Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
города Новосибирска
«Лицей №22 «Надежда Сибири»
Главный корпус на Советской: г. Новосибирск, ул. Советская, 63,
тел. 222-35-15,
e-mail: l_22@edu54.ru
Корпус 99 на Чаплыгина: г. Новосибирск, ул. Чаплыгина, 59, тел.
223-74-15

РАССМОТРЕНО	СОГЛАСОВАНО
на заседании кафедры естественно-научных дисциплин протокол № 1 от 22.08.2025 *ФИО руководителя кафедры* О.А. Гайдабура	Заместитель директора 29.08.2025 Н.А. Данилова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебного предмета «Физика» (углубленный уровень)

для обучающихся 10-11 классов

2025

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

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

Пояснительная записка

Общая характеристика учебного предмета

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

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

Программа по физике включает:

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

содержание учебного предмета «Физика» по годам обучения;

тематическое планирование по годам обучения.

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. Изучение физики вносит основной вклад в формирование естественно-научной картины мира обучающегося, в формирование умений применять научный метод познания при выполнении ими учебных исследований.

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

Идея целостности. В соответствии с ней курс является логически 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 по физике 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. Практикум проводится в конце 10 и 11 классов. Под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству свёрнутого, обобщённого вида без пошаговой инструкции.

В программе система ученического эксперимента, лабораторных работ и практикума представлена перечнем. При этом обеспечивается овладение обучающимися *умениями проводить прямые и косвенные измерения*, исследования зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание уделяется решению 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 на уровне среднего общего образования изучается в условиях предметного кабинета. В кабинете физики имеется необходимое лабораторное оборудование для выполнения указанных в программе по физике ученических опытов, лабораторных работ и работ практикума, а также демонстрационное оборудование.

Демонстрационное оборудование сформировано в соответствии с принципом минимальной достаточности и обеспечивает постановку

перечисленных в программе по физике ключевых демонстраций для исследования изучаемых явлений и процессов, эмпирических и фундаментальных законов, их технических применений.

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

Цели и задачи изучения предмета

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.

На изучение физики (углублённый уровень) на уровне среднего общего образования в лицее отводится 252 часов: в 10 классе – 132 часов (4 часа в неделю), в 11 классе – 120 часов (4 часа в неделю).

Особенности классов

Рабочая программа по физике для учащихся 10–11-х классов разработана специально для обучающихся инженерных направлений подготовки

(«инженерный индустриальный поток»), ориентированных на дальнейшее поступление в технические университеты и углубленное изучение предметов естественно-математического цикла. Программа учитывает специфику будущих профессий и повышенные требования вузов к уровню подготовленности выпускников.

Особенности программы.

Физика является одним из ключевых дисциплин учебного плана, поскольку именно этот предмет формирует фундаментальное понимание физических процессов и явлений, лежащих в основе технических наук и технологий будущего инженера.

Программа предусматривает три направления подготовки внутри потока:

Группа инженеров: особое внимание уделяется развитию практических навыков решения сложных технических задач, основ проектирования и анализа экспериментальных данных. Учащиеся осваивают основы электротехники, механики, материаловедения и приобретают компетенции, необходимые для дальнейшей специализации в машиностроении, энергетике, робототехнике и других областях техники.

Дополнительно к базовым учебным часам, предусмотренным государственным стандартом, учащиеся получают дополнительные занятия по физике в части учебного плана, сформированной участниками образовательных отношений. Это позволяет уделить больше внимания таким аспектам, как проектирование простых механизмов, проведение лабораторных работ повышенной сложности и решение нестандартных физических задач.

Группа программистов: программисты также глубоко погружены в изучение физики, особенно тех её областей, которые связаны с информатикой и компьютерными технологиями. Они развивают умение применять физические законы в области разработки программного обеспечения, моделирования и обработки больших объемов данных. В программу включены модули по изучению принципов функционирования современных электронных устройств, вычислительных машин и компьютерных сетей.

Группа наука: предназначена для лицеистов, нацеленных на исследовательские карьеры и продолжающих обучение в научно-исследовательских университетах и академиях. Ученикам предлагается усиленный уровень изучения теоретической физики, развитие навыков самостоятельной научной работы, включая участие в конференциях и конкурсах научных проектов.

Место предмета в учебном плане лицея

Общее число часов для изучения физики (углубленный уровень) – 252 часов: в 10 классе – 132 часов (4 часа в неделю), в 11 классе – 120 часов (4 часа в неделю).

Учебный год	10 ип	11 ип
2024/2025	4	4
2025/2026		4

Используемые образовательные технологии

Технология проблемного обучения. Создание ситуаций, в которых учащиеся должны самостоятельно находить решения физических задач, развивает их аналитические способности.

Технология проектного обучения. Учащиеся работают над проектами, связанными с физическими явлениями и законами, что позволяет им применять теорию на практике и развивать навыки работы в команде.

Технология флип-класса. Учащиеся изучают новый материал дома (через видео, статьи и т.д.), а на уроках занимаются его обсуждением и практическим применением.

Использование технологий дополненной и виртуальной реальности. Эти технологии позволяют учащимся погрузиться в изучаемые физические явления и процессы, что делает обучение более наглядным и увлекательным.

При реализации рабочей программы могут быть использованы материалы для подготовки к профилям олимпиады КД НТИ и стандартов Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству «Профессионалы».

Учителя используют современные методики обучения, включая проектные задания, лабораторные исследования, групповую работу над решением комплексных задач, направленных на формирование профессиональных компетенций будущих студентов технических специальностей.

Эти технологии могут быть адаптированы в зависимости от специфики учебного процесса и потребностей учащихся, что позволит создать более эффективную и интересную образовательную среду.

Информация о промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по физике в 10 классе

№ модульной	Название модуля	Количество часов в модуле	Номер урок ПА	Форма ПА
МР№1	Кинематика	8	11	Контрольная работа
МР№ 2	Динамика	10	21	Контрольная работа
МР№ 3	Статика	5	26	Лабораторная работа
МР№ 4	Законы сохранения	10	36	Контрольная работа
МР№ 5	Молекулярная физика	12	48	Контрольная работа
МР№ 6	Термодинамика	16	64	Контрольная работа
МР№ 7	Агрегатные состояние вещества	12	76	Контрольная работа
МР№ 8	Электростатика	20	96	Контрольная работа
МР№ 9	Постоянный ток	20	116	Контрольная работа
МР №10	Электрический ток в различных средах	6	122	Лабораторная работа
МР №11	Физический практикум	10	132	Лабораторная работа

Промежуточная аттестация по физике в 11 классе

№ модульной	Название модуля	Количество часов в модуле	Номер урок ПА	Форма ПА
МР№ 1	Магнитное поле	12	12	Контрольная работа
МР№ 2	Элетромагнитная индукция	10	22	Контрольная работа
МР№ 3	Механические колебания и волны	12	34	Контрольная работа
МР№ 4	Электромагнитныеколебания и волны	16	50	Контрольная работа
МР№ 5	Оптика	20	70	Контрольная работа
МР№ 6	Квантовая физика	22	92	Контрольная работа
МР№ 7	Физический практикум	16	108	Лабораторная работа

Содержание обучения

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 материальной точки от времени и их графики.

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

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

Технические устройства и технологические процессы: спидометр, движение снарядов, цепные, шестерёнчатые и ремённые передачи, скоростные лифты.

Демонстрации.

Модель системы отсчёта, иллюстрация кинематических характеристик движения.

Способы исследования движений.

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.

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

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости.

Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении.

Измерение ускорения свободного падения.

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.

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

Демонстрации.

Наблюдение движения тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта.

Принцип относительности.

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.

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

Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения.

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.

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

Демонстрации.

Условия равновесия.

Виды равновесия.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.

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.

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

Демонстрации.

Закон сохранения импульса.

Реактивное движение.

Измерение мощности силы.

Изменение энергии тела при совершении работы.

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

Сохранение энергии при свободном падении.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Измерение импульса тела по тормозному пути.

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

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

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

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

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

Демонстрации.

Модели движения частиц вещества.

Модель броуновского движения.

Видеоролик с записью реального броуновского движения.

Диффузия жидкостей.

Модель опыта Штерна.

Притяжение молекул.

Модели кристаллических 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 термодинамической системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры термодинамической системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне.

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

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

Квазистатические и нестатические процессы.

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

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

Количество теплоты. 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 термодинамической системы.

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

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

Принципы действия тепловых машин. КПД.

Максимальное значение КПД. Цикл Карно.

Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды.

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

Демонстрации.

Изменение температуры при адиабатическом расширении.

Воздушное огниво.

Сравнение удельных 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.

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.

Технические устройства и технологические процессы: жидкие кристаллы, современные материалы.

Демонстрации.

Тепловое расширение.

Свойства насыщенных паров.

Кипение. Кипение при пониженном давлении.

Измерение силы поверхностного натяжения.

Опыты с мыльными 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.

Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении.

Измерение коэффициента поверхностного натяжения.

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.

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

Демонстрации.

Устройство и принцип действия электрометра.

Электрическое поле заряженных шариков.

Электрическое поле двух заряженных пластин.

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.

Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода.

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 $\mathscr{E}$.

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.

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

Демонстрации.

Измерение силы тока и напряжения.

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

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

Исследование зависимости силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.

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

Способы соединения источников тока, ЭДС батарей.

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

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Исследование смешанного соединения резисторов.

Измерение удельного сопротивления проводников.

Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания.

Увеличение предела измерения амперметра (вольтметра).

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.

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.

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

Демонстрации.

Зависимость сопротивления металлов от температуры.

Проводимость электролитов.

Законы электролиза Фарадея.

Искровой разряд и проводимость воздуха.

Сравнение проводимости металлов и полупроводников.

Односторонняя проводимость диода.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Наблюдение электролиза.

Измерение заряда одновалентного иона.

Исследование зависимости сопротивления терморезистора от температуры.

Снятие вольт-амперной характеристики диода.

Физический практикум.

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

Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных.

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, решётчатые конструкции), использование законов сохранения механики в технике (гироскоп, водомёт и другие), двигатель внутреннего сгорания, паровая турбина, бытовой холодильник, кондиционер, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии, электростатическая защита, заземление электроприборов, газоразрядные лампы, полупроводниковые приборы, гальваника.

11 КЛАСС

Раздел 4. Электродинамика.

Тема 4. Магнитное поле.

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

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

Сила Ампера, 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.

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

Демонстрации.

Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов.

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

Взаимодействие двух проводников с током.

Сила Ампера.

Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле.

Принцип действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Исследование магнитного поля постоянных магнитов.

Измерение силы Ампера.

Изучение зависимости силы Ампера от силы тока.

Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера.

Тема 5. Электромагнитная индукция**.**

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

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле.

Правило Ленца.

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

Энергия магнитного поля катушки с током.

Электромагнитное поле.

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

Демонстрации.

Наблюдение явления электромагнитной индукции.

Исследование зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

Правило Ленца.

Падение магнита в алюминиевой (медной) трубе.

Явление самоиндукции.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Исследование явления электромагнитной индукции.

Исследование явления самоиндукции.

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.

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

Демонстрации.

Запись колебательного движения.

Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды.

Исследование затухающих колебаний и зависимости периода свободных колебаний от сопротивления.

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

Закон сохранения энергии при колебаниях груза на пружине.

Исследование вынужденных колебаний.

Наблюдение резонанса.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Измерение периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников.

Изучение движения нитяного маятника.

Тема 2. Электромагнитные колебания.

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

Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.

Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания.

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

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

Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии.

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

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

Демонстрации.

Свободные электромагнитные колебания.

Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и 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.

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.

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

Демонстрации.

Образование и распространение поперечных и продольных волн.

Колеблющееся тело как источник звука.

Зависимость длины волны от частоты колебаний.

Наблюдение отражения и преломления механических волн.

Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.

Акустический резонанс.

Свойства ультразвука и его применение.

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

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

Обнаружение инфракрасного и ультрафиолетового излучений.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Изучение 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.

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

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.

Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз.

Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света.

Измерение длины световой волны.

Раздел 6. Основы специальной теории относительности.

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности.

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

Энергия и импульс релятивистской частицы.

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

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

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

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

Раздел 7. Квантовая физика.

Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм.

Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно 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.

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

Демонстрации.

Фотоэффект на установке с цинковой пластиной.

Исследование законов внешнего фотоэффекта.

Исследование зависимости сопротивления полупроводников от освещённости.

Светодиод.

Солнечная батарея.

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Исследование зависимости силы тока через светодиод от напряжения.

Тема 2. Физика атома.

Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда.

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

Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода.

Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер.

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

Демонстрации.

Модель опыта Резерфорда.

Наблюдение линейчатых спектров.

Устройство и действие 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.

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

Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум.

Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).

Исследование радиоактивного фона с использованием дозиметра.

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.

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.

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, гипотеза, физическая величина, закон, теория, наблюдение, эксперимент, моделирование, модель, измерение, погрешности измерений, измерительные приборы, цифровая лаборатория.

Математика: решение системы уравнений. Тригонометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс, основное тригонометрическое тождество. Векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов. Производные элементарных функций. Признаки подобия треугольников, определение площади плоских фигур и 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 освоения программы по физике на уровне среднего общего образованияличностные результаты

Личностные результаты

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

гражданского воспитания:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в образовательной организации;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;
- готовность к гуманитарной и волонтёрской деятельности.

патриотического воспитания:

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

духовно-нравственного воспитания:

- сформированность нравственного сознания, этического поведения;
- способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности учёного;
- осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

эстетического воспитания:

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

трудового воспитания:

- интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
- готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни.

экологического воспитания:

- сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;
- планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;
- расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике.

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.

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 физических 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 эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль, эмоциональный интеллект:

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

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

- самосознания, включающего способность понимать 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.

Предметные результаты

К концу обучения в **10 классе** предметные результаты на углублённом 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 соединением 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 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.

К концу обучения в **11 классе** предметные результаты на углублённом 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 проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;
- строить изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой, и рассчитывать его характеристики;
- применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звёздах, в звёздных системах, в межгалактической 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 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 программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1. Научный метод познания природы					
1.1	Научный метод познания природы	3			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
Итого по разделу		3			
Раздел 2. Механика					
2.1	Кинематика	10	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
2.2	Динамика	10	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
2.3	Статика твёрдого тела	5	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
2.4	Законы сохранения в механике	10	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
Итого по разделу		35			
Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика					
3.1	Основы молекулярно-	12	1		Библиотека ЦОК

	кинетической теории				https://m.edsoo.ru/f16b68d7
3.2	Термодинамика.Тепловые машины	16	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
3.3	Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	11	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
Итого по разделу		39			
Раздел 4. Электродинамика					
4.1	Электрическое поле	20	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
4.2	Постоянный электрический ток	20	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
4.3	Токи в различных средах	5			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
Итого по разделу		46			
Раздел 5. Физический практикум					
5.1	Физический практикум	10		10	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
Итого по разделу		10			
Резервное время		0			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f16b68d7
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		132	9	10	

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА					
1.1	Магнитное поле	12			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
1.2	Электромагнитная индукция	10	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		22	1		
Раздел 2. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ					
2.1	Механические колебания	8			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
2.2	Электромагнитные колебания	12	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
2.3	Механические и электромагнитные волны	8	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
2.4	Оптика	20	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		48	3		
Раздел 3. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ					
3.1	Основы СТО	3			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		3			
Раздел 4. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА					
4.1	Корпускулярно-волновой дуализм	9			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1

4.2	Физика атома	5			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
4.3	Физика атомного ядра и элементарных частиц	5	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		19			
Раздел 5. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ					
5.1	Элементы астрономии и астрофизики	9			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		9			
Раздел 6. ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ					
6.1	Физический практикум	16		16	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		16			
Раздел 7. ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ					
7.1	Систематизация и обобщение предметного содержания и опыта деятельности, приобретённого при изучении курса физики 10 – 11 классов	3			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39859ef1
Итого по разделу		3			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		120	4	16	

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контр-ые работы	Практ-ие работы	
1	Физика – фундаментальная наука о природе. Научный метод познания и методы исследования физических явлений	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1beef346
2	Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике. Способы измерения физических величин. Абсолютная и относительная погрешности измерений физических величин	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/3a7fde29
3	Моделирование в физике. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/34c49931
4	Механическое движение. Система отсчета. Относительность	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ca2def03

	механического движения. Способы описания движения. Харатеристики движения: траектория, перемещение, скорость, их проекции на оси координат.				
5	Виды прямолинейного движения: равномерное и неравномерное. Графическое описание видов прямолинейного движения	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7f18fda3
6	Неравномерное движение. Мгновенная скорость. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением Сложение перемещений и скоростей.	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/eabbded1
7	Свободное падение. Ускорение свободного падения. Зависимость координат, скорости, ускорения от времени и их графики	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/e9a52f02
8	Движение тела, брошенного под углом к горизонту	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/30a108a5
9	Криволинейное движение. Движение по окружности. Угловая и линейная скорость. Период и частота. Центростремительное и полное ускорение	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/89ba7190
10	*Контрольная работа по теме "Кинематика"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/761d18aa
11	Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a99549a7
12	Сила. Равнодействующая сила. Второй закон Ньютона. Масса	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b7560bbf
13	Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f738109c
14	Принцип суперпозиции сил. Решение задач на применение законов Ньютона	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/71cbb4f5
15	Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Сила тяжести и ускорение свободного падения Движение небесных тел и их искусственных	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/33196fbe

	спутников.				
16	Сила упругости. Закон Гука. Вес тела	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1242f32e
17	Сила трения. Природа и виды сил трения. Движение в жидкости и газе с учётом силы сопротивления среды	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5a9e4a64
18	Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/141d3837
19	Решение задач.	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/57dba505
20	*Контрольная работа по теме «Динамика»*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/bdf997fb
21	Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/9aba2b0a
22	Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/22757f26
23	Сложение сил, приложенных к твердому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твердого тела. Виды равновесия	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/11abfa0a
24	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0ae2cd84
25	*Контрольная работа по теме "Динамика. Статика твердого тела"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1fa86499 https://m.edsoo.ru/2cb29676
26	Импульс материальной точки, системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a28aa7ad
27	Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/2b95d57e
28	Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/653d3459
29	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/9aa79a7d
30	Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы. Мощность силы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/dc1caac0
31	Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/9f5a574c

	материальной точки				
32	Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Вторая космическая скорость	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4bb8294b
33	Третья космическая скорость. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/13f0a221
34	Упругие и неупругие столкновения. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d6532eb9
35	*Контрольная работа по теме "Законы сохранения в механике"*	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f7706d63
36	Развитие представлений о природе теплоты. Основные положения МКТ. Диффузия. Броуновское движение	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/913974c7
37	Строение газообразных, жидких и твердых тел. Характер движения и взаимодействия частиц вещества	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/9a5e2e74
38	Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/554bafcc
39	Температура. Тепловое равновесие. Шкала Цельсия	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f57b4e01
40	Идеальный газ. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f30f43b6
41	Уравнение Менделеева-Клапейрона. Решение задач	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/474e7c4a
42	Газовые законы Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b0a4445f
43	Абсолютная температура. Закон Дальтона	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c44d02e2
44	Основное уравнение МКТ	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c5b72ab7
45	Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0070d493

46	Обобщение и систематизация знаний по теме "Основы МКТ" Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1531aba5
47	Контрольная работа по теме "Основы МКТ"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1deb2367
48	Термодинамическая система. Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её на микроскопическом уровне	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8d12c328
49	Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД системы к тепловому равновесию	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/14e02d1f
50	Модель идеального газа в термодинамике. Условия применимости этой модели	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/68878d51
51	Уравнение Менделеева-Клапейрона и выражение для внутренней энергии	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1344327b
52	Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа. Квазистатические и нестатические процессы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c8094721
53	Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/10265a05
54	Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы без совершения работы	1			https://m.edsoo.ru/c38af875
55	Конвекция, теплопроводность, излучение	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/09d12fd8
56	Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Удельная теплота сгорания топлива	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/13adad59
57	Расчёт количества теплоты при теплопередаче	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5f8d38a3
58	Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8ec512f0

59	Второй закон термодинамики для равновесных и неравновесных процессов. Необратимость природных процессов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/29355001
60	Принципы действия тепловых машин. КПД Максимальное значение КПД. Цикл Карно	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ba1178d0
61	Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ac5cac15
62	Обобщение и систематизация знаний по теме "Термодинамика. Тепловые машины" Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/741d5738
63	*Контрольная работа по теме "Термодинамика. Тепловые машины"*	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/3d734561
64	Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/157b54cd
65	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	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7ba67355
66	Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1db5ad4e
67	Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d8098824
68	Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b047a1cd
69	Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c6f4f464
70	Тепловое расширение	1			Библиотека ЦОК

	жидкостей и твёрдых тел. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества				https://m.edsoo.ru/2e945513
71	Преобразование энергии в фазовых переходах Уравнение теплового баланса	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/fe3857b9
72	Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b3efa18b
73	Обобщение и систематизация знаний по теме "Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/9867aaa7
74	*Контрольная работа по теме "Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы"*	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c8c70432
75	Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/28d62b3f
76	Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1b6e26c5
77	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/6f8e6777
78	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f5c17d02
79	Напряжённость электрического поля. Пробный заряд. Линии напряжённости электрического поля. Однородное электрическое поле	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/30ebbb79
80	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/18e95ff3
81	Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/20a88a03
82	Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/6ee91e9f
83	Принцип суперпозиции	1			Библиотека ЦОК

	электрических полей Решение задач				https://m.edsoo.ru/da1aab10
84	Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7ba5edf2
85	Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/97a0672f
86	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ab1521fb
87	Диэлектрики и полупроводники в электростатическом поле	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8ab7f40d
88	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b42f1f97
89	Параллельное соединение конденсаторов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0b52575c
90	Последовательное соединение конденсаторов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/845b4f73
91	Энергия заряженного конденсатора Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d11e8ce7
92	Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1e992920
93	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/73a34f18
94	*Контрольная работа по теме "Электрическое поле"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5fb2acb5 https://m.edsoo.ru/27434040
95	Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного электрического тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8341d6ac
96	Источники тока. Напряжение и ЭДС	1			
97	Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5752603f
98	Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/cefe90e9
99	Удельное сопротивление вещества. Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/233311b5
100	Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0839a115
101	Расчёт разветвлённых	1			Библиотека ЦОК

	электрических цепей. Правила Кирхгофа				https://m.edsoo.ru/f14f251e
102	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/95fcdf51
103	Работа электрического тока. Закон Джоуля —Ленца	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/437f8300
104	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/236f7e07
105	Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1794cf37
106	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/3881b469
107	ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a3605c5c
108	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/6761bf0f
109	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/99750a6f
110	Мощность источника тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/eb72fc24
111	Короткое замыкание	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/72d453af
112	Конденсатор в цепи постоянного тока Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/221f40fb
113	Решение задач по теме "Постоянный электрический ток"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/3580b679
114	Решение задач по теме "Постоянный электрический ток"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a0ae51d8
115	*Контрольная работа по теме "Постоянный электрический ток"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/546f5632
116	Электрическая проводимость различных веществ. Электрический ток в металлах. Сверхпроводимость	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/da794295
117	Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Законы Фарадея для электролиза	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4b423491
118	Электрический ток в газах. Плазма	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/92d92f76
119	Электрический ток в вакууме. Вакуумные приборы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/2E+160
120	Электрический ток в полупроводниках	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ab61c660
121	Полупроводниковые	1			Библиотека ЦОК

	приборы				https://m.edsoo.ru/83622200
122	Физический практикум по теме "Измерение силы тока и напряжения в цепи постоянного тока.	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5643ea56
123	Физический практикум по теме "Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f6292f5f
124	Физический практикум по теме "Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/6960b6ef
125	Физический практикум по теме "Измерение ускорения свободного падения"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d1ea2402
126	Физический практикум по теме "Исследование зависимости периода обращения конического маятника от его параметров"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/bcf53514
127	Физический практикум по теме "Проверка гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0b34db84
128	Физический практикум по теме "Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b55b81a1
129	Физический практикум по теме "Измерение коэффициента трения по величине углового коэффициента зависимости Fтр(N)"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b83b1607
130	Физический практикум по теме "Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4a04f4f7
131	Физический практикум по теме "Изучение газовых законов»	1		1	
132	Физический практикум по теме "Исследование смешанного соединения резисторов" или "Измерение удельного сопротивления проводников" или "Исследование зависимости	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/35368f3e

	силы тока от напряжения для лампы накаливания"				
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		132	9	10	

11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. Гипотеза Ампера	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/487a8593
2	Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4c1abccb
3	Магнитное поле проводника с током. Опыт Эрстеда	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d35d5262
4	Сила Ампера, её направление и модуль Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/26d9c5ba
5	Применение закона Ампера. Электроизмерительные приборы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ad7718d7
6	Сила Лоренца, её направление и модуль. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c97afaa1
7	Работа силы Лоренца				
8	Решение задач				
9	Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики				
10	Основные свойства ферромагнетиков. Применение ферромагнетиков				
11	Решение задач по теме "Магнитное поле"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/30ff9608
12	Решение задач по теме "Магнитное поле"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0b58190a
13	Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b3efa0c1
14	ЭДС индукции	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/48150bd8
15	Закон электромагнитной индукции Фарадея	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a6dec188
16	Вихревое электрическое поле. Токи Фуко	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/15abe140
17	ЭДС индукции в движущихся проводниках	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0235cc02
18	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4dfda618
19	Правило Ленца	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/bbc22726
20	Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/621eae9d

21	Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7ee60ca8
22	Энергия магнитного поля катушки с током. Электромагнитное поле	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b3c0ad11
23	Обобщение и систематизация знаний по теме "Электродинамика"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/76484025
24	*Контрольная работа по теме "Электродинамика"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8ae09b98
25	Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7c1db385
26	Кинематическое и динамическое описание колебательных движений	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/87ce9498
27	Энергетическое описание. Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/e3c99692
28	Амплитуда и фаза колебаний Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7a0c439a
29	Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/72e93d09
30	Автоколебания Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/6add2644
31	Урок-конференция "Механические колебания в музыкальных инструментах"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8ef587be
32	Обобщение и систематизация знаний по теме "Механические колебания"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/eb84182f
33	Электромагнитные колебания. Колебательный контур	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d4adabde
34	Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/093f9af1
35	Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d1e2d543
36	Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5e668619
37	Переменный ток. Резистор и конденсатор в цепи переменного тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/84836152
38	Катушка индуктивности в цепи переменного тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/cfa307af
39	Закон Ома для электрической цепи переменного тока	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8bae38e6
40	Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1cac6c4c
41	Резонанс в электрической цепи Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/087506df

42	Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f97418ae
43	Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a6f74d93
44	*Контрольная работа "Электромагнитные колебания"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/401024a9
45	Механические волны. Характеристики механических волн	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a58e109f
46	Свойства механических волн Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d9ae1000
47	Звук. Характеристики звука	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/138b6f09
48	Инфразвук и ультразвук. Шумовое загрязнение окружающей среды	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7380038f
49	Электромагнитные волны. Излучение электромагнитных волн Энергия электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/714e5db1
50	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d01b818c
51	Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/49be1f9e
52	*Контрольная работа по теме "Колебания и волны"*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4f7985a0
53	Свет. Закон прямолинейного распространения света	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f9566406
54	Решение задач на применение закона прямолинейного распространения света	1			[[Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ea32d455]]
55	Отражение света. Плоское зеркало. Сферическое зеркало	1			[[Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a005d2bb]]
56	Преломление света. Абсолютный и относительный показатель преломления. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения	1			[[Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/bc2e55cd]]
57	Решение задач на применение законов отражения и преломления света	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/49d830a9
58	Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d8e1c3be
59	Линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/60441359
60	Построение изображений в линзах и их системах. Увеличение линзы	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/bb53b1d5
61	Решение задач на построение изображений, получаемых с	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5a868f09

	помощью линз				
62	Глаз как оптическая система	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ecd480a2
63	Решение задач. Пределы применимости геометрической оптики	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/cd174a10
64	Скорость света и методы ее измерения	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f32aab06
65	Дисперсия света	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/1e16cc6e
66	Интерференция света Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов Применение интерференции	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5fc0c638
67	Дифракция света Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/12ed04b5
68	Поперечность световых волн. Поляризация света	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/e9890fe9
69	Световые явления в природе	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/0b36363d
70	Решение задач	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d58c411a
71	Обобщение и систематизация знаний по теме "Оптика"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8a14748b
72	*Контрольная работа по теме «Оптика»*	1	1		Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/82315dd4
73	Границы применимости классической механики. Законы электродинамики и принцип относительности Постулаты специальной теории относительности	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c9bd77cb
74	Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d83742bb
75	Энергия и импульс релятивистской частицы Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/853a64fc
76	Равновесное тепловое излучение Закон смещения Вина	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/f54035a5
77	Гипотеза М. Планка о квантах. Фотоны Энергия и импульс фотона	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a5ffa218
78	Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. "Красная граница" фотоэффекта	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8c68e5b9
79	Давление света. Опыты П. Н. Лебедева Волновые свойства частиц Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5df8baf1

	частицы				
80	Корпускулярно-волновой дуализм Дифракция электронов на кристаллах	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8ccab62a
81	Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/65783dec
82	Контрольная работа «Квантовые явления»	1	1		
83	Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда Постулаты Бора	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/312b750a
84	Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода	1			
85	Спонтанное и вынужденное излучение света Лазер	1			
86	Нуклонная модель ядра Гейзенберга-Иваненко. Заряд и массовое число ядра. Изотопы. Радиоактивность	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/34ada5de
87	Закон радиоактивного распада. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Дозиметрия	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/aab98bef
88	Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра.	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c56f05cb
89	Ядерные реакции. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.	1			
90	Экологические аспекты развития ядерной энергетики	1			
91	Методы регистрации и исследования элементарных частиц.	1			
92	Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны.	1			
93	Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ad73e145
94	*Контрольная работа «Квантовая физика»*	1	1		
95	Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/c026fd37
96	Этапы развития астрономии. Значение астрономии Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов. Методы астрономических исследований	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/39c44028
97	Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4877aa1e
98	Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/aac588eb

	движение				
99	Солнечная система. Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/22748eb4
100	Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма "спектральный класс – светимость" Звезды главной последовательности	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/42169944
101	Внутреннее строение звёзд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/d09da494
102	Млечный Путь — наша Галактика. Типы галактик. Чёрные дыры в ядрах галактик Вселенная. Расширение Вселенной.	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/7cd10a0a
103	Закон Хаббла. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение Масштабная структура Вселенной. Метагалактика Нерешённые проблемы астрономии	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/ce234633
104	Физический практикум по теме "Исследование магнитного поля постоянных магнитов"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/67361aef
105	Физический практикум по теме "Измерение силы Ампера" или "Изучение зависимости силы Ампера от силы тока" или "Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/fcae91e9
106	Физический практикум по теме "Исследование явления электромагнитной индукции"	1		1	https://m.edsoo.ru/c36658da
107	Физический практикум по теме "Исследование явления самоиндукции"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b8fb6391
108	Физический практикум по теме "Измерение периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/5d159d35
109	Физический практикум по теме "Преобразование энергии в пружинном маятнике"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/a28026bd
110	Физический практикум по теме "Исследование переменного тока через последовательно соединённые конденсатор, катушку и резистор" или "Исследование работы источников света в цепи переменного тока"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/89dc2d90
111	Физический практикум по теме "Измерение показателя преломления стекла" или "Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/42569ea1
112	Физический практикум по теме "Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b879fb3f

113	Физический практикум по теме "Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/8b7ac737
114	Физический практикум по теме "Определение импульса и энергии релятивистских частиц (по фотографиям треков заряженных частиц в магнитном поле)"	1		1	Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/63756c47
115	Обобщение и систематизация знаний. Роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/e7d400f4
116	Обобщение и систематизация знаний по теме "Механика"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/b032fc4b
117	Обобщение и систематизация знаний по теме "Молекулярная физика и термодинамика"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/4e31b507
118	Обобщение и систематизация знаний по теме "Электродинамика"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/2dfbafc5
119	Обобщение и систематизация знаний по теме "Магнетизм"	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/3cca482e
120	Обобщение и систематизация знаний. Роль и место физики и астрономии в современной научной картине мира	1			Библиотека ЦОК https://m.edsoo.ru/18f19f7c
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		120	5	11	

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,

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	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

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	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

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
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

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
		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

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
	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. Ди-

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
		электрическая 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

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
	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.

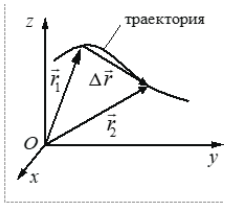
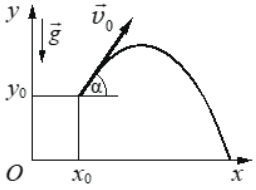
Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
		Электромагнитное загрязнение окружающей среды
	5.2.8	Технические устройства: музыкальные инструменты, ультразвуковая диагностика в технике и медицине, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь
5.3	ОПТИКА	
	5.3.1	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

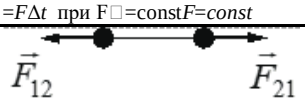
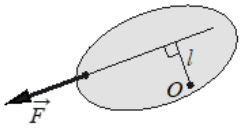
Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
		строения атома. Планетарная модель атома
	7.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода
	7.2.3	Волновые свойства частиц. 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

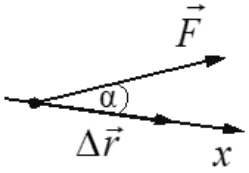
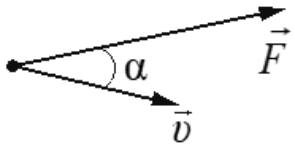
ПРОВЕРЯЕМЫЕ НА ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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: $\vec{\upsilon}=\left.\frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=\vec{r}_t'=(\upsilon_x,\upsilon_y,\upsilon_z)$, $\upsilon_x=\left.\frac{\Delta x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=x_t'$, 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: $\vec{a}=\left.\frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=\vec{\upsilon}_t'=(a_x,a_y,a_z)$, $a_x=\left.\frac{\Delta\upsilon_x}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=(\upsilon_x)_t'$, аналогично $a_y=(\upsilon_y)_t'$, $a_z=(\upsilon_z)_t'$.
	1.1.5	Равномерное прямолинейное движение: x(t)=x0+voxt$x(t)=x0+voxt$ vx(t)−v0x=const$vx(t)-v0x=const$
	1.1.6	Равноускоренное прямолинейное движение: $x(t)=x_0+\upsilon_{0x}t+\frac{a_xt^2}{2}$ $\upsilon_x(t)=\upsilon_{0x}+a_xt$ $a_x=\text{const}$ $\upsilon_{2x}^2-\upsilon_{1x}^2=2a_x(x_2-x_1)$ 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:

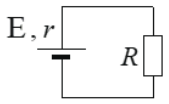
Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
		$\begin{cases} x(t) = x_0 + \upsilon_{0x} t = x_0 + \upsilon_0 \cos\alpha \cdot t \\ y(t) = y_0 + \upsilon_{0y} t + \dfrac{g_y t^2}{2} = y_0 + \upsilon_0 \sin\alpha \cdot t - \dfrac{gt^2}{2} \end{cases}$ $\begin{cases} \upsilon_x(t) = \upsilon_{0x} = \upsilon_0 \cos\alpha \\ \upsilon_y(t) = \upsilon_{0y} + g_y t = \upsilon_0 \sin\alpha - gt \end{cases}$ $\begin{cases} g_x = 0 \\ g_y = -g = \text{const} \end{cases}$
	1.1.8	Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки: v=ωR$v=\omega R$. При равномерном движении точки по окружности ω=2πT=2πυ$\omega=T2\pi=2\pi\upsilon$. Центростремительное ускорение точки: aцс=v2R=ω2R$a_{цс}=Rv2=\omega2R$. 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: ρ=mV$\rho=Vm$
	1.2.3	Сила. Принцип суперпозиции сил: F□равнодейств=F1□+F2□+...Fравнодейств$=F1+F2+...$
	1.2.4	Второй закон Ньютона: для материальной точки в ИСО F1□=ma1□$F1=ma1$; Δp□=F□Δt$\Delta p=F\Delta t$ при F□=const$F=const$
	1.2.5	 Третий закон Ньютона для материальных точек: F12□=−□F21$F12=-F21$
	1.2.6	Закон всемирного тяготения: силы притяжения между точечными массами равны F=Gm1m2R2$F=GR2m1m2$. Сила тяжести. Центр тяжести тела. Зависимость силы тяжести от высоты h над поверхностью планеты радиусом R0: mg=GMm(R0+h)2$mg=(R0+h)2GMm$
	1.2.7	Сила упругости. Закон Гука: Fx=−kx$Fx=-kx$
	1.2.8	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения: Fтр=μNFтр$=\mu N$. Сила трения покоя: Fтр≤μNFтр$\leq\mu N$. Коэффициент трения
	1.2.9	Давление: p=F⊥S$p=SF\perp$
1.3		СТАТИКА
	1.3.1	 Момент силы относительно оси вращения: |M| = Fl, где l – плечо силы F□F относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно рисунку
	1.3.2	Центр масс тела. Центр масс системы материальных точек: r□ц.м.=m1r1□+m2r2□+...m1+m2+...rц.м.$=m1+m2+...m1r1+m2r2+....$ В однородном поле тяжести (g□=const)($g=const$) центр масс тела совпадает с его центром тяжести
	1.3.3	Условия равновесия твёрдого тела в ИСО: $\begin{cases} M_1 + M_2 + \ldots = 0 \\ \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \ldots = 0 \end{cases}$

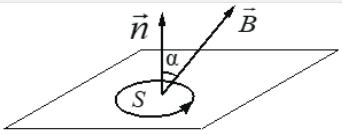
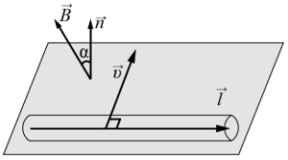
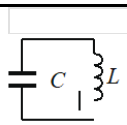
Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
	1.3.4	Закон Паскаля
	1.3.5	Давление в жидкости, покоящейся в ИСО: p=p0+ρgh$p=p0+\rho gh$
	1.3.6	Закон Архимеда: F□Apx=−□PвытеснFApx=−Pвытесн , если тело и жидкость покоятся в ИСО, то FApx=pgVвытеснFApx=pgVвытесн Условие плавания тел
1.4		ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ
	1.4.1	Импульс материальной точки: p□=mv□$p=mv$
	1.4.2	Импульс системы тел: p□=p1□+p2□+...$p=p1+p2+...$
	1.4.3	Закон изменения и сохранения импульса: в ИСО Δp□=Δ(p1□+p2□+...)=F□1внешнΔt+F□2внешнΔt+...Δ$p=\Delta(p1+p2+...)=F$1внешн Δ$t+F$2внешнΔ$t+...$; в ИСО , если Δp□=Δ(p1□+p2□+...)=0Δ$p=\Delta(p1+p2+...)=0$, если F□1внешн+F□2внешн+...=0$F$1внешн+$F$2внешн+...=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 ΔtΔt работа силы изменяется на , то мощность силы $P = \left.\frac{\Delta A}{\Delta t}\right\vert_{\Delta t \to 0} = F \cdot \upsilon \cdot \cos\alpha$
	1.4.6	Кинетическая энергия материальной точки: Eкин=mv22=p22mEкин=2mv2=2mp2 Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек: в ИСО ΔЕкин = А1 + А2 + ...
	1.4.7	Потенциальная энергия: для потенциальных сил A12=E1потенц−E2потенц−=ΔEпотенц$A12=E$1потенц−$E$2потенц −=ΔEпотенц . Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести: Eпотенц=mgh$E$потенц=mgh . Потенциальная энергия упруго деформированного тела: Eпотенц=kx22Eпотенц=2kx2
	1.4.8	Закон изменения и сохранения механической энергии: $E_{мех} = E_{кин} + E_{потенц}$, в ИСО $\Delta E_{мех} = A_{всех\ непотенц.\ сил}$, в ИСО $\Delta E_{мех} = 0$, если $A_{всех\ непотенц.\ сил} = 0$
1.5		МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

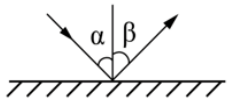
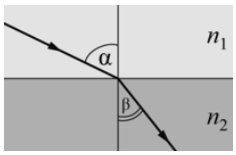
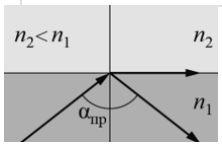
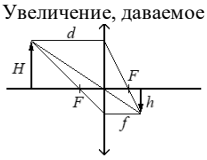
Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
	1.5.1	Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание: $x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0)$, $\upsilon_x(t) = x_t'$, $a_x(t) = (\upsilon_x)'_t = -\omega^2 x(t) \Rightarrow a_x + \omega^2 x = 0$. где x - смещение из равновесия. Динамическое описание: max=−kx,*max=−kx*, где k=mω2*k=mω*2. Это значит, что Fx=−kx.*Fx =−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: λ=νT=υν*λ=νT=νυ* 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 ν=NNA=mμ*ν=NAN=μm* , где N*A*N*A* – число Авогадро, m – масса системы (тела), μ*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): $p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\left(\frac{m_0 v^2}{2}\right)} = \frac{2}{3} n \cdot \overline{\varepsilon_{пост}}$ где m0 – масса одной молекулы, n=NV*n=VN* - 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:

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
		$\overline{\varepsilon_{пост}} = \left(\overline{\frac{m_0 v^2}{2}}\right) = \frac{3}{2} kT$
	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=p1+p2+...*p*=*p*1+*p*2+...
	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): pT=const*Tp=const* , изобара (p = const): VT=const*TV=const*. Графическое представление изопроцессов на pV-, pT- и VT- диаграммах. Объединенный газовый закон: pVT=const*TpV=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: ϕ=ρпара(T)ρнасыщпара(T)=ρпара(T)ρнасыщпара(T)*ϕ=ρ*насыщпара(*T*)*ρ*пара(*T*) =*ρ*насыщпара(*T*)*ρ*пара(*T*)
	2.1.15	Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости
	2.1.16	Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация
	2.1.17	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 c: Q=cmΔTQ=*cm*Δ*T*
	2.2.5	Удельная теплота парообразования L: Q = Lm. Удельная теплота плавления λ: Q = λm. Удельная теплота сгорания топлива q: Q = qm
	2.2.6	Элементарная работа в термодинамике: A=pΔV*A*=*p*Δ*V*. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме
	2.2.7	Первый закон термодинамики: Q12=ΔU12+A12=(U2−U1)+A12*Q*12=Δ*U*12+*A*12=(*U*2−*U*1)+*A*12

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
		Адиабата: Q12=0⇒A12=(U1−U2)=ΔU12$Q12=0 \Rightarrow A12=(U1-U2)=\Delta U12$
	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: Q1+Q2+Q3+...=0$Q1+Q2+Q3+...=0$
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 $\varepsilon\varepsilon$ $F = k\frac{\lvert q_1 \rvert \cdot \lvert q_2 \rvert}{\varepsilon r^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0} \cdot \frac{\lvert q_1 \rvert \cdot \lvert q_2 \rvert}{r^2}$
	3.1.3	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды
	3.1.4	Напряжённость электрического поля: E□=F□qпробный$E=q$пробныйF . Поле точечного заряда: Er=kqr2$Er=kr2q$, однородное поле: E□=const.$E=const$. Картины линий напряжённости этих полей
	3.1.5	Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение: A12=q(ϕ1−ϕ2)=−qΔϕ=qU.$A12=q(\phi1-\phi2)=-q\Delta\phi=qU$. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле: W=qϕ$W=q\phi$, A=−ΔW$A=-\Delta W$ Потенциал электростатического поля: ϕ=Wq$\phi=qW$ Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля: U = Ed
	3.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей: E□=E□1+E□2+...,ϕ=ϕ1+ϕ2+...$E=E1+E2+...,\phi=\phi1+\phi2+...$
	3.1.7	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов: внутри проводника E⊥=0$E\perp=0$, 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=qU$C=Uq$. Электроёмкость плоского конденсатора: C=εε0Sd=εC0$C=d\varepsilon\varepsilon0S=\varepsilon C0$
	3.1.10	Параллельное соединение конденсаторов: q=q1+q2+...,U1=U2=...,Спаралл−C1+C2+...$q=q1+q2+...,U1=U2=...,$Спаралл$-C1+C2+...$ Последовательное соединение конденсаторов: U=U1+U2...,q1=q2=...,1Спосл=1C1+1C2+...$U=U1+U2...,q1=q2=...,$Спосл$1=C11+C21+...$
	3.1.11	Энергия заряженного конденсатора: Wc=qU2=CU22=q22C$Wc=2qU=2CU2=2Cq2$
3.2		ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА
	3.2.1	Сила тока: $I = \left.\frac{\Delta q}{\Delta t}\right\rvert_{\Delta t \to 0}$ Постоянный ток: I = const Для постоянного тока q = It

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
	3.2.2	Условия существования электрического тока. Напряжение U и ЭДС E
	3.2.3	Закон Ома для участка цепи: I=UR$I=RU$
	3.2.4	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. R=ρlS$R=\rho Sl$
	3.2.5	Источники тока. ЭДС источника тока: E=Астороннихсилq$E=qA$стороннихсил Внутреннее сопротивление источника тока
	3.2.6	Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи: E = IR + Ir, откуда I=ERr$I=RrE$ 
	3.2.7	Параллельное соединение проводников: I = I1 + I2 + ..., U1 = U2 = ..., 1Rпаралл=1R1+1R2+...Rпаралл1=$R$11+$R$21+... . Последовательное соединение проводников: U = U1 + U2 + ..., I1 = I2 = ..., Rпосл=R1+R2+...Rпосл=$R$1+$R$2+...
	3.2.8	Работа электрического тока: A = IUt. Закон Джоуля – Ленца: Q=I2Rt$Q=I2Rt$. На резисторе R:Q=A=I2Rt=IUt=U2Rt$R:Q=A=I2Rt=IUt=RU2t$
	3.2.9	Мощность электрического тока: $P=\left.\frac{\Delta A}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=IU$ Тепловая мощность, выделяемая на резисторе: $P=I^2R=\frac{U^2}{R}=IU$ Мощность источника тока: $P_{\mathrm{E}}=\left.\frac{\Delta A_{\text{ст. сил}}}{\Delta t}\right\|_{\Delta t\to 0}=\mathrm{E}I$
	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: B□=B□1+B□2+...B=$B$1+$B$2+... Линии индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов
	3.3.2	Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током
	3.3.3	Сила Ампера, её направление и величина: FA=IBlsinα$FA=IBlsin\alpha$, где α – угол между направлением проводника и вектором B□B
	3.3.4	Сила Лоренца, её направление и величина: FЛор=| q| vBsinαFЛор=| q| $vBsin\alpha$ где α – угол между векторами v□v и B□B . Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле
3.4		ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ
	3.4.1	Поток вектора магнитной индукции: Ф=BnS=BScosαФ=$BnS=BScos\alpha$

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
		
	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 v□*v* (v□⊥l□)(*v*⊥ *l*) в однородном магнитном поле B: | Ei| =Blvcosα| *Ei*| =*Blvcosα* , где α – угол между вектором B и нормалью n□*n* к плоскости, в которой лежат векторы l□иv□*l*и*v* ; если l□*l* ⊥⊥ B□*B* , и v□*v* то | Ei| =Blv| *Ei*| =*Blv*
	3.4.5	Правило Ленца
	3.4.6	Индуктивность: L=ΦI*L*=*I*Φ , или Φ = 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: WL=LI22*WL*=2*LI*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=2πLC*T*=2π*LC* , откуда ω=2πT=1LC*ω*=*T*2*π*=*LC*1 . 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: E□⊥B□⊥c□*E*⊥*B*⊥*c*

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
	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. α=β*α=β* 
	3.6.3	Построение изображений в плоском зеркале
	3.6.4	Законы преломления света. Преломление света: n1sinα=n2sinβ.*n*1*sinα*=*n*2*sinβ*. . Абсолютный показатель преломления: nабс=cv*n*абс=*vc* . Относительный показатель преломления: nотн=n2n1=v1v2*n*отн=*n*1*n*2=*v*2*v*1 .  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: Sinαпр=1nотн=n2n1*Sinα*пр=*n*отн1=*n*1*n*2
	3.6.6	Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы: D=1F*D*=*F*1
	3.6.7	Формула тонкой линзы: 1d+1f=1F*d*1+*f*1=*F*1 Увеличение, даваемое линзой: Γ=hH=| f| dΓ=*Hh*=*d*| *f*|  В случае рассеивающей линзы:
	3.6.8	D<0⇒F=1D>0,*D*<0⇒*F*=*D*1>0, Γ=hH=| f| d<1Γ=*Hh*=*d*| *f*| <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 – $\Delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2},\ m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots$

Код раздела/темы	Код элемента	Проверяемый элемент содержания
	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: dsinϕm=mλ,m=0,+/−1,+/−2,+/−3,...*dsinϕm=mλ,m*=0,+/−1,+/−2,+/−3,...
	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=hν=hcλ=pc*E=hν=λhc=pc* . Импульс фотона: p=Ec=hνc=hλ*p=cE=chν=λh*
	4.1.3	Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
	4.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: Ефотона=Авыхода+Екинmax,*Е*фотона=*А*выхода+*Е*кин*max*, где , Ефотона=hν=hcλ,*Е*фотона=*hν=λhc*, Авыхода=hνкр=hcλкр*А*выхода=*hν*кр=*λ*кр*hc* Екинmax=mv2max2=eUзап*Е*кин*max*=2*mv*2*max*=*eU*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)=N0∗ 2−tT*N*(*t*)=*N*0∗ 2*T*−*t* . Пусть m – масса радиоактивного вещества. Тогда m(t)=m0∗ 2−tT*m*(*t*)=*m*0∗ 2*T*−*t*
	4.3.4	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер