



ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений»

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОДИФИКАТОР
распределённых по классам проверяемых требований к результатам
освоения основной образовательной программы среднего общего
образования и элементов содержания
по физике**

**для использования в федеральных и региональных процедурах оценки
качества образования**

одобрен решением федерального учебно-методического объединения по
общему образованию (протокол от 12.04.2021 г. №1/21)

подготовлен федеральным государственным бюджетным
научным учреждением
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»

**Кодификатор
распределённых по классам проверяемых требований к результатам
освоения основной образовательной программы среднего общего
образования и элементов содержания
по физике**

Кодификатор распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания (далее – кодификатор) предназначен для разработки измерительных материалов и анализа результатов федеральных и региональных процедур оценки качества образования. Кодификатор является систематизированным перечнем проверяемых элементов содержания и операционализированных требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования, в котором каждому объекту соответствует определённый код.

Кодификатор составлен на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 г. № 413) с учётом Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением Федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).

Кодификатор состоит из двух разделов:

- раздел 1. Базовый уровень;
- раздел 2. Углублённый уровень.

Каждый из разделов включает в себя перечни распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания по физике.

Раздел 1. Базовый уровень

1. Перечень распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике

Требования ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования операционализованы и распределены по классам.

10 класс

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1		Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях
	1.1	Ставить эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему/задачу учебного эксперимента, собирать установку из предложенного оборудования, проводить опыт и формулировать выводы
	1.2	Проводить прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений
	1.3	Проводить исследования зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблицы и графиков, делать выводы по результатам исследования
	1.4	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
2		Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания
	2.1	Учитывать границы применения изученных физических моделей (<i>материальная точка, инерциальная система отсчёта, идеальный газ; модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, точечный электрический заряд</i>) при решении физических задач
	2.2	Понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов
	2.3	Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов механики, молекулярно-кинетической теории

		строения вещества и электродинамики (<i>равномерное и равноускоренное прямолинейное движение, свободное падение тел, движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, колебательное движение, резонанс, волновое движение; диффузия, броуновское движение, строение жидкостей и твёрдых тел, изменение объёма тел при нагревании (охлаждении), тепловое равновесие, испарение, конденсация, плавление, кристаллизация, кипение, влажность воздуха, связь средней кинетической энергии теплового движения молекул с абсолютной температурой, повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; электризация тел, взаимодействие зарядов, нагревание проводника с током</i>)
2.4		Описывать механическое движение, используя физические величины (<i>координата, путь, перемещение, скорость, ускорение, масса тела, сила, импульс тела, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая работа, механическая мощность</i>); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
2.5		Описывать изученные свойства тел и тепловые явления, используя физические величины (<i>давление газа, температура, средняя энергия хаотического движения молекул, средняя квадратическая скорость молекул, количество теплоты, внутренняя энергия, работа газа, коэффициент полезного действия теплового двигателя</i>); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
2.6		Описывать изученные свойства вещества (<i>электрические, электрическую проводимость различных сред</i>) и электрические явления (процессы), используя физические величины (<i>электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, удельное сопротивление вещества, разность потенциалов, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, работа тока, мощность тока</i>); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
2.7		Анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы (<i>закон всемирного тяготения, I, II и III законы Ньютона, закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, принцип суперпозиции сил, принцип равноправности инерциальных систем отсчёта; молекулярно-кинетическая теория строения вещества, газовые законы, первый закон термодинамики; закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, закон Ома для участка цепи, закон Ома для полной электрической цепи, закон Джоуля – Ленца</i>); при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости
2.8		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
	2.9	Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
3	Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников	
	3.1	Понимать и объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств; различать условия их безопасного использования в повседневной жизни
	3.2	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
4	Умение 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	
	4.1	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
5	Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства	
	5.1	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, развитие техники и технологий
	5.2	Демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, развитии современной техники и технологий, практической деятельности людей
6	Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты	
	6.1	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

11 класс

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1		Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях
	1.1	Ставить эксперименты по исследованию физических явлений и процессов с использованием прямых и косвенных измерений; при этом формулировать проблему/задачу учебного эксперимента; собирать установку из предложенного оборудования; проводить опыт и формулировать выводы
	1.2	Проводить прямые и косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный способ измерения и использовать известные методы оценки погрешностей измерений
	1.3	Проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде таблиц и графиков, делать выводы по результатам исследования
	1.4	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
2		Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания
	2.1	Учитывать границы применения изученных физических моделей (<i>точечный электрический заряд, ядерная модель атома, нуклонная модель атомного ядра</i>) при решении физических задач
	2.2	Понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов
	2.3	Распознавать физические явления (процессы) и объяснять их на основе законов электродинамики и квантовой физики (<i>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, световое давление, возникновение линейчатого спектра атома водорода, естественная и искусственная радиоактивность</i>)
	2.4	Описывать изученные свойства вещества (<i>электрические, магнитные, оптические, электрическую проводимость различных сред</i>) и электромагнитные явления (процессы),

		используя физические величины (<i>электрический заряд, сила тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, разность потенциалов, ЭДС, работа тока, индукция магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца, индуктивность контура, энергия электрического и магнитного полей, период и частота колебательного контура, заряд и ток гармонических электромагнитных колебаний, фокусное расстояние и оптическая сила линзы</i>); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами
	2.5	Описывать изученные квантовые явления и процессы, используя физические величины (<i>скорость электромагнитных волн, длина волны и частота света, энергия и импульс фотона, период полураспада, энергия связи атомных ядер</i>); при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; указывать формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами, вычислять значение физической величины
	2.6	Анализировать физические процессы и явления, используя физические законы и принципы (<i>закон электромагнитной индукции, закон сохранения энергии, закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения массового числа, постулаты Бора, закон радиоактивного распада</i>); при этом различать словесную формулировку закона, его математическое выражение и условия (границы, области) применимости
	2.7	Определять направление <i>индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца</i>
	2.8	Строить и рассчитывать <i>изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой</i>
	2.9	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
	2.10	Решать качественные задачи: выстраивать логически непротиворечивую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления
3	Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников. Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач	
	3.1	Понимать и объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств; понимать условия их безопасного использования в повседневной жизни

	3.2	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий
	3.3	Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде
4	Умение 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	
	4.1	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
5	Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства	
	5.1	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, развитие техники и технологий
	5.2	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
6	Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты	
	6.1	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

2. Перечень распределённых по классам проверяемых элементов содержания по физике

Перечень распределённых по классам элементов содержания составлен на основе Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).

10 класс

Код раз-дела	Код прове-ряемого элемента	Проверяемые элементы содержания
1	<i>МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ</i>	
	1.1	Методы научного исследования физических явлений. Наблюдение и эксперимент в физике. Способы измерения физических величин. Измерительные приборы (аналоговые и цифровые), компьютерные датчиковые системы
	1.2	Моделирование физических явлений и процессов (материальная точка, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость, точечный источник). Гипотеза. Физический закон, границы его применимости. Физическая теория
2	<i>МЕХАНИКА</i>	
2.1	Кинематика	
	2.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Траектория
	2.1.2	Перемещение, 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. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени. Графики этих зависимостей
	2.1.4	Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени. Графики этих зависимостей
	2.1.5	Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость. Период и частота. Центробежное ускорение
	2.1.6	<i>Технические устройства.</i> Спидометр, движение снарядов, цепные и ременные передачи
	2.1.7	<i>Практические работы.</i> Измерение мгновенной скорости. Изучение равноускоренного прямолинейного движения без начальной скорости
2.2	Динамика	
	2.2.1	Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта (ИСО). Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры)
	2.2.2	Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил
	2.2.3	Второй закон Ньютона для материальной точки в ИСО. Третий закон Ньютона для материальных точек

	2.2.4	Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость. Вес тела. Вес тела, движущегося с ускорением относительно ИСО
	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	<i>Технические устройства.</i> Подшипники, движение искусственных спутников
	2.2.10	<i>Практические работы.</i> Изучение движения бруска по наклонной плоскости под действием нескольких сил. Исследование зависимости силы упругости от деформации для пружины и резинового образца. 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. Графическое представление работы 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 в однородном гравитационном поле
	2.3.7	Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии в ИСО
	2.3.8	Упругие и неупругие столкновения
	2.3.9	<i>Технические устройства.</i> Движение ракет, водомёт, копер, пружинный пистолет
	2.3.10	<i>Практические работы.</i> Измерение импульса тела, брошенного горизонтально. Измерение кинетической энергии тела по тормозному пути
3	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	
3.1	Основы МКТ	
	3.1.1	Основные положения молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение. Диффузия. Характер движения и взаимодействия частиц вещества
	3.1.2	Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей
	3.1.3	Масса молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро
	3.1.4	Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Шкала температур Цельсия
	3.1.5	Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа
	3.1.6	Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа
	3.1.7	Газовые законы. Уравнение Клапейрона – Менделеева. Закон Дальтона
	3.1.8	Изопрцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества: изотерма, изохора, изобара. Графическое представление изопрцессов

	3.1.9	<i>Технические устройства.</i> Термометр, барометр
	3.1.10	<i>Практические работы.</i> Измерение массы воздуха в классной комнате. Исследование зависимости давления от объёма воздуха при постоянной температуре или зависимости давления воздуха от температуры при постоянном объёме
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. Понятие об адиабатном процессе. Расчёт работы газа с помощью pV -диаграмм
	3.2.5	Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. 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	<i>Технические устройства.</i> Двигатель внутреннего сгорания, бытовой холодильник, кондиционер
	3.2.8	<i>Практические работы.</i> Измерение удельной теплоёмкости
3.3	Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	
	3.3.1	Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления
	3.3.2	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
	3.3.5	Уравнение теплового баланса
	3.3.6	<i>Технические устройства.</i> Гигрометры и психрометры, калориметр, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии
	3.3.7	<i>Практические работы.</i> Измерение удельной теплоты плавления льда. 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. Разность потенциалов
	4.1.7	Проводники и диэлектрики в постоянном электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость
	4.1.8	Электроёмкость. Конденсатор. Электроёмкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора

	4.1.9	<i>Технические устройства.</i> Электроскоп, электромметр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсаторы, ксерокс, струйный принтер
	4.1.10	<i>Практические работы.</i> Оценка сил взаимодействия заряженных тел. Оценка энергии заряженного конденсатора и её превращение в энергию излучения светодиода
4.2	Постоянный электрический ток	
	4.2.1	Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока
	4.2.2	Закон Ома для участка цепи. Напряжение
	4.2.3	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. 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. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе
	4.2.7	ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи
	4.2.8	Короткое замыкание. Мощность источника тока
	4.2.9	<i>Технические устройства.</i> Лампа накаливания, амперметр, вольтметр, реостат
	4.2.10	<i>Практические работы.</i> Изучение смешанного соединения резисторов. Измерение ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления. Исследование зависимости полезной мощности источника от силы тока
4.3	Токи в различных средах	
	4.3.1	Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость
	4.3.2	Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков
	4.3.3	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства <i>p-n</i> -перехода. Полупроводниковые приборы
	4.3.4	Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз
	4.3.5	Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма
	4.3.6	<i>Технические устройства.</i> Газоразрядные лампы, полупроводниковые приборы, гальваника
	4.3.7	<i>Практические работы.</i> Наблюдение электролиза

11 класс

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
4		ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
4.4		Магнитное поле
	4.4.1	Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током
	4.4.2	Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов
	4.4.3	Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда
	4.4.4	Сила Ампера, её модуль и направление
	4.4.5	Сила Лоренца, её модуль и направление. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца
	4.4.6	<i>Технические устройства.</i> Применение постоянных магнитов, электромагнитов, электродвигатель, ускорители элементарных частиц
	4.4.7	<i>Практические работы.</i> Изучение магнитного поля проводника с током. Исследование действия постоянного магнита на рамку с током
4.5		Электромагнитная индукция
	4.5.1	Явление электромагнитной индукции
	4.5.2	Поток вектора магнитной индукции
	4.5.3	ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея
	4.5.4	Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле
	4.5.5	Правило Ленца
	4.5.6	Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции
	4.5.7	Энергия магнитного поля катушки с током
	4.5.8	<i>Технические устройства.</i> Генератор переменного тока, электродвигатель, индукционная печь
	4.5.9	<i>Практические работы.</i> Исследование явления электромагнитной индукции
5		КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
5.1		Механические 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	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Автоколебания
	5.1.6	<i>Технические устройства.</i> Музыкальные инструменты, сейсмограф, ультразвуковая диагностика в технике и медицине
	5.1.7	<i>Практические работы.</i> Исследование зависимости периода колебаний маятника от параметров колебательной системы

5.2	Электромагнитные колебания	
	5.2.1	Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона
	5.2.2	Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре
	5.2.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс
	5.2.4	Переменный ток. Синусоидальный переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения
	5.2.5	Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии
	5.2.6	<i>Технические устройства.</i> Электрический звонок, линии электропередач
	5.2.7	<i>Практические работы.</i> Наблюдение явления электромагнитной индукции при использовании переменного тока. Исследование переменного тока в цепи из последовательно соединённых конденсатора, катушки и лампочки
5.3	Механические и электромагнитные волны	
	5.3.1	Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны
	5.3.2	Интерференция и дифракция механических волн
	5.3.3	Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука
	5.3.4	Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме
	5.3.5	Свойства электромагнитных волн
	5.3.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту
	5.3.7	Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация
	5.3.8	<i>Технические устройства.</i> Музыкальные инструменты, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь
5.4	Оптика	
	5.4.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света
	5.4.2	Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале
	5.4.3	Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред
	5.4.4	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения
	5.4.5	Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет
	5.4.6	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
	5.4.7	Пределы применимости геометрической оптики
	5.4.8	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников
	5.4.9	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения

		главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку
	5.4.10	Поляризация света
	5.4.11	<i>Технические устройства.</i> Очки, лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, микроскоп, телескоп, волоконная оптика, дифракционная решётка
	5.4.12	<i>Практические работы.</i> Измерение показателя преломления. Исследование свойств изображений в линзах. Наблюдение дисперсии света. Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решётки
6	ЭЛЕМЕНТЫ СТО	
	6.1	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
	6.5	<i>Технические устройства.</i> GPS-приёмники, ускорители заряженных частиц
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	<i>Технические устройства.</i> Фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод
7.2	Физика атома	
	7.2.1	Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда
	7.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода
	7.2.3	Дальнейшее развитие квантовой теории в трудах Э. Шрёдингера и В. Гейзенберга. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля
	7.2.4	Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах
	7.2.5	<i>Технические устройства.</i> Спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер
	7.2.6	<i>Практические работы.</i> Наблюдение линейчатого спектра
7.3	Физика атомного ядра и элементарных частиц	
	7.3.1	Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц.
	7.3.2	Открытие радиоактивности. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада
	7.3.3	Открытие нейтрона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
	7.3.4	Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра

7.3.5	Ядерные реакции. Деление и синтез ядер
7.3.6	Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы ядерной энергетики
7.3.7	Элементарные частицы. Открытие позитрона
7.3.8	<i>Технические устройства.</i> Дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, атомная бомба
7.3.9	<i>Практические работы.</i> Исследование треков частиц (по готовым фотографиям)

Раздел 2. Углублённый уровень

1. Перечень распределённых по классам проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по физике

Требования ФГОС к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования операционализированы и распределены по классам.

10 класс

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1		Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях
	1.1	Проводить косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные погрешности прямых измерений, использовать средние значения ряда прямых измерений, методы оценки погрешностей измерений
	1.2	Проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования
	1.3	Проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы
	1.4	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
2		Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания
	2.1	Различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений) (<i>инерциальная система отсчёта, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения</i>), моделей газа, жидкости и твёрдого (<i>кристаллического</i>) тела, идеального газа, точечного заряда, однородного электрического поля

2.2	Различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (<i>закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, закон всемирного тяготения, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения энергии</i>) и ограниченность использования частных законов
2.3	Анализировать механические процессы (явления), используя основные положения и законы механики (<i>относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, три закона Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твёрдого тела</i>); при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости физических законов (<i>преобразования Галилея, II закон Ньютона, законы сохранения импульса и механической энергии, закон всемирного тяготения</i>)
2.4	Анализировать тепловые процессы (явления), используя основные положения молекулярной физики и законы МКТ и термодинамики: <i>связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева – Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах</i> ; при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости уравнения Менделеева – Клапейрона
2.5	Анализировать электрические процессы (явления), используя основные положения и законы электродинамики: <i>закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей</i> , при этом указывая условия применимости закона Кулона, а также практически важные соотношения: <i>законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля – Ленца</i>
2.6	Применять при описании физических процессов и явлений величины (<i>перемещение, скорость, ускорение, импульс тела и системы тел, кинетическая энергия, сила, момент силы, давление, потенциальная 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, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, напряжённость поля точечного заряда или заряженного шара в вакууме и в диэлектрике, сила тока,</i>

		<i>напряжение, мощность тока, электрическая ёмкость плоского конденсатора, сопротивление участка цепи с последовательным и параллельным соединением резисторов, энергия электрического поля конденсатора)</i>
	2.7	<i>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)</i>
	2.8	Решать расчётные задачи с явно заданной и неявной 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
	2.9	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
3	Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников. Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач	
	3.1	Использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов
	3.2	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
4	Умение 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	
	4.1	Применять различные способы работы с информацией физического содержания; 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

5	Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства	
	5.1	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, развитие техники и технологий
	5.2	Раскрывать значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории – механики, молекулярной физики и термодинамики; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественнонаучных представлений о природе
6	Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты	
	6.1	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

11 класс

Мета-предметный результат	Код проверяемого требования	Проверяемые предметные требования к результатам обучения
1	Умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях	
	1.1	Проводить косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные погрешности прямых измерений, использовать средние значения ряда прямых измерений, простейшие методы оценки погрешностей измерений
	1.2	Проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования
	1.3	Проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы
	1.4	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

2	Владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания
2.1	Различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений) (<i>однородное электрическое и однородное магнитное поля, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза</i>); <i>моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света</i>
2.2	Различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов (<i>закон сохранения механической энергии, закон сохранения импульса, закон всемирного тяготения, первый закон термодинамики, закон сохранения электрического заряда, закон сохранения энергии</i>) и ограниченность использования частных законов
2.3	Анализировать электромагнитные процессы (явления), используя основные положения и законы электродинамики и специальной теории относительности: <i>закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, постулаты специальной теории относительности Эйнштейна</i> , при этом указывая условия применимости <i>закона Кулона</i> , а также практически важные соотношения: <i>законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля – Ленца, связь ЭДС самоиндукции в элементе электрической цепи со скоростью изменения силы тока</i>
2.4	Анализировать квантовые процессы и явления, используя положения квантовой физики: <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип неопределённости Гейзенберга, закон сохранения заряда, массового числа и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада</i>
2.5	Применять при описании физических процессов и явлений величины (<i>напряжённость электрического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, индукция магнитного поля, магнитный поток; релятивистский импульс, полная энергия, энергия покоя, силу Ампера, индуктивность, электродвижущая сила самоиндукции, энергия магнитного поля проводника с током, корпускулярно-волновой дуализм частиц, ядерные реакции; энергия и импульс фотона, массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра</i>)
2.6	Объяснять особенности протекания физических явлений: <i>электромагнитной индукции, самоиндукции, зависимости сопротивления полупроводников р- и n-типов от температуры. резонанса, интерференции волн, дифракции, дисперсии, полного внутреннего отражения, фотоэффекта, физических принципов спектрального анализа и работы лазера, альфа- и бета-распадов ядер, гамма-излучения ядер</i>

	2.7	Определять направление <i>индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца</i>
	2.8	Строить и рассчитывать <i>изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой</i>
	2.9	Решать расчётные задачи с явно заданной и неявной 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
	2.10	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
3	Готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников. Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач	
	3.1	Использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов
	3.2	Использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде
4	Умение 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	
	4.1	Применять различные способы работы с информацией физического содержания; 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
5	Владение языковыми средствами – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства	
	5.1	Приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, развитие техники и технологий

	5.2	Демонстрировать 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 естественнонаучных представлений о природе
6	Умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты	
	6.1	Работать в группе с выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы

2. Перечень распределённых по классам проверяемых элементов содержания по физике

Перечень распределённых по классам элементов содержания составлен на основе Примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 г. № 2/16-з)).

10 класс

Код раз-дела	Код прове-ряемого элемента	Проверяемые элементы содержания
1	<i>МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ</i>	
	1.1	Научный метод познания и методы исследования физических явлений. Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике
	1.2	Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы)
	1.3	Погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей
	1.4	Моделирование физических явлений и процессов (материальная точка, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость, точечный источник)
	1.5	Гипотеза. Физический закон, границы его применимости. Физическая теория
2	<i>МЕХАНИКА</i>	
2.1	Кинематика	
	2.1.1	Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта
	2.1.2	Прямая и обратная задачи механики
	2.1.3	Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат. Траектория
	2.1.4	Перемещение, скорость и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей
	2.1.5	Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени. Графики этих зависимостей
	2.1.6	Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени. Графики этих зависимостей
	2.1.7	Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки. Период и частота обращения. Центробежное (нормальное) и касательное (тангенциальное) ускорение точки
	2.1.8	<i>Технические устройства.</i> Спидометр, движение снарядов, цепные и ременные передачи, скоростные лифты
	2.1.9	<i>Практические работы.</i> Измерение мгновенной скорости, ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной

		плоскости, ускорения свободного падения. Изучение равноускоренного прямолинейного движения без начальной скорости; движения тела, брошенного горизонтально; равномерного движения тела по окружности
2.2	Динамика	
2.2.1	Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта (ИСО). Принцип относительности Галилея. Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры)	
2.2.2	Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил	
2.2.3	Второй закон Ньютона для материальной точки в ИСО. Третий закон Ньютона для материальных точек	
2.2.4	Закон всемирного тяготения. Эквивалентность гравитационной и инертной массы	
2.2.5	Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты	
2.2.6	Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. Первая космическая скорость	
2.2.7	Вес тела. Вес тела, движущегося с ускорением относительно ИСО	
2.2.8	Сила упругости. Закон Гука	
2.2.9	Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения	
2.2.10	Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, её зависимость от скорости относительного движения	
2.2.11	Давление	
2.2.12	<i>Технические устройства.</i> Подшипники, движение искусственных спутников	
2.2.13	<i>Практические работы.</i> Измерение равнодействующей при движении бруска по наклонной плоскости. Проверка гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы. Сравнение сил взаимодействия при погружении тела в жидкость. Сравнение сил взаимодействия при скольжении бруска по направляющей. Исследование зависимости силы упругости от деформации для пружины и резинового образца. Изучение движения системы связанных тел. Измерение коэффициента трения по величине критического угла. Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения	
2.3	Статика	
2.3.1	Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела	
2.3.2	Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы	
2.3.3	Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела	
2.3.4	Условия равновесия твёрдого тела в ИСО	
2.3.5	Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие	
2.3.6	<i>Технические устройства.</i> Кронштейн, строительный кран, решётчатые конструкции	
2.3.7	<i>Практические работы.</i> Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения. Конструирование кронштейнов и расчёт сил упругости. Конструирование модели подъёмного крана и исследование его грузоподъёмности	
2.4	Законы сохранения в механике	
2.4.1	Импульс материальной точки, системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек	
2.4.2	Импульс силы и изменение импульса тела	

	2.4.3	Закон сохранения импульса в ИСО. Реактивное движение
	2.4.4	Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях
	2.4.5	Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы
	2.4.6	Мощность силы
	2.4.7	Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки в ИСО
	2.4.8	Потенциальные и непотенциальные силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины
	2.4.9	Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара)
	2.4.10	Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость
	2.4.11	Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии в ИСО
	2.4.12	Упругие и неупругие столкновения
	2.4.13	Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии
	2.4.14	<i>Технические устройства.</i> Движение ракет, водомёт, копер, пружинный пистолет, гироскоп, фигурное катание на коньках
	2.4.15	<i>Практические работы.</i> Измерение импульса тела, брошенного горизонтально. Измерение импульса тела по тормозному пути. Измерение силы тяги, скорости модели электромобиля и мощности силы тяги. Сравнение изменения импульса тела с импульсом силы. Исследование сохранения импульса при упругом взаимодействии. Измерение кинетической энергии тела по тормозному пути. Сравнение изменения потенциальной энергии пружины с работой силы трения
3	МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	
3.1	Основы МКТ	
	3.1.1	Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их опытное обоснование. Диффузия. Броуновское движение. 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 и размеры молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро
	3.1.4	Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Шкала температур Цельсия
	3.1.5	Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом
	3.1.6	Газовые законы. Уравнение Клапейрона – Менделеева
	3.1.7	Абсолютная температура (шкала температур Кельвина)
	3.1.8	Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества: изотерма, изохора, изобара. Графическое представление изопроцессов
	3.1.9	Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул классического идеального газа (основное уравнение МКТ идеального газа)
	3.1.10	Связь абсолютной температуры классической ТД системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц
	3.1.11	<i>Технические устройства.</i> Термометр, барометр, получение наноматериалов
	3.1.12	<i>Практические работы.</i> Исследование установления теплового

		равновесия при теплообмене между горячей и холодной водой. Изучение изобарного процесса. Изучение изохорного процесса. Изучение изотермического процесса. Исследование уравнения состояния
3.2	Основы термодинамики	
	3.2.1	Термодинамическая (ТД) система (критерии отбора). Задание внешних условий для ТД-системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД-системы как средние значения величин, описывающих её на микроскопическом уровне
	3.2.2	Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД-системы к тепловому равновесию. Тепловое равновесие и температура
	3.2.3	Модель ТД-системы в термодинамике – система уравнений: термическое и калорическое уравнения состояния
	3.2.4	Модель классического идеального газа в термодинамике – система уравнений: уравнение Клапейрона – Менделеева и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. Выражение для внутренней энергии классического одноатомного идеального газа. Молярные теплоёмкости c_v и c_p в этой модели
	3.2.5	Квазистатические и нестатические процессы. Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV -диаграмме
	3.2.6	Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД-системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение
	3.2.7	Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная теплоёмкость вещества. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче
	3.2.8	Понятие об адиабатном процессе
	3.2.9	Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД-системы
	3.2.10	Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние ТД-системы проходит единственная адиабата. Абсолютная температура
	3.2.11	Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов
	3.2.12	Принципы действия тепловых машин. КПД. Максимальное значение КПД. Цикл Карно
	3.2.13	<i>Технические устройства.</i> Холодильник-рефрижератор, 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
	3.2.14	<i>Практические работы.</i> Измерение удельной теплоёмкости. Исследование остывания вещества
3.3	Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	
	3.3.1	Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования
	3.3.2	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

	3.3.3	Влажность воздуха. Относительная влажность.
	3.3.4	Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Жидкие кристаллы. Современные материалы
	3.3.5	Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций
	3.3.6	Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел
	3.3.7	Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса
	3.3.8	Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости
	3.3.9	<i>Практические работы.</i> Измерение удельной теплоты плавления льда. Наблюдение свойств насыщенных паров. Измерение влажности и оценка массы паров в помещении. Измерение коэффициента поверхностного натяжения. Измерение модуля Юнга. Исследование деформации резинового образца
4	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
4.1	Электростатика	
	4.1.1	Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники
	4.1.2	Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда
	4.1.3	Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона
	4.1.4	Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. Пробный заряд. Линии напряжённости электрического поля
	4.1.5	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)
	4.1.6	Принцип суперпозиции электрических полей
	4.1.7	Поле точечного заряда. Однородное поле. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей
	4.1.8	Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов
	4.1.9	Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества
	4.1.10	Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость плоского конденсатора
	4.1.11	Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов
	4.1.12	Энергия заряженного конденсатора
	4.1.13	<i>Технические устройства.</i> Электроскоп, электромметр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсаторы, генератор Ван де Граафа
	4.1.14	<i>Практические работы.</i> Оценка сил взаимодействия заряженных тел. Оценка энергии заряженного конденсатора и её превращение в энергию

		излучения светодиода. Распределение разности потенциалов (напряжения) при последовательном соединении конденсаторов. Исследование разряда конденсатора через резистор
4.2	Постоянный электрический ток	
	4.2.1	Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока
	4.2.2	Закон Ома для участка цепи
	4.2.3	Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения. Удельное сопротивление вещества
	4.2.4	Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. Правила Кирхгофа
	4.2.5	Работа электрического тока. Закон Джоуля – Ленца
	4.2.6	Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе
	4.2.7	ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи
	4.2.8	Короткое замыкание. Мощность источника тока
	4.2.9	<i>Технические устройства.</i> Амперметр, вольтметр, реостат, счётчик электрической энергии
	4.2.10	<i>Практические работы.</i> Исследование смешанного соединения резисторов. Измерение удельного сопротивления проводников. Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампочки накаливания. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. Исследование зависимости ЭДС гальванического элемента от времени при коротком замыкании. Исследование разности потенциалов между полюсами источника от силы тока в цепи. Исследование зависимости полезной мощности источника тока от силы тока
4.3	Токи в различных средах	
	4.3.1	Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость
	4.3.2	Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков
	4.3.3	Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства <i>p-n</i> -перехода. Полупроводниковые приборы
	4.3.4	Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы электролиза Фарадея
	4.3.5	Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма
	4.3.6	<i>Технические устройства.</i> Газоразрядные лампы, полупроводниковые приборы, гальваника, электронно-лучевая трубка, газоразрядные лампы, полупроводниковые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод, полупроводниковый диод; гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия
	4.3.7	<i>Практические работы.</i> Наблюдение электролиза. Измерение заряда одновалентного иона. Исследование зависимости сопротивления терморезистора от температуры. Снятие вольтамперной характеристики диода

11 класс

Код раздела	Код проверяемого элемента	Проверяемые элементы содержания
4	ЭЛЕКТРОДИНАМИКА	
4.4	Магнитное поле	
	4.4.1	Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током
	4.4.2	Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов
	4.4.3	Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда
	4.4.4	Сила Ампера, её направление и величина
	4.4.5	Сила Лоренца, её направление и величина. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца
	4.4.6	<i>Технические устройства.</i> Применение постоянных магнитов, электромагнитов, электродвигатель, тестер-мультиметр, ускорители элементарных частиц
	4.4.7	<i>Практические работы.</i> Исследование взаимодействия постоянного магнита и рамки с током. Измерение силы Ампера. Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера. Конструирование электрического подъёмного механизма (электрической лебёдки), наблюдение зависимости силы тока от массы поднимаемого груза
4.5	Электромагнитная индукция	
	4.5.1	Явление электромагнитной индукции
	4.5.2	Поток вектора магнитной индукции
	4.5.3	ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле
	4.5.4	ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле
	4.5.5	Правило Ленца
	4.5.6	Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции
	4.5.7	Энергия магнитного поля катушки с током
	4.5.8	<i>Технические устройства.</i> Генератор переменного тока, индукционная печь, трансформатор, соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли
	4.5.9	<i>Практические работы.</i> Исследование явления электромагнитной индукции. Определение напряжённости вихревого магнитного поля. Исследование явления самоиндукции. Модель электромагнитного генератора
5	КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	
5.1	Механические колебания	
	5.1.1	Колебательная система. Свободные колебания
	5.1.2	Гармонические колебания. Кинематическое и динамическое описание
	5.1.3	Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания
	5.1.4	Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения

	5.1.5	Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника
	5.1.6	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Автоколебания
	5.1.7	<i>Технические устройства.</i> Метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф, ультразвуковая диагностика в технике и медицине
	5.1.8	<i>Практические работы.</i> Изучение колебаний пружинного маятника. Сравнение кинетической энергии колеблющегося тела в положении равновесия с потенциальной энергией при максимальном отклонении. Исследование убывания амплитуды затухающих колебаний. Исследование вынужденных колебаний
5.2	Электромагнитные колебания	
	5.2.1	Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре
	5.2.2	Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре
	5.2.3	Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс
	5.2.4	Переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени
	5.2.5	Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока
	5.2.6	Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии
	5.2.7	<i>Технические устройства.</i> Электрический звонок, линии электропередач
	5.2.8	<i>Практические работы.</i> Прохождение переменного тока через последовательно соединённые конденсатор, катушку и лампочку. Наблюдение электромагнитного резонанса. Наблюдение явления электромагнитной индукции при использовании переменного тока. Устройство и принцип действия лабораторного выпрямителя (на примере ВУ–4М)
5.3	Механические и электромагнитные волны	
	5.3.1	Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны
	5.3.2	Интерференция и дифракция механических волн
	5.3.3	Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука
	5.3.4	Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме
	5.3.5	Свойства электромагнитных волн
	5.3.6	Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту
	5.3.7	Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация
	5.3.8	<i>Технические устройства.</i> Музыкальные инструменты, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь
5.4	Оптика	
	5.4.1	Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света
	5.4.2	Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале
	5.4.3	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
	5.4.4	Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения
	5.4.5	Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет
	5.4.6	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. Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от её геометрии и относительного показателя преломления
	5.4.7	Оптические приборы: фотоаппарат, микроскоп, телескоп. Глаз как оптическая система
	5.4.8	Пределы применимости геометрической оптики
	5.4.9	Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников
	5.4.10	Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку
	5.4.11	Поляризация света
	5.4.12	<i>Технические устройства.</i> Очки, лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, микроскоп, телескоп, просветление оптики, волоконная оптика, дифракционная решётка
	5.4.13	<i>Практические работы.</i> Измерение показателя преломления. Исследование преломления света на цилиндрических поверхностях. Исследование зависимости фокусного расстояния от вещества (на примере жидких линз). Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз. Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы. Получение изображения в системе из двух линз. Конструирование телескопических систем. Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света. Изучение поляризации света, отражённого от поверхности диэлектрика. Изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях. Наблюдение дисперсии. Наблюдение и исследование дифракционного спектра. Измерение длины световой волны
6	ЭЛЕМЕНТЫ СТО	
	6.1	Постулаты теории относительности: инвариантность модуля скорости света в вакууме, принцип относительности Эйнштейна
	6.2	Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности. 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
	6.5	<i>Технические устройства.</i> GPS-приёмники, ускорители заряженных частиц
7	КВАНТОВАЯ ФИЗИКА	
7.1	Элементы квантовой оптики	
	7.1.1	Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза М. Планка о квантах

	7.1.2	Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона
	7.1.3	Открытие и исследование фотоэффекта. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта
	7.1.4	Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта
	7.1.5	Давление света. Опыты П.Н. Лебедева
	7.1.6	Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах
	7.1.7	Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей
	7.1.8	<i>Технические устройства.</i> Фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод
7.2	Физика атома	
	7.2.1	Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда
	7.2.2	Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода
	7.2.3	Дальнейшее развитие квантовой теории в трудах Э. Шрёдингера и В. Гейзенберга. Волновые свойства частиц. Волны де Бройля
	7.2.4	Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах
	7.2.5	<i>Технические устройства.</i> Спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер
	7.2.6	<i>Практические работы.</i> Наблюдение линейчатого спектра. Исследование спектра водорода и измерение постоянной Ридберга
7.3	Физика атомного ядра и элементарных частиц	
	7.3.1	Нуклонная модель ядра Гейзенберга – Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы
	7.3.2	Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение
	7.3.3	Закон радиоактивного распада
	7.3.4	Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза
	7.3.5	Методы регистрации и исследования элементарных частиц
	7.3.6	Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов
	7.3.7	Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира
	7.3.8	<i>Технические устройства.</i> Дозиметр, камера Вильсона, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитно-резонансная томография
	7.3.9	<i>Практические работы.</i> Исследование треков частиц (по готовым фотографиям). Исследование радиоактивного фона с использованием дозиметра