. https://lesson.edu.ru/lesson/ddcac0d9-d9ef-43eb-b94d-955925f0fe1a https://lesson.edu.ru/lesson/e1565ef2-0e27-4891-

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					9922-99633c4ffdba https://lesson.edu.ru/lesson/47c22929-d23e-41a3-9e91-074218aec7c6 Сила Ампера, её направление и модуль. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/17ba73ff-2cef-48db-9d95-fd010ae12262 https://lesson.edu.ru/lesson/83b89684-7a9b-430e-80bc-323dbc3d9c6d Сила Лоренца, её направление и модуль. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/d7ac3f1c-fc21-4371-b4e8-52dd961f80b3 https://lesson.edu.ru/lesson/7226cc02-f7f2-4029-9669-6523f161fbbd Работа силы Лоренца. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/0fc9773d-a470-4f24-a7a9-7da5868ee22d https://lesson.edu.ru/lesson/29830e45-134a-43cc-bcfa-d42ca33e7ea8 Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики. https://lesson.edu.ru/lesson/2356363b-28dc-48d4-95a6-013528827c9b https://lesson.edu.ru/lesson/8b69fdc1-9e7f-4802-a8f0-d72b3998a8e5 Решение задач.
1.2	Электромагнитная индукция	13	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/e9064bbc-2ed0-4a41-9f10-fc2923428216 Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. https://lesson.edu.ru/lesson/1e5f2a1b-d26e-48e2-a5ec-a7c7a2b03883 ЭДС индукции. https://lesson.edu.ru/lesson/985941f7-815a-490f-9adb-f4af168c6992 Закон электромагнитной индукции Фарадея. https://lesson.edu.ru/lesson/71142049-e649-43b4-aa95-7397e1e76a2d Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. https://lesson.edu.ru/lesson/5b0160a0-2e74-47df-88c3-2fcd70c41127 https://lesson.edu.ru/lesson/a748916a-9a0c-44d5-9b72-ace18f95e686 ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле. Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/ee8449bb-4b23-4e69-afa5-8591623754a4 Правило Ленца.

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					https://lesson.edu.ru/lesson/0167a6d1-8bb1-489e-b2d8-3e09ab522f87 Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. https://lesson.edu.ru/lesson/c4e5b8f1-6588-4fb9-8919-4b92c4304426 Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. https://lesson.edu.ru/lesson/f693938f-1ef6-44de-b96b-b1371bf14209 Энергия магнитного поля катушки с током. Электромагнитное поле. https://lesson.edu.ru/lesson/1129cc5d-46cf-4aa2-a3e4-76abe7af9cc7 https://lesson.edu.ru/lesson/555b420f-2eb6-4923-928b-00d1018fe159 Обобщение материала. Решение задач. Виртуальные лабораторные работы: https://distolymp2.spbu.ru/www/lab_dhtml/index.html
Итого по разделу		**27**	**2**	**4**	
РАЗДЕЛ 2. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ					
2.1	Механические колебания	10	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/86f9a32b-38bd-4a21-8181-04ae57fbf8fa Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания. https://lesson.edu.ru/lesson/7b97eece-bb44-406d-a4ee-877a6e7043f3 Кинематическое и динамическое описание. https://lesson.edu.ru/lesson/a8745994-8eda-4340-9709-8e7af38b9edf Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания. https://lesson.edu.ru/lesson/ae9ae4b4-47f3-4c6d-9001-17a81c4d1246 Амплитуда и фаза колебаний. https://lesson.edu.ru/lesson/55a07a9c-e5b0-43af-99d9-6de7ce66d22b Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника. https://lesson.edu.ru/lesson/9b52602f-b740-4fc6-a38a-61d81b803453 Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. https://lesson.edu.ru/lesson/d33e7991-16a7-4d01-

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					ac1b-ccd67a9c3b1c Автоколебания. https://lesson.edu.ru/lesson/2df8fce1-4876-4ed6-85df-2a9d8eaf5f8e https://lesson.edu.ru/lesson/14a18cff-3bd3-45f8-9c02-2e9689fb6f16 https://lesson.edu.ru/lesson/8641a117-edc6-4d9c-ae01-851c8af06ff0 Обобщение материала. Решение задач. Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=543
2.2	Электромагнитные колебания	15	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/2a15df64-aeaf-46bf-93c0-2a4719fa76ca Электромагнитные колебания. Колебательный контур. https://lesson.edu.ru/lesson/510107f4-a229-4d48-a576-b3f8751332b6 Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре. https://lesson.edu.ru/lesson/acf7c26f-a68e-47cb-be2c-fdf6fba72103 Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре. https://lesson.edu.ru/lesson/d98cf9e5-7a19-4201-a5c3-02dd62220fbf Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания. https://lesson.edu.ru/lesson/78378cee-d343-48f5-889d-d3a754803c37 Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. https://lesson.edu.ru/lesson/2c16bbf3-37f8-4ba7-8bd6-b3ae1cf3a9d9 Катушка индуктивности в цепи переменного тока. https://lesson.edu.ru/lesson/06070c92-3bdb-49f6-8e32-008fe0682412 Закон Ома для эл.цепи переменного тока. https://lesson.edu.ru/lesson/439bff53-9af6-429f-875f-67e6f4e4700f Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения. https://lesson.edu.ru/lesson/db43b7cd-c236-418a-b3a3-39ff024b7aa0 Резонанс в электрической цепи. https://lesson.edu.ru/lesson/ebc515fd-5a19-4d24-a4fe-6a60c4ac73f8 Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/5443ee0d-d6c6-4392-

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					a9a6-15cd4bc79360 Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. https://lesson.edu.ru/lesson/5be29a31-7160-4c33-9bc9-db16dda5104b Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни. https://lesson.edu.ru/lesson/ffcad885-1d9b-4616-b78b-8c6b212aac32 https://lesson.edu.ru/lesson/06c201b0-323f-49c3-8c1c-64c6f06f48cd https://lesson.edu.ru/lesson/75f83cae-01c5-4329-b6f1-2b69f2cd5f11 Обобщение материала. Решение задач. Виртуальные лабораторные работы: https://efizika.ru/mod/page/view.php?id=543
2.3	Механические и электромагнитные волны	10	1	1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/8ad379c6-9272-4355-8373-6b60aa5ef490 Механические волны. Характеристики мех.волн. https://lesson.edu.ru/lesson/a369640b-bdd7-4b1f-9365-acde55b94446 Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция. https://lesson.edu.ru/lesson/5434b9c7-2963-402e-ab0e-67e044623898 Звук. Характеристики звука. https://lesson.edu.ru/lesson/844fa6e2-ccd8-4704-afa1-7250d1c863c8 Шумовое загрязнение окружающей среды. https://lesson.edu.ru/lesson/f085ef3a-b7cb-4126-b4cf-790d24a2efd1 Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/65189f36-abff-4711-b03b-deb93d6c9891 Электромагнитные волны. https://lesson.edu.ru/lesson/f7a0b075-90bf-4b61-9b57-1ece27af3e06 Энергия электромагнитных волн. https://lesson.edu.ru/lesson/b2335dc8-46b3-4749-a347-737733c92639 Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. https://lesson.edu.ru/lesson/1f713c70-753b-4cdf-9c07-f28c83f162b9 Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды.

№ п\п	*Наименование разделов и тем учебного предмета*	*Количество часов*			*Электронные (цифровые) образовательные ресурсы*
		Всего	**Контрольные работы**	**Практические работы**	
2.4	Оптика	25	2	4	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/360f94c7-5c1c-4659-b21d-93c93683b3ca Свет. Закон прямолинейного распространения света. https://lesson.edu.ru/lesson/9e3376df-bd7a-473d-b767-1d6ff18fe5e9 Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/ab088edb-19b0-4180-903d-5b371ae3306b Отражение света. Плоское зеркало. Сферические зеркала. https://lesson.edu.ru/lesson/8e6362b5-ecde-4fc6-906d-ca6a0bd8804c Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. https://lesson.edu.ru/lesson/e246a97b-39e4-449d-83d3-262ea45cf8dd Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/b12755f0-df0b-4b24-8fe6-2672694eca5f Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. https://lesson.edu.ru/lesson/12c25abb-41d1-455d-9a90-567896af954b Линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линз. https://lesson.edu.ru/lesson/4fb6fa91-ac15-41af-9493-74f81b8253f8 Построение изображений в тонкой линзе. Увеличение линзы. https://lesson.edu.ru/lesson/1d018f0d-306c-4132-afa4-af1a98f59581 Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/b17e2164-ba4b-4134-97a2-01072da9d31e Глаз как оптическая система. https://lesson.edu.ru/lesson/23fc125b-eb0e-46e1-ac8b-630128a90339 Пределы применимости геометрической оптики. https://lesson.edu.ru/lesson/b5bb6c56-3a25-42b3-ba3f-ff7bf6d0b730 Скорость света и методы её измерения. https://lesson.edu.ru/lesson/75836c5d-ffb0-418e-a5cc-3893068c5af2 дисперсия света. https://lesson.edu.ru/lesson/0743357d-dab2-4be0-9a3d-59a6fcd6c7a2 Интерференция света. https://lesson.edu.ru/lesson/09619abb-0d33-43e6-a26d-31e01dbc3b78 Когерентные источники. Условия наблюдения

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. https://lesson.edu.ru/lesson/b893b539-812f-45bb-b147-3274a5fd3900 Решение задач. https://lesson.edu.ru/lesson/9e9fe9ba-0066-4108-8829-9be157672eda Дифракция света. https://lesson.edu.ru/lesson/811006da-cff2-41ec-9320-082091ee2c61 https://lesson.edu.ru/lesson/81c6bf60-8d42-4586-9605-98927b061fbf Дифракционная решётка. https://lesson.edu.ru/lesson/6511e0a5-7ff6-4b45-a2fc-add5e2198d79 Поперечность световых волн. Поляризация света. https://lesson.edu.ru/lesson/f7487f98-0cbe-4339-ad60-0054214aba07 Световые явления в природе. https://lesson.edu.ru/lesson/f1b367bb-ff04-4fbf-85a8-925cfb5a400d https://lesson.edu.ru/lesson/9d0b6e9e-d8e3-45e9-a8b0-e53b23fb362f Обобщение материала. Решение задач.
Итого по разделу		**60**	**5**	**9**	
РАЗДЕЛ 3. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (СТО)					
3.1	Основы СТО	5			**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/7a439c22-041e-46ea-b841-f30d79baa966 Границы применимости классической механики. https://lesson.edu.ru/lesson/4c3d82e7-c37a-4cd2-8f12-892f88927803 Постулаты специальной теории относительности. https://lesson.edu.ru/lesson/9437f92f-3027-4180-8a00-221b782f5eea Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины. https://lesson.edu.ru/lesson/d14f9603-3f74-4312-995f-33be45e7c55e Энергия и импульс релятивистской частицы https://lesson.edu.ru/lesson/795e20a1-4cd9-4e45-a1b7-da4f667143ae Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя.
Итого по разделу		**5**			
РАЗДЕЛ 4. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА					

№ п\п	*Наименование разделов и тем учебного предмета*	*Количество часов*			*Электронные (цифровые) образовательные ресурсы*
		Всего	**Контрольные работы**	**Практические работы**	
4.1	Корпускулярно-волновой дуализм	15	1	1	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/9a924c73-c4ad-43e6-bc02-2c0035690370 Равновесное тепловое излучение. https://lesson.edu.ru/lesson/92094810-2d5d-4d60-a0bf-aa92750d3aeb Закон смещения Вина. https://lesson.edu.ru/lesson/b9e04342-0957-4929-9242-f854b17cd4a8 Гипотеза М. Планка о квантах. Фотоны. https://lesson.edu.ru/lesson/1779d5eb-ca0e-4f9d-9947-d0689f55f070 Энергия и импульс фотона. https://lesson.edu.ru/lesson/a2cf3472-6313-4cfa-b7fb-e72f3130fda3 Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта. https://lesson.edu.ru/lesson/018617cc-975f-4cd1-ade5-f7f0ce859782 Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта. https://lesson.edu.ru/lesson/957d10bd-6f90-46e0-a0f7-a15e31e515a7 Давление света. Опыты П. Н. Лебедева. https://lesson.edu.ru/lesson/0fe3677b-0270-41e2-8ce4-d86a40fe8136 Волновые свойства частиц. https://lesson.edu.ru/lesson/bbac2e69-5a52-4749-b738-17f5b54cf6a1 Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. https://lesson.edu.ru/lesson/51803d60-1cde-4a33-94be-f596b7c23134 Корпускулярно-волновой дуализм. https://lesson.edu.ru/lesson/183882b1-0dc1-4283-88ce-f303d10ecd95 Дифракция электронов на кристаллах. https://lesson.edu.ru/lesson/548c8c6b-e970-461e-8a8f-adbb153d3fca Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга. https://lesson.edu.ru/lesson/b7ef2708-f1e1-4050-96c0-66a26079222b https://lesson.edu.ru/lesson/828b7314-a029-4222-b2cb-1b6e5386c13c Решение задач.
4.2	Физика атома	5			**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/ea013699-e100-44e7-8068-0e84dc2475e3 Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда. https://lesson.edu.ru/lesson/8816cc4e-3259-46ef-

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					bd75-56410973b7c9 Постулаты Бора https://lesson.edu.ru/lesson/9a7a80c0-5cfc-4e64-abe7-82638aa94457 Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. https://lesson.edu.ru/lesson/c7e9d943-81f8-4e44-861b-0ae6dc25861d Спонтанное и вынужденное излучение света. https://lesson.edu.ru/lesson/dda1d85c-8f51-4a74-a7f3-9577110156a2 Лазер.
4.3	Физика атомного ядра и элементарных частиц	5	1		**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/4511bc47-b653-4463-adb1-9d0638a27799 Нуклонная модель ядра Гейзенберга - Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. https://lesson.edu.ru/lesson/dd39a99f-9502-4273-a14a-96c91e44c94a Закон радиоактивного распада. Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия. https://lesson.edu.ru/lesson/64674299-0f4c-4893-bf9a-5cb031dff58d 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. https://lesson.edu.ru/lesson/41dbe3cf-f2a0-4eda-8c24-2efddbe9fe09 Методы регистрации и исследования элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов. https://lesson.edu.ru/lesson/c6611d6c-0e0d-48a5-b0a8-617d612f1a8e Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира.
Итого по разделу		**25**	**2**	**1**	
РАЗДЕЛ 8. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ					
5.1	Элементы астрофизики	12	1	2	**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/ddb84c9c-1a43-4e9e-9973-4fea2ed3d72a

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					Этапы развития астрономии. Прикладное и мировоззренческое значение астрономии. https://lesson.edu.ru/lesson/451dd573-2f89-4cb8-9cb9-596b0c297419 Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов. Методы астрономических исследований. https://lesson.edu.ru/lesson/105a304c-1932-45b4-b157-65522b21cc30 Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия. https://lesson.edu.ru/lesson/6224a91e-bb13-45e5-a72c-ee6b563520e6 Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение. https://lesson.edu.ru/lesson/b8c5e132-87e3-45a2-8442-6445dd2bff0c Солнечная система. Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд. https://lesson.edu.ru/lesson/0ecb2e6b-ed5f-4aa3-9aea-7a96f25e9eb3 Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс - светимость». https://lesson.edu.ru/lesson/8bb0ed3d-42af-4bec-bd14-7398bcff2e7a Звёзды главной последовательности. https://lesson.edu.ru/lesson/2f4f3991-bebc-4c60-865f-9d1c9e98fee7 Внутреннее строение звёзд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд. https://lesson.edu.ru/lesson/42ff7f64-3f90-4322-aeb8-f3eb85bdb260 Млечный Путь - наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик. https://lesson.edu.ru/lesson/c48a2bb0-ecdd-4aa8-9489-c744d78651a6 Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение. https://lesson.edu.ru/lesson/6aa499a1-ab12-4be2-9a1f-c09dcb5e1f3a Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. https://lesson.edu.ru/lesson/42f9cd91-4834-4dec-9a23-cdfcb5f9ff6d Нерешённые проблемы астрономии.
Итого по разделу		**12**	**1**	**2**	
РАЗДЕЛ 6. ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ					

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
6.1	Физический практикум	16	2	14	**Каталог (lesson.edu.ru)** Физический практикум: https://lesson.edu.ru/lesson/ff6fbbad-28ec-4f6c-8a53-640760dd29f6 https://lesson.edu.ru/lesson/d655404a-edaa-4176-b336-270c3d306b27 https://lesson.edu.ru/lesson/317f085a-ad1a-4792-8fc6-179c6be8e8f7 https://lesson.edu.ru/lesson/15232636-109f-4bd1-ac40-4c0556a11479 https://lesson.edu.ru/lesson/046579f1-7344-4b3d-861f-01960f41e328 https://lesson.edu.ru/lesson/49bd3af6-2270-4023-aa4e-699e6211968e https://lesson.edu.ru/lesson/2a13dc65-2b5f-4868-bc0b-8e6d9ccc00fe https://lesson.edu.ru/lesson/76e39164-4698-449c-8d91-c92a4d8d97de https://lesson.edu.ru/lesson/74fea258-a355-4aee-bf6f-c68bfde09c3c https://lesson.edu.ru/lesson/524e6477-690b-48da-b750-5821de6586ba https://lesson.edu.ru/lesson/5578d44d-48dd-4013-a2a6-35f0f21e4d20 https://lesson.edu.ru/lesson/10d864cf-e539-43a6-bdbc-7c75997e4bdf https://lesson.edu.ru/lesson/04dd3e4c-40b1-41bc-a4cc-66e164463fb6 https://lesson.edu.ru/lesson/e1be4f9c-8003-4398-a062-71c9044371ff https://lesson.edu.ru/lesson/3898f978-328b-46d7-bcd9-36ddddc4032e https://lesson.edu.ru/lesson/7b4c9ea7-c4e2-40bd-b8fb-e64bdf0a5891 Виртуальные лабораторные работы: https://distolymp2.spbu.ru/www/lab_dhtml/index.ht

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					ml
Итого по разделу		**16**	**2**	**14**	
РАЗДЕЛ 7. ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ					
7.1	Систематизация и обобщение предметного содержания и опыта деятельности, приобретённого при изучении курса физики 10—11 классов	15	2		**Каталог (lesson.edu.ru)** https://lesson.edu.ru/lesson/a9c963c8-2b98-4136-9fa6-9967e12c174a https://lesson.edu.ru/lesson/5cd4cf49-f3e2-423d-81b0-a281312b3369 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Кинематика» https://lesson.edu.ru/lesson/b11a0798-3131-4f5f-b05e-eada548632ee Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Динамика» https://lesson.edu.ru/lesson/0bfffa1b-0f57-4d1f-a6b2-00e5a05daec3 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Статика твёрдого тела» https://lesson.edu.ru/lesson/15c9858b-4c76-4177-a38a-96faed8f9813 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Законы сохранения в механике» https://lesson.edu.ru/lesson/e7292497-f8ea-42e7-826f-07d34aa36753 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Основы МКТ» https://lesson.edu.ru/lesson/6a4a5b69-277a-4255-a5d4-a8cb0a4f9f56 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Термодинамика. Тепловые машины» https://lesson.edu.ru/lesson/109d76f3-c35e-4a74-9713-9f0d961b6ccf Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы» https://lesson.edu.ru/lesson/5117bdf7-c6d0-4398-b34b-50b764f8f9d9 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Электрическое поле» https://lesson.edu.ru/lesson/a7ede527-0db5-4331-beb5-855aa25fe964 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Постоянный электрический ток» https://lesson.edu.ru/lesson/13d448df-d4db-4187-b106-babf56bdf3b3 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Ток в различных средах» https://lesson.edu.ru/lesson/545b528a-6c46-4214-883c-cb5904718470

№ п\п	Наименование разделов и тем учебного предмета	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
					Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Магнитное поле» https://lesson.edu.ru/lesson/f1fc0b18-cbb1-4e4f-99f6-7f221478d671 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Электромагнитная индукция» https://lesson.edu.ru/lesson/9e894392-7f83-4ab4-8e87-6e120e731ec8 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Механические колебания» https://lesson.edu.ru/lesson/1180a97a-0f34-43e3-b18a-4502a5e8a4b2 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Электромагнитные колебания» https://lesson.edu.ru/lesson/db8dd444-67af-4361-bf5b-c9857a9e1121 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Механические и электромагнитные волны» https://lesson.edu.ru/lesson/3dc70d0a-befa-4fe0-a4fc-667f4c57586a Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Оптика» https://lesson.edu.ru/lesson/78861b36-d57c-4c78-bb51-1d23db18518b Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Основы СТО» https://lesson.edu.ru/lesson/fcf2fd22-31c5-4dd8-a121-3b006bd19183 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Корпускулярно-волновой дуализм» https://lesson.edu.ru/lesson/cdac3c2e-042e-43ed-b9e7-bf5e73914824 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Физика атома» https://lesson.edu.ru/lesson/96681bf2-5186-4dc9-986d-d69400f7fb23 https://lesson.edu.ru/lesson/5ac0ff06-1712-4535-af79-8249456f8bc6 Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Элементы астрофизики»
Итого по разделу		**15**	**2**		
Резервное время		**10**			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		**170**	**14**	**31**	

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
10 КЛАСС

Код проверяемого результата	***Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования***
10.1	Демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей
10.2	Учитывать границы применения изученных физических моделей: материальная точка, инерциальная система отсчёта, абсолютно твёрдое тело, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, точечный электрический заряд – при решении физических задач
10.3	Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории строения вещества и электродинамики: равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твёрдых тел, изменение объёма тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов
10.4	Описывать механическое движение, используя физические величины: координата, путь, перемещение, скорость, ускорение, масса тела, сила, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
10.5	Описывать изученные тепловые свойства тел и тепловые явления, используя физические величины: давление газа, температура, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул, среднеквадратичная скорость молекул, количество теплоты, внутренняя энергия, работа газа, коэффициент полезного действия теплового двигателя; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинам
10.6	Описывать изученные электрические свойства вещества и электрические явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, электрическое поле, напряжённость поля, потенциал, разность потенциалов; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
10.7	анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправия инерциальных систем отсчёта; молекулярно-кинетическую теорию строения вещества, газовые законы, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона; при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости
10.8	Объяснять основные принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни
10.9	Выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему (задачу) и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы
10.10	Осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений
10.11	Исследовать зависимости между физическими величинами с использованием прямых измерений; при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной

	зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования
10.12	Соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования
10.13	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины
10.14	Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
10.15	Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию
10.16	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий
10.17	Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде
10.18	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

11 КЛАСС

Код проверяемого результата	***Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования***
11.1	Демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей, целостность и единство физической картины мира
11.2	Учитывать границы применения изученных физических моделей: точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра при решении физических задач
11.3	Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов электродинамики и квантовой физики: электрическая проводимость, тепловое, световое, химическое, магнитное действия тока, взаимодействие магнитов, электромагнитная индукция, действие магнитного поля на проводник с током и движущийся заряд, электромагнитные колебания и волны, прямолинейное распространение света, отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света, дисперсия света, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность
11.4	Описывать изученные свойства вещества (электрические, магнитные, оптические, электрическую проводимость различных сред) и электромагнитные явления (процессы), используя физические величины: электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, разность потенциалов, ЭДС, работа тока, индукция магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность катушки, энергия электрического и магнитного полей, период и частота колебаний в колебательном контуре, заряд и сила тока в процессе гармонических электромагнитных колебаний, фокусное расстояние и оптическая сила линзы; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
11.5	Описывать изученные квантовые явления и процессы, используя физические величины: скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, энергия и импульс фотона, период полураспада, энергия связи атомных ядер; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины

11.6	Анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы: закон Ома, законы последовательного и параллельного соединения проводников, закон Джоуля – Ленца, закон электромагнитной индукции, закон прямолинейного распространения света, законы отражения света, законы преломления света, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада; при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости
11.7	Определять направление вектора индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца
11.8	Строить и описывать изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой
11.9	Выполнять эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему (задачу) и гипотезу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы
11.10	Осуществлять прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений
11.11	Исследовать зависимости физических величин с использованием прямых измерений; при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования
11.12	Соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования
11.13	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью, используя физические законы и принципы; на основе анализа условия задачи выбирать физическую модель, выделять физические величины и формулы, необходимые для её решения, проводить расчёты и оценивать реальность полученного значения физической величины
11.14	Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
11.15	Использовать при решении учебных задач современные информационные технологии для поиска, структурирования, интерпретации и представления учебной и научно-популярной информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию
11.16	объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни
11.17	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий
11.18	Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде
11.19	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять обязанности и планировать деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ
10 КЛАСС

Код раздела	*Код проверяемого элемента*	*Проверяемые элементы содержания*
1	ФИЗИКА И МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ	
	1.1	Физика – наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике
	1.2	Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия. Роль и место физики в

		формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей
2	МЕХАНИКА	
2.1	КИНЕМАТИКА	
	2.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Траектория
	2.1.2	Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей
	2.1.3	Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени
	2.1.4	Свободное падение. Ускорение свободного падения
	2.1.5	Криволинейное движение. Равномерное движение материальной точки по окружности. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота. Центростремительное ускорение
	2.1.6	Технические устройства: спидометр, движение снарядов, цепные и ременные передачи
	2.1.7	Практические работы. Измерение мгновенной скорости. Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю. Изучение движения шарика в вязкой жидкости. Изучение движения тела, брошенного горизонтально
2.2	ДИНАМИКА	
	2.2.1	Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта
	2.2.2	Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил
	2.2.3	Второй закон Ньютона для материальной точки в инерциальной системе отсчёта (ИСО). Третий закон Ньютона для материальных точек
	2.2.4	Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость. Вес тела
	2.2.5	Сила упругости. Закон Гука
	2.2.6	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе
	2.2.7	Поступательное и вращательное движение абсолютно твёрдого тела
	2.2.8	Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твёрдого тела в ИСО
	2.2.9	Технические устройства: подшипники, движение искусственных спутников
	2.2.10	Практические работы. Изучение движения бруска по наклонной плоскости под действием нескольких сил. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в деформируемой пружине и резиновом образце, от величины их деформации. Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения
2.3	ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ	
	2.3.1	Импульс материальной точки, системы материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела
	2.3.2	Закон сохранения импульса в ИСО. Реактивное движение
	2.3.3	Работа силы
	2.3.4	Мощность силы
	2.3.5	Кинетическая энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии
	2.3.6	Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли

	2.3.7	Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии
	2.3.8	Упругие и неупругие столкновения
	2.3.9	Технические устройства: движение ракет, водомёт, копер, пружинный пистолет
	2.3.10	Практические работы. Изучение связи скоростей тел при неупругом ударе. Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела
3	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	
3.1	ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ	
	3.1.1	Основные положения молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение. Диффузия. Характер движения и взаимодействия частиц вещества
	3.1.2	Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей
	3.1.3	Масса молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро
	3.1.4	Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Шкала температур Цельсия
	3.1.5	Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа
	3.1.6	Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа. Шкала температур Кельвина
	3.1.7	Уравнение Клапейрона – Менделеева. Закон Дальтона
	3.1.8	Газовые законы. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества: изотерма, изохора, изобара
	3.1.9	Технические устройства: термометр, барометр
	3.1.10	Практические работы. Измерение массы воздуха в классной комнате. Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа
3.2	ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ	
	3.2.1	Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения
	3.2.2	Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа
	3.2.3	Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Теплоёмкость тела. Удельная теплоёмкость вещества. Расчёт количества теплоты при теплопередаче
	3.2.4	Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа
	3.2.5	Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. Коэффициент полезного действия (далее – КПД) тепловой машины. Цикл Карно и его КПД
	3.2.6	Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе. Тепловые двигатели. Экологические проблемы теплоэнергетики
	3.2.7	Технические устройства: двигатель внутреннего сгорания, бытовой холодильник, кондиционер
	3.2.8	Практические работы. Измерение удельной теплоёмкости
3.3	АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСВА. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ	
	3.3.1	Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления
	3.3.2	Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар
	3.3.3	Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы
	3.3.4	Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация

	3.3.5	Уравнение теплового баланса
	3.3.6	Технические устройства: гигрометр и психрометр, калориметр, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии
	3.3.7	Практические работы. Измерение влажности воздуха
4	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
4.1	ЭЛЕКТРОСТАТИКА	
	4.1.1	Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов
	4.1.2	Проводники, диэлектрики и полупроводники
	4.1.3	Закон сохранения электрического заряда
	4.1.4	Взаимодействие зарядов. Закон Кулона
	4.1.5	Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции. Линии напряжённости электрического поля
	4.1.6	Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов
	4.1.7	Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость
	4.1.8	Электроёмкость. Конденсатор. Электроёмкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора
	4.1.9	Технические устройства: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсатор, ксерокс, струйный принтер
	4.1.10	Практические работы. Измерение электроёмкости конденсатора
4.2	ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ТОКИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ	
	4.2.1	Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока. Сила тока. Постоянный ток
	4.2.2	Напряжение. Закон Ома для участка цепи
	4.2.3	Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества
	4.2.4	Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников
	4.2.5	Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца
	4.2.6	Мощность электрического тока
	4.2.7	электродвижущая сила (далее – ЭДС) и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание
	4.2.8	Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость
	4.2.9	Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков
	4.2.10	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства p-n перехода. Полупроводниковые приборы
	4.2.11	Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз
	4.2.12	Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма
	4.2.13	Технические устройства: амперметр, вольтметр, реостат, источники тока, электронагревательные приборы, электроосветительные приборы, термометр сопротивления, вакуумный диод, термисторы и фоторезисторы, полупроводниковый диод, гальваника
	4.2.14	Практические работы. Изучение смешанного соединения резисторов. Измерение ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления. Наблюдение электролиза

11 КЛАСС

Код раздела	***Код проверяемого элемента***	***Проверяемые элементы содержания***

4	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
4.3	МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ	
	4.3.1	Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов
	4.3.2	Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов
	4.3.3	Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда. Взаимодействие проводников с током
	4.3.4	Сила Ампера, её модуль и направление
	4.3.5	Сила Лоренца, её модуль и направление. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца
	4.3.6	Явление электромагнитной индукции
	4.3.7	Поток вектора магнитной индукции
	4.3.8	ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея
	4.3.9	Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле
	4.3.10	Правило Ленца
	4.3.11	Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции
	4.3.12	Энергия магнитного поля катушки с током
	4.3.13	Электромагнитное поле
	4.3.14	Технические устройства: постоянные магниты, электромагниты, электродвигатель, ускорители элементарных частиц, индукционная печь
	4.3.15	Практические работы. Изучение магнитного поля катушки с током. Исследование действия постоянного магнита на рамку с током. Исследование явления электромагнитной индукции
5	КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	
5.1	МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ	
	5.1.1	Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда и фаза колебаний
	5.1.2	Пружинный маятник. Математический маятник
	5.1.3	Уравнение гармонических колебаний. Кинематическое и динамическое описание колебательного движения
	5.1.4	Превращение энергии при гармонических колебаниях. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения
	5.1.5	Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона
	5.1.6	Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре
	5.1.7	Вынужденные механические колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Вынужденные электромагнитные колебания.
	5.1.8	Переменный ток. Синусоидальный переменный ток.
	5.1.9	Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения
	5.1.10	Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические риски при производстве электрической энергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни
	5.1.11	Технические устройства: сейсмограф, электрический звонок, линии электропередач
	5.1.12	Практические работы. Исследование зависимости периода малых колебаний груза на нити от длины нити и массы груза. Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединённых конденсатора, катушки и резистора
5.2	МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ	

	5.2.1	Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны
	5.2.2	Интерференция и дифракция механических волн
	5.2.3	Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука
	5.2.4	Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов E, B и υ в электромагнитной волне в вакууме
	5.2.5	Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция. Скорость электромагнитных волн
	5.2.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту
	5.2.7	Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды
	5.2.8	Технические устройства: музыкальные инструменты, ультразвуковая диагностика в технике и медицине, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь
5.3	ОПТИКА	
	5.3.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света
	5.3.2	Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале
	5.3.3	Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления
	5.3.4	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения
	5.3.5	Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет
	5.3.6	Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой
	5.3.7	Пределы применимости геометрической оптики
	5.3.8	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников
	5.3.9	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку
	5.3.10	Поляризация света
	5.3.11	Технические устройства: очки, лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, микроскоп, телескоп, волоконная оптика, дифракционная решётка, поляроид
	5.3.12	Практические работы. Измерение показателя преломления. Исследование свойств изображений в линзах. Наблюдение дисперсии света
6	ЭЛЕМЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ	
	6.1	Границы применимости классической механики. Постулаты теории относительности: инвариантность модуля скорости света в вакууме, принцип относительности Эйнштейна
	6.2	Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины
	6.3	Энергия и импульс свободной частицы
	6.4	Связь массы с энергией и импульсом свободной частицы. Энергия покоя свободной частицы
7	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	
7.1	ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ	
	7.1.1	Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона

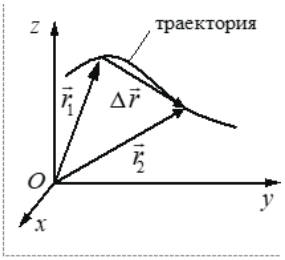
	7.1.2	Открытие и исследование фотоэффекта. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
	7.1.3	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта
	7.1.4	Давление света. Опыты П.Н. Лебедева
	7.1.5	Химическое действие света
	7.1.6	Технические устройства: фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод
7.2	СТРОЕНИЕ АТОМА	
	7.2.1	Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по исследованию строения атома. Планетарная модель атома
	7.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода
	7.2.3	Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах
	7.2.4	Спонтанное и вынужденное излучение. Устройство и принцип работы лазера
	7.2.5	Технические устройства: спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер
	7.2.6	Практические работы. Наблюдение линейчатого спектра
7.3	АТОМНОЕ ЯДРО	
	7.3.1	Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц
	7.3.2	Открытие радиоактивности. Опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства альфа-, бета-, гамма-излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы
	7.3.3	Открытие протона и нейтрона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
	7.3.4	Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада
	7.3.5	Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра
	7.3.6	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер
	7.3.7	Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы ядерной энергетики. Экологические аспекты ядерной энергетики
	7.3.8	Элементарные частицы. Открытие позитрона. Фундаментальные взаимодействия
	7.3.9	Технические устройства: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, атомная бомба
	7.3.10	Практические работы. Исследование треков частиц (по готовым фотографиям)
8	ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОФИЗИКИ	
	8.1	Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение
	8.2	Солнечная система. Планеты земной группы. Планеты-гиганты и их спутники, карликовые планеты. Малые тела Солнечной системы
	8.3	Солнце, фотосфера и атмосфера. Солнечная активность
	8.4	Источник энергии Солнца и звёзд
	8.5	Звёзды, их основные характеристики: масса, светимость, радиус, температура, их взаимосвязь. Диаграмма «спектральный класс – светимость». Звёзды главной последовательности. Зависимость «масса – светимость» для звёзд главной последовательности
	8.6	Внутреннее строение звёзд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд
	8.7	Млечный Путь – наша Галактика. Спиральная структура Галактики, распределение звёзд, газа и пыли. Положение и движение Солнца в Галактике. Плоская и сферическая подсистемы Галактики
	8.8	Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик

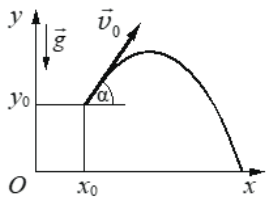
	8.9	Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Возраст и радиус Вселенной, теория Большого взрыва. Модель «горячей Вселенной». Реликтовое излучение
	8.10	Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. Нерешённые проблемы астрономии

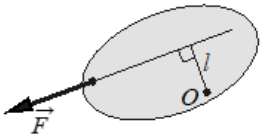
ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

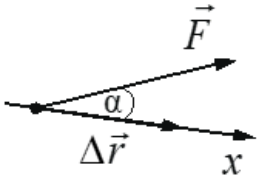
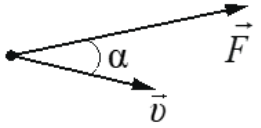
Код проверяемого требования	***Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования***
1	Сформированность умений распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе изученных законов
2	Владение основополагающими физическими 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 расчётные 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 расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов
6	Решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественнонаучного 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 звёздах, в звёздных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звёзд и Вселенной

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ

Код раздела/темы	*Код элемента*	*Проверяемый элемент содержания*
1		МЕХАНИКА
1.1		КИНЕМАТИКА
	1.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта
	1.1.2	Материальная точка.  Её радиус-вектор: $\vec{r}(t)=(x(t),y(t),z(t))$, траектория, перемещение: $\Delta\vec{r}=\vec{r}(t_2)-\vec{r}(t_1)=\vec{r}_2-\vec{r}_1=$ $=(\Delta x,\Delta y,\Delta z)$, путь. Сложение перемещений: $\Delta\vec{r}_1=\Delta\vec{r}_2+\Delta\vec{r}_0$
	1.1.3	Скорость материальной точки: $\vec{\upsilon}=\left.\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=\vec{r}_t'=\left(\upsilon_x,\upsilon_y,\upsilon_z\right)$, $\upsilon_x=\left.\frac{\Delta x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=x_t'$, аналогично $\upsilon_y=y_t'$, $\upsilon_z=z_t'$. Сложение скоростей: $\vec{\upsilon}_1=\vec{\upsilon}_2+\vec{\upsilon}_0$. Вычисление перемещения и пути материальной точки при прямолинейном движении вдоль оси x по графику зависимости $\upsilon_x(t)$
	1.1.4	Ускорение материальной точки: $\vec{a}=\left.\frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=\vec{\upsilon}_t'=\left(a_x,a_y,a_z\right)$, $a_x=\left.\frac{\Delta\upsilon_x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=\left(\upsilon_x\right)_t'$, аналогично $a_y=\left(\upsilon_y\right)_t'$, $a_z=\left(\upsilon_z\right)_t'$.
	1.1.5	Равномерное прямолинейное движение: $x(t)=x_0+v_{ox}t$ $x(t)=x_0+v_{0x}t$ $v_x(t)-v_{0x}=const$ $v_x(t)-v_{0x}=const$
	1.1.6	Равноускоренное прямолинейное движение: $x(t)=x_0+\upsilon_{0x}t+\frac{a_xt^2}{2}$ $\upsilon_x(t)=\upsilon_{0x}+a_xt$ $a_x=\text{const}$ $\upsilon_{2x}^2-\upsilon_{1x}^2=2a_x\left(x_2-x_1\right)$ При движении в одном направлении путь $S=\frac{\upsilon_1+\upsilon_2}{2}\cdot t$
	1.1.7	Свободное падение. Ускорение свободного падения.

		 Движение тела, брошенного под углом α к горизонту: $\begin{cases} x(t) = x_0 + \upsilon_{0x}t = x_0 + \upsilon_0 \cos\alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + \upsilon_{0y}t + \dfrac{g_y t^2}{2} = y_0 + \upsilon_0 \sin\alpha \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} \end{cases}$ $\begin{cases} \upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} = \upsilon_0 \cos\alpha \\ \upsilon_y(t) = \upsilon_{0y} + g_y t = \upsilon_0 \sin\alpha - gt \end{cases}$ $\begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$
	1.1.8	Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: $v = \omega R$ При равномерном движении точки по окружности $\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi\upsilon$ Центростремительное ускорение точки: $a_{\text{цс}} = \dfrac{v^2}{R} = \omega^2 R$ Полное ускорение материальной точки
	1.1.9	Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела
1.2		ДИНАМИКА
	1.2.1	Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея
	1.2.2	Масса тела. Плотность вещества: $\rho = \dfrac{m}{V}$
	1.2.3	Сила. Принцип суперпозиции сил: $\vec{F}_{\text{равнодейств}} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots$
	1.2.4	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО $\vec{F}_1 = m\vec{a}_1$ $\Delta\vec{p} = \vec{F}\Delta t$ при $\vec{F} = const$
	1.2.5	 Третий закон Ньютона для материальных точек: $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$
	1.2.6	Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны $F = G\dfrac{m_1 m_2}{R^2}$ Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R0:

		$$mg = \frac{GMm}{(R_0 + h)^2}$$
	1.2.7	Сила упругости. Закон Гука: $$F_x = -kx$$
	1.2.8	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: $$F_{\text{тр}} = \mu N$$ 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| = Fl, где l – плечо силы $\vec{F}$ относительно оси, проходящей через точку О перпендикулярно рисунку
	1.3.2	Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек: $$\vec{r}_{\text{ц.м.}} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \ldots}{m_1 + m_2 + \ldots}$$ В однородном поле тяжести $$(\vec{g} = const)$$ центр масс тела совпадает с его центром тяжести
	1.3.3	Условия равновесия твёрдого тела в ИСО: $$\begin{cases} M_1 + M_2 + \ldots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots = 0 \end{cases}$$
	1.3.4	Закон Паскаля
	1.3.5	Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: $$p = p_0 + \rho g h$$
	1.3.6	Закон Архимеда: $$\vec{F}_{\text{Арх}} = -\vec{P}_{\text{вытесн}}$$ если тело и жидкость покоятся в ИСО, то $$F_{\text{Арх}} = pgV_{\text{вытесн}}$$ Условие плавания тел
1.4		ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ
	1.4.1	Импульс материальной точки: $$\vec{p} = m\vec{v}$$
	1.4.2	Импульс системы тел: $$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots$$
	1.4.3	Закон изменения и сохранения импульса: в ИСО $$\Delta\vec{p} = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \ldots) = \vec{F}_{1\text{внешн}}\Delta t + \vec{F}_{2\text{внешн}}\Delta t + \ldots$$

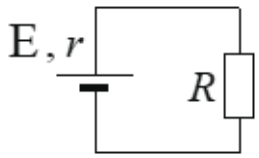
		в ИСО , если $$\Delta\vec{p} = \Delta(\vec{p_1} + \vec{p_2} + \ldots) = 0$$, если $$\vec{F}_{1\text{внешн}} + \vec{F}_{2\text{внешн}} + \ldots = 0$$ Реактивное движение
	1.4.4	 Работа силы на малом перемещении: $A = \left\|\vec{F}\right\| \cdot \left\|\Delta\vec{r}\right\| \cdot \cos\ \alpha = F_x \cdot \Delta x$
	1.4.5	 Мощность силы: если за время Δt работа силы изменяется на ΔA, то мощность силы $$P = \left.\frac{\Delta A}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = F \cdot \upsilon \cdot \cos\alpha$$
	1.4.6	Кинетическая энергия материальной точки: $$E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m}$$ Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО ΔЕкин = A1 + A2 + ...
	1.4.7	Потенциальная энергия: для потенциальных сил $$A_{12} = E_{1\text{потенц}} - E_{2\text{потенц}} - = \Delta E_{\text{потенц}}$$ Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести: $$E_{\text{потенц}} = mgh$$ Потенциальная энергия упруго деформированного тела: $$E_{\text{потенц}} = \frac{kx^2}{2}$$
	1.4.8	Закон изменения и сохранения механической энергии: $\text{E}_{\text{мех}} = \text{E}_{\text{кин}} + \text{E}_{\text{потенц}}$, в ИСО $\Delta\text{E}_{\text{мех}} = \text{A}_{\text{всех непотенц. сил}}$, в ИСО $\Delta\text{E}_{\text{мех}} = 0$, если $\text{A}_{\text{всех непотенц. сил}} = 0$
1.5		МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
	1.5.1	Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание: $x(t) = A\sin\left(\omega t + \varphi_0\right)$, $\upsilon_x(t) = x_t'$, $a_x(t) = \left(\upsilon_x\right)_t' = -\omega^2 x(t) \Rightarrow a_x + \omega^2 x = 0$,

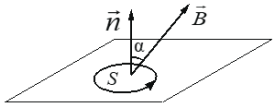
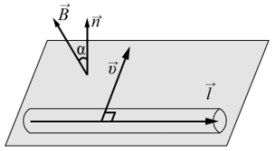
		где x - смещение из равновесия. Динамическое описание: $$ma_x = -kx,$$ где $$k = m\omega^2$$ Это значит, что $$F_x = -kx.$$ Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии): $$\frac{m\upsilon^2}{2}+\frac{kx^2}{2}=\frac{m\upsilon_{max}^2}{2}=\frac{kA^2}{2}=\text{const}$$
		Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения: $$\upsilon_{max}=\omega A,\ a_{max}=\omega^2 A$$
	1.5.2	Период и частота колебаний: $$T=\frac{2\pi}{\omega}=\frac{1}{\nu}$$ Период малых свободных колебаний математического маятника: $$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$ Период свободных колебаний пружинного маятника: $$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$
	1.5.3	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая
	1.5.4	Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны: $$\lambda = vT = \frac{\upsilon}{v}$$ Интерференция и дифракция волн
	1.5.5	Звук. Скорость звука
2		МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА
2.1		МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА
	2.1.1	Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Пусть термодинамическая система (тело) состоит из N одинаковых молекул. Тогда количество вещества $$v = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$$ где N_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	Диффузия. Броуновское движение
	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): $$p=\frac{1}{3}m_0 n\overline{v^2}=\frac{2}{3}n\cdot\overline{\left(\frac{m_0\upsilon^2}{2}\right)}=\frac{2}{3}n\cdot\overline{\varepsilon_{пост}}$$ где m0 – масса одной молекулы,

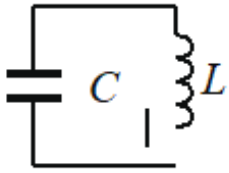
		$$n = \frac{N}{V}$$ - концентрация молекул
	2.1.7	Абсолютная температура: T = t +273K
	2.1.8	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул: $$\overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \overline{\left(\frac{m_0 v^2}{2}\right)} = \frac{3}{2} kT$$
	2.1.9	Уравнение p = nkT
	2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике: {Уравнение Менделеева – Клапейрона {Выражение для внутренней энергии Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи): $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}$. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи): $U = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2}\frac{m}{\mu} RT = \nu c_\upsilon T = \frac{3}{2} pV$
	2.1.11	Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $$p = p_1 + p_2 + \ldots$$
	2.1.12	Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом молекул N (с постоянным количеством вещества 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 ν.
	2.1.13	Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара
	2.1.14	Влажность воздуха. Относительная влажность: $$\phi = \frac{p_{\text{пара}}(T)}{p_{\text{насыщпара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{насыщпара}}(T)}$$
	2.1.15	Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости
	2.1.16	Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация

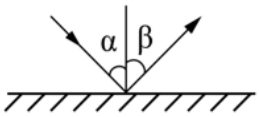
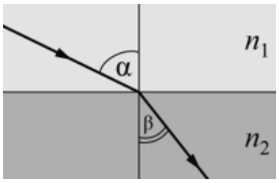
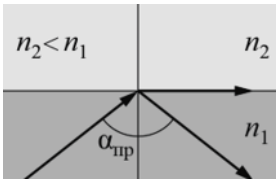
	2.1.17	Преобразование энергии в фазовых переходах
2.2		ТЕРМОДИНАМИКА
	2.2.1	Тепловое равновесие и температура
	2.2.2	Внутренняя энергия
	2.2.3	Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение
	2.2.4	Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества с: $Q = cm\Delta T$
	2.2.5	Удельная теплота парообразования L: $Q = Lm$. Удельная теплота плавления λ: $Q = \lambda m$. Удельная теплота сгорания топлива q: $Q = qm$
	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: $Q_{12} = 0 \Longrightarrow A_{12} = (U_1 - U_2) = \Delta U_{12}$
	2.2.8	Второй закон термодинамики. Необратимые процессы
	2.2.9	Принципы действия тепловых машин. КПД: $\eta = \frac{A_{\text{за цикл}}}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{\text{нагр}} - \lvert Q_{\text{хол}}\rvert}{Q_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{\lvert Q_{\text{хол}}\rvert}{Q_{\text{нагр}}}$
	2.2.10	Максимальное значение КПД. Цикл Карно: $max\ \eta = \eta_{\text{Карно}} = \frac{T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}} = 1 - \frac{T_{\text{хол}}}{T_{\text{нагр}}}$
	2.2.11	Уравнение теплового баланса: $Q_1 + Q_2 + Q_3 + \ldots = 0$
3		ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
3.1		ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
	3.1.1	Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида заряда. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда
	3.1.2	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона: в однородном веществе с диэлектрической проницаемостью ε $F = k\frac{\lvert q_1\rvert \cdot \lvert q_2\rvert}{\varepsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{\lvert q_1\rvert \cdot \lvert q_2\rvert}{r^2}$
	3.1.3	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды
	3.1.4	Напряжённость электрического поля: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$ Поле точечного заряда: $E_r = k\frac{q}{r^2}$ однородное поле: $\vec{E} = const.$

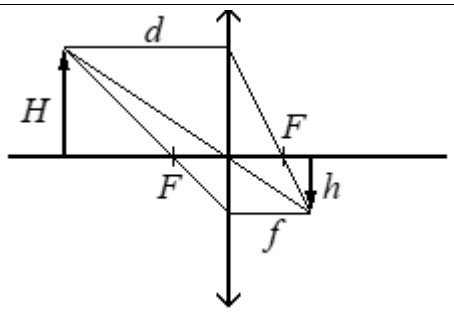
		Картины линий напряжённости этих полей
	3.1.5	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение: $$A_{12} = q(\phi_1 - \phi_2) = -q\Delta\phi = qU.$$ Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: $$W = q\phi$$ $$A = -\Delta W$$ Потенциал электростатического поля: $$\phi = \frac{W}{q}$$ Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: U = Ed
	3.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей: $$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \ldots, \phi = \phi_1 + \phi_2 + \ldots$$
	3.1.7	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника $$E^{\perp} = 0$$, внутри и на поверхности проводника φ = const
	3.1.8	Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества ε
	3.1.9	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора: $$C = \frac{q}{U}$$ Электроёмкость плоского конденсатора: $$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d} = \varepsilon C_0$$
	3.1.10	Параллельное соединение конденсаторов: $$q = q_1 + q_2 + \ldots, U_1 = U_2 = \ldots, C_{\text{паралл}} - C_1 + C_2 + \ldots$$ Последовательное соединение конденсаторов: $$U = U_1 + U_2 \ldots, q_1 = q_2 = \ldots, \frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots$$
	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: $$I = \left.\frac{\Delta q}{\Delta t}\right\vert_{\Delta t \to 0}$$ Постоянный ток: I = const Для постоянного тока q = It
	3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС E
	3.2.3	Закон Ома для участка цепи: $$I = \frac{U}{R}$$

	3.2.4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. $$R = \rho \frac{l}{S}$$
	3.2.5	Источники тока. ЭДС источника тока: $$E = \frac{A_{\text{стороннихсил}}}{q}$$ Внутреннее сопротивление источника тока
	3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: E = IR + Ir, откуда $$I = \frac{E}{Rr}$$ 
	3.2.7	Параллельное соединение проводников: I = I1 + I2 + ..., U1 = U2 = ..., $$\frac{1}{R_{\text{паралл}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$$ Последовательное соединение проводников: U = U1 + U2 + ..., I1 = I2 = ..., $$R_{\text{посл}} = R_1 + R_2 + \ldots$$
	3.2.8	Работа электрического тока: A = IUt. Закон Джоуля – Ленца: $$Q = I^2 Rt$$ На резисторе $$R: Q = A = I^2 Rt = IUt = \frac{U^2}{R} t$$
	3.2.9	Мощность электрического тока: $$P = \left.\frac{\Delta A}{\Delta t}\right|_{\Delta t \to 0} = IU$$ Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $$P = I^2 R = \frac{U^2}{R} = IU$$ Мощность источника тока: $$P_{\text{E}} = \left.\frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t}\right|_{\Delta t \to 0} = \text{E}I$$
	3.2.10	Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод
3.3		МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

	3.3.1	Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей: $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \ldots$ Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов
	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, её направление и величина: $F_A = IBl\sin\alpha$, где α – угол между направлением проводника и вектором $\vec{B}$
	3.3.4	Сила Лоренца, её направление и величина: $F_{\text{Лор}} = \mid q \mid vB\sin\alpha$ где α – угол между векторами $\vec{v}$ Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле
3.4		ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ
	3.4.1	Поток вектора магнитной индукции: $\Phi = B_n S = BS\cos\alpha$ 
	3.4.2	Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции
	3.4.3	Закон электромагнитной индукции Фарадея: $\mathrm{E_i} = -\left.\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = -\Phi'_t$
	3.4.4	 ЭДС индукции в прямом проводнике длиной l, движущемся со скоростью $\vec{v}$ $(\vec{v} \perp \vec{l})$ в однородном магнитном поле B: $\mid E_i \mid = Blv\cos\alpha$, где α – угол между вектором B и нормалью $\vec{n}$ к плоскости, в которой лежат векторы $\vec{l}$ и $\vec{v}$; если $\vec{l} \perp \vec{B}$, и $\vec{v}$ то $\mid E_i \mid = Blv$
	3.4.5	Правило Ленца
	3.4.6	Индуктивность: $L = \frac{\Phi}{I}$

		, или Ф = LI. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции: $\mathrm{E}_{si} = -L\left.\frac{\Delta I}{\Delta t}\right\|_{\Delta t \to 0} = -LI'_t$
	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: $\begin{cases} q(t) = q_{\max}\sin(\omega t + \varphi_0) \\ I(t) = q'_t = \omega q_{\max}\cos(\omega t + \varphi_0) = I_{\max}\cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases}$ Формула Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, откуда $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока при свободных электромагнитных колебаниях в идеальном колебательном контуре: $q_{\max} = \frac{I_{\max}}{\omega}$
	3.5.2	Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре:
	3.5.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс
	3.5.4	Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU^2{}_{\max}}{2} = \frac{LI^2{}_{\max}}{2} = \text{const.}$
	3.5.5	Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме: $\vec{E} \perp \vec{B} \perp \vec{c}$
	3.5.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту
3.6		ОПТИКА
	3.6.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. Луч света
	3.6.2	Законы отражения света. $\alpha = \beta$

		
	3.6.3	Построение изображений в плоском зеркале
	3.6.4	Законы преломления света. Преломление света: $$n_1 sin\alpha = n_2 sin\beta.$$ Абсолютный показатель преломления: $$n_{абс} = \frac{c}{v}$$ Относительный показатель преломления: $$n_{отн} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$$  Ход лучей в призме. $\nu_1 = \nu_2$, $n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$ Соотношение частот и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред:
	3.6.5	 Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения: $$Sin\alpha_{пр} = \frac{1}{n_{отн}} = \frac{n_2}{n_1}$$
	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: $$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{\mid f \mid}{d}$$

		 В случае рассеивающей линзы:
	3.6.8	$$D0 \Longrightarrow F = \frac{1}{D}0,$$ $$\Gamma = \frac{h}{H} = \frac{\mid f \mid}{d}1$$ Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах
	3.6.9	Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система
	3.6.	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников: максимумы – $\Delta = 2m\frac{\lambda}{2},\ m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots$, минимумы – $\Delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2},\ m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots$
	3.6.11	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d: $$dsin\phi_m = m\lambda, m = 0, +/-1, +/-2, +/-3, \ldots$$
	3.6.12	Дисперсия света
4		КВАНТОВАЯ ФИЗИКА
4.1		КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ
	4.1.1	Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка: E = hν
	4.1.2	Фотоны. Энергия фотона: $$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = pc$$ Импульс фотона: $$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$
	4.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
	4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $$E_{\text{фотона}} = A\text{выхода} + E_{\text{кин}max},$$ где , $$E_{\text{фотона}} = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

		$A_{\text{выхода}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}$ $E_{\text{кин}max} = \frac{mv^2{}_{max}}{2} = eU_{\text{зап}}$
	4.1.5	Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность
4.2		ФИЗИКА АТОМА
	4.2.1	Планетарная модель атома
	4.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой: $h\nu_{mn} = \frac{hc}{\lambda_{mn}} = \lvert E_n - E_m \rvert$
	4.2.3	Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода: $E_n = \frac{-13{,}6\ \text{эВ}}{n^2},\ \ n = 1, 2, 3, \ldots$
4.3		ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА
	4.3.1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
	4.3.2	Радиоактивность. Альфа-распад: $^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\mathrm{Y} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$ Бета-распад. Электронный β-распад: $^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A}_{Z+1}\mathrm{Y} + {}^{0}_{-1}e + \tilde{\nu}_e$ Позитронный β-распад: $^{A}_{Z}\mathrm{X} \rightarrow {}^{A}_{Z-1}\mathrm{Y} + {}^{0}_{+1}\tilde{e} + \nu_e$ Гамма-излучение
	4.3.3	Закон радиоактивного распада: $N(t) = N_0 * 2^{\frac{-t}{T}}$ Пусть m – масса радиоактивного вещества. Тогда $m(t) = m_0 * 2^{\frac{-t}{T}}$
	4.3.4	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер