

**Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова  
Специализированный учебно-научный центр (факультет) —  
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова  
Кафедра физики СУНЦ МГУ**

## **Программа**

**Учебный предмет: физика**

**Количество часов по учебному плану – 204 часа**

**Классы – 10 и 11 двухгодичного химического отделения**

**Заведующий кафедрой физики**

**Голубков Андрей Александрович**

---

**Протокол № 1 от «30» августа 2023г.**

Программа по физике для 10 и 11 классов двухгодичного химического отделения СУНЦ МГУ составлена на основе примерной рабочей программы по физике (на углубленном уровне) среднего общего образования, одобренной федеральным учебно-методическим объединением по общему образованию 14 октября 2022 года. Программа соответствует положениям и требованиям к результатам освоения на углублённом уровне основной образовательной программы, представленным в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования (ФГОС СОО).

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

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

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

В программе 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 среднего общего образования на углублённом уровне, является системно-деятельностный подход.

Программа включает:

- планируемые результаты освоения курса физики на углублённом уровне, в том числе предметные результаты по годам обучения;
- содержание учебного предмета «Физика» по годам обучения;
- примерное тематическое планирование с указанием количе-

ства часов на изучение каждой темы и примерной характеристикой учебной деятельности учащихся, реализуемой при изучении этих тем.

Программа предназначена для использования преподавателями физики СУНЦ МГУ в качестве основы для составления своих рабочих программ. При разработке рабочей программы в тематическом планировании преподаватели учитывают возможности использования электронных (цифровых) образовательных ресурсов, являющихся учебно-методическими материалами (мультимедийные программы, электронные учебники и задачки, электронные библиотеки, виртуальные лаборатории, игровые программы, коллекции цифровых образовательных ресурсов), реализующих дидактические возможности ИКТ, содержание которых соответствует законодательству об образовании.

Данная программа не сковывает творческую инициативу учителей и предоставляет возможности для реализации различных методических подходов к преподаванию физики на углублённом уровне при условии сохранения обязательной части содержания курса. Количество часов в тематическом планировании на изучение каждой темы является ориентировочным и может быть изменено как в сторону уменьшения, так и увеличения в зависимости от реализуемых методических подходов и уровня подготовленности учащихся.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

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

В основу курса физики в 10 и 11 классах положен ряд идей, которые можно рассматривать как принципы его построения.

**Идея целостности.** В соответствии с ней курс является логически завершённым, он содержит материал из всех разделов

физики, включает как вопросы классической, так и современной физики.

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

**Идея гуманитаризации.** Её реализация предполагает использование гуманитарного потенциала физической науки, осмысление связи развития физики с развитием общества, а также с мировоззренческими, нравственными и экологическими проблемами.

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

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

Освоение содержания программы построено на принципах системно-деятельностного подхода, базирующихся на использовании системы самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса, включающего фронтальные учебные опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума. При этом возможны два способа реализации физического практикума. В первом случае практикум проводится либо в конце 10 и 11 классов, либо после первого и второго полугодий в каждом из этих классов. Второй способ — это интеграция работ практикума в систему лабораторных работ, которые проводятся в процессе изучения раздела (темы). Здесь и далее 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 единым перечнем. Выбор тематики для этих видов ученических практических работ осуществляется участниками образовательного процесса, исходя из особенностей поурочного планирования и оснащения кабинета физики. При этом обеспечивается овладение обучающимися умениями проводить прямые и косвенные измерения, исследования

зависимостей физических величин и постановку опытов по проверке предложенных гипотез.

Большое внимание уделяется решению 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 в СУНЦ изучается с использованием возможностей демонстрационного физического кабинета.

Демонстрационное оборудование обеспечивает постановку перечисленных в программе ключевых демонстраций для исследования изучаемых явлений и процессов, эмпирических и фундаментальных законов, их технических применений. Лабораторное оборудование для ученических практических работ формируется в виде тематических комплектов в расчёте одного комплекта на двух-трех обучающихся одной учебной группы. Тематические комплекты лабораторного оборудования построены на комплексном использовании аналоговых и цифровых приборов.

## ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

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:

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

## МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

В соответствии с ФГОС СОО углублённый уровень изучения учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования выбирается обучающимися, планирующими продолжение образования по специальностям, требующим знания физики.

Учебным планом двухгодичного химического отделения СУНЦ МГУ предусмотрено изучение физики в объёме 408 ч за два года обучения: 6 ч в неделю в 10 и 11 классах.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА» НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Освоение учебного предмета «Физика» должно обеспечивать достижение следующих личностных, метапредметных и предметных образовательных результатов.

### ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

#### ***Гражданское воспитание:***

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

#### ***Патриотическое воспитание:***

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;
- ценностное отношение к государственным символам; достижениям России в физике и технике.

#### ***Духовно-нравственное воспитание:***

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

#### ***Эстетическое воспитание:***

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

#### ***Трудовое воспитание:***

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

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

***Экологическое воспитание:***

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

***Ценности научного познания:***

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;
- осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

В процессе достижения личностных результатов освоения программы по физике у обучающихся совершенствуется *эмоциональный интеллект*, предполагающий сформированность:

- *самосознания*, включающего способность понимать своё эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;
- *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;
- *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;
- *эмпатии*, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении общения, способность к сочувствию и сопереживанию;
- *социальных навыков*, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

## МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### Универсальные познавательные действия

***Базовые логические действия:***

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему,



- рассматривать её всесторонне;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
  - выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях;
  - разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;
  - вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;
  - координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
  - развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

***Базовые исследовательские действия:***

- владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;
- владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;
- выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;
- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;
- давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретённый опыт;
- уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;
- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтерна-

тивные 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.

## **Универсальные коммуникативные действия**

### ***Общение:***

- 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.

### ***Совместная деятельность:***

- 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 вклада своего 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 раз-

личных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным

## Универсальные регулятивные действия

### *Самоорганизация:*

- самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;
- самостоятельно составлять план решения расчётных и качественных задач, план выполнения практической работы с учётом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;
- давать оценку новым ситуациям;
- расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
- делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение;
- оценивать приобретённый опыт;
- способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

### *Самоконтроль:*

- давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
- владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований; использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;
- уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;

### *Принятие себя и других:*

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

## ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

### 10 класс

В процессе изучения курса физики углублённого уровня в 10 классе ученик научится:

- понимать роль физики в экономической, технологической, экологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики в современной научной картине мира; значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — механики, молекулярной физики и термодинамики; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;
- различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система 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 по-

лученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;

- проводить косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;
- проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;
- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, практикума и учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
- решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;
- решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
- использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;
- анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

- применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий: при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию и оценивать её достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;
- проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ; работать в группе с исполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;
- проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям, требующим знания физики.

## 11 класс

В процессе изучения курса физики углублённого уровня в 11 классе ученик научится:

- понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики в современной научной картине мира; 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): однородные электрическое и 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 фи-

зических 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;
- 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 ис-



следования;

- 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 выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;
- решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
- использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;
- анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;
- применять различные способы работы с информацией фи-

зического 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, требующим знания физики.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»(УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ)**

---

### **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***

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

Здесь и далее в блоке «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум» представлен перечень ученических работ, которые целесообразно проводить при изучении данной темы. Ученический эксперимент проводится в процессе исследовательской деятельности учащихся в рамках изучения нового материала, лабораторные работы служат преимущественно для закрепления материала и оценки уровня сформированности соответствующих предметных результатов. Работы практикума обеспечивают повторение и обобщение материала и проводятся либо в конце изучения раздела, либо в конце учебного года. Выбор тематики для этих видов ученических практических работ проводится учителем, исходя из особенностей поурочного планирования.

## **РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИКА**

### **Тема 1. Кинематика материальной точки**

Механическое движение и его относительность. Система отсчёта. Радиус-вектор, его проекции на оси декартовой системы координат. Траектория, путь, перемещение.

Равномерное прямолинейное движение и его скорость. Средняя скорость неравномерного движения. Мгновенная скорость. Сложение перемещений и закон сложения скоростей.

Ускорение. Кинематический принцип независимости движений.

Равноускоренное прямолинейное движение, вывод зависимости координаты от времени.

Графики зависимостей ускорения, скорости, координаты, пройденного пути от времени и связи между ними.

Криволинейное движение. Естественный способ описания движения. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное (центростремительное), тангенциальное и полное ускорение. Вывод формулы для центростремительного ускорения при движении по окружности с постоянной скоростью. Равнопеременное движение (движение с постоянным тангенциальным ускорением).

Движение по окружности. Период и частота обращения. Угловая и линейная скорости, связь между ними. Угловое ускорение и

его связь с тангенциальным ускорением.

Свободное падение как частный случай равноускоренного движения. Время полета, высота подъема и скорость падения тела, брошенного вертикально с некоторой высоты.

Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат и скорости от времени, их графики. Уравнение траектории. Время, высота и дальность полета.

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

### ***Демонстрации***

1. Падение тел в воздухе и в разреженном пространстве.
2. Наблюдение движения тела, брошенного под углом к горизонту и горизонтально.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.
2. Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости.
3. Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении.
4. Измерение ускорения свободного падения.
5. Изучение движения тела, брошенного горизонтально. Проверка гипотезы о прямой пропорциональной зависимости между дальностью полёта и начальной скоростью тела.
6. Изучение движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.
7. Исследование зависимости периода обращения конического маятника от его параметров.

## **Тема 2. Динамика материальной точки**

Первый закон Ньютона и его значение. Способ выбора инерциальной системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея при переходе от неподвижной системы отсчета к системе отсчета, движущейся с постоянной скоростью. Неинерциальные системы отсчета (определение, примеры).

Сила как мера взаимодействия двух тел, её векторный характер и способы измерения. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Масса и её свойства. Единицы измерения массы и силы. Третий закон Ньютона. Методы измерения массы.

Силы упругости. Растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб. Упругие и пластические деформации. Закон Гука. Модуль Юнга и его

физический смысл.

Силы трения. Сухое трение: скольжения и покоя. Коэффициент трения. Трение качения (качественно). Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, её зависимость от скорости относительного движения. Вязкое трение (качественно).

Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная и её измерение Кавендишем. Эквивалентность гравитационной и инертной массы.

Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Вес тела, невесомость и перегрузки.

Движение небесных тел и их спутников. Первая космическая скорость. Законы Кеплера (без вывода).

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

### ***Демонстрации***

1. Виды деформаций.
2. Наблюдение малых деформаций.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости.
2. Проверка гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы.
3. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации.
4. Изучение движения системы тел, связанных нитью, перекинутой через лёгкий блок.
5. Измерение коэффициента трения по величине углового коэффициента зависимости  $F_{\text{тр}}(N)$ .
6. Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения.
7. Изучение движения груза на валу с трением.
8. Измерение модуля Юнга.
9. Исследование зависимости деформации резинового образца от приложенной к нему силы.

## **Тема 3. Законы сохранения в механике**

Импульс материальной точки. Скорость изменения импульса материальной точки. Импульс системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс.

Импульс силы и изменение импульса тела. Закон изменения

импульса системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

Реактивное движение. Уравнение Мещерского (вывод).

Механическая работа. Графический способ вычисления работы. Мощность силы. Единицы измерения работы и мощности.

Кинетическая энергия материальной точки и теорема об её изменении.

Потенциальные (консервативные) силы. Работа однородного гравитационного поля и силы упругости. Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Потенциальная энергия тел во внешних полях. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле Земли. Потенциальная энергия системы взаимодействующих тел.

Законы изменения и сохранения механической энергии системы материальных точек.

Вторая и третья космические скорости.

Упругие и неупругие столкновения.

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

### ***Демонстрации***

1. Закон сохранения импульса.
2. Реактивное движение.
3. Взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий при действии на тело силы тяжести и силы упругости.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Измерение импульса тела по тормозному пути.
2. Сравнение изменения импульса тела с импульсом силы.
3. Исследование сохранения импульса при упругом взаимодействии.
4. Измерение кинетической энергии тела по тормозному пути.
5. Сравнение изменения потенциальной энергии пружины с работой силы трения.
6. Определение работы силы трения при движении тела по наклонной плоскости.

## **Тема 4. Кинематика, динамика и статика твёрдого тела**

Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы относительно неподвижной оси. Плечо силы. Сложение сил, действующих на твердое тело, с учетом линий их действия. Понятие равнодействующей системы сил.

Пара сил. Центр тяжести тела. Жесткие связи и силы их реакции.

Момент импульса материальной точки относительно оси. Закон сохранения момента импульса в центральных полях. Уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции, теорема Штейнера.

Простые механизмы: рычаги 1-го и 2-го рода, блок, полиспаст, ворот, клин, винт.

Условия равновесия твёрдого тела. Теорема о трех силах.

Виды равновесия (устойчивое, неустойчивое, безразличное) и потенциальная энергия.

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

### ***Демонстрации***

1. Условия равновесия.
2. Виды равновесия.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.
2. Конструирование кронштейнов и расчёт сил упругости.
3. Изучение устойчивости твёрдого тела, имеющего площадь опоры.

## **Тема 5. Гидростатика и элементы гидростатики**

Давление в жидкостях и газах. Единицы измерения давления. Закон Паскаля. Гидростатическое давление в жидкости в поле тяжести. Давление на дно и стенки сосуда. Гидростатический парадокс. Закон сообщающихся сосудов. Жидкостный манометр.

Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Ртутный и мембранный барометры. Изменение давления с высотой.

Закон Архимеда. Условие плавания тел.

Идеальная жидкость. Линии и трубки тока. Ламинарное и турбулентное течения. Стационарный поток. Уравнение Бернулли. Эффект Магнуса.

*Технические устройства и технологические процессы:* ртутный и мембранный барометры, гидравлический пресс, шлюзовые камеры, крыло самолета.

### ***Демонстрации***

1. Эффект Магнуса.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Измерение гидростатического давления.

## РАЗДЕЛ 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

### Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории и газовые законы

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, моль. Постоянная Авогадро.

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

Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля и графики описываемых ими процессов. Абсолютная шкала температур Кельвина. Газовый термометр. Вывод уравнения Менделеева—Клапейрона из газовых законов и закона Авогадро. Закон Дальтона.

Идеальный газ с точки зрения молекулярно-кинетических представлений. Вывод основного уравнения МКТ. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Постоянная Больцмана. Опыт Штерна, распределение молекул по скоростям. Функция распределения Максвелла. Распределение Больцмана, изотермическая атмосфера.

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

#### *Демонстрации*

1. Модель броуновского движения.
2. Видеоролик с записью реального броуновского движения.
3. Диффузия жидкостей.
4. Притяжение молекул.
5. Модели кристаллических решёток.
6. Наблюдение и исследование изопроцессов.

#### *Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум*

1. Исследование процесса установления теплового равновесия при теплообмене между горячей и холодной водой.
2. Изучение изотермического процесса (рекомендовано использование цифровой лаборатории).
3. Изучение изохорного процесса.
4. Изучение изобарного процесса.



## 5. Проверка уравнения состояния.

### Тема 2. Термодинамика. Тепловые машины

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

Работа газа при квазистатическом процессе. Вычисление работы по графику процесса на  $pV$ -диаграмме.

Внутренняя энергия термодинамической системы. Число степеней свободы молекулы. Внутренняя энергия идеального газа.

Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение. Количество теплоты.

Первое начало термодинамики и его применение к изопротессам. Теплоемкости системы, удельная и молярная. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера.

Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона (вывод).

Тепловые машины и их КПД. Примеры реальных тепловых машин: карбюраторный двигатель (двигатель Отто), двигатель Дизеля.

Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Максимальный КПД тепловых двигателей.

Холодильная машина и тепловой насос.

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***

1. Изменение температуры при адиабатическом расширении.
2. Воздушное огниво.
3. Сравнение удельных теплоёмкостей веществ.
4. Способы изменения внутренней энергии.

#### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Измерение удельной теплоёмкости.
2. Исследование процесса остывания вещества.

### 3. Исследование адиабатного процесса.

## Тема 3. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы

Испарение и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пар. Давление насыщенного пара. Абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы. Гигрометры и психрометры.

Кипение жидкости. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости. Удельная теплота парообразования.

Изотермы реального газа. Внутренняя энергия реального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Пересыщенный пар и перегретая жидкость. Критическое состояние и его параметры.

Фазовые переходы. Кристаллические и аморфные тела. Фазовые диаграммы: кривые кипения, плавления, возгонки (сублимации), критическая точка, тройные точки.

Изменение внутренней энергии при фазовых переходах, удельная теплота фазового перехода. Уравнение теплового баланса.

Поверхностная энергия, коэффициент и сила поверхностного натяжения. Краевой угол. Капиллярные явления. Формула Лапласа (без вывода).

Тепловое расширение твёрдых тел и жидкостей. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне). Законы линейного и объёмного расширения. Особенности теплового расширения воды.

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

### ***Демонстрации***

1. Тепловое расширение.
2. Свойства насыщенных паров.
3. Кипение. Кипение при пониженном давлении.
4. Измерение силы поверхностного натяжения.
5. Опыты с мыльными плёнками.
6. Смачивание.
7. Капиллярные явления.
8. Способы измерения влажности.
9. Исследование нагревания и плавления кристаллического вещества.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Изучение закономерностей испарения жидкостей.
2. Измерение удельной теплоты плавления льда.
3. Изучение свойств насыщенных паров.

4. Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении.
5. Измерение коэффициента поверхностного натяжения.

## РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

### Тема 1. Электрическое поле

Электризация тел. Электрический заряд. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Элементарный электрический заряд.

Точечный заряд. Закон Кулона. Закон сохранения заряда. Единицы электрического заряда.

Электрическое поле и его напряжённость. Принцип суперпозиции. Графическое изображение поля с помощью силовых линий. Поле точечного заряда. Однородное электрическое поле. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.

Теорема Гаусса (доказательство). Поле равномерно заряженных плоскости, сферы и шара.

Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Потенциал. Связь напряженности поля с разностью потенциалов в малой области пространства и на больших расстояниях. Потенциал поля точечного заряда, заряженной сферы и шара. Эквипотенциальные поверхности. Потенциальная энергия взаимодействия точечных зарядов. Единицы измерения потенциала и напряженности электрического поля.

Проводники в электростатическом поле. Напряженность и потенциал электрического поля внутри проводника и вблизи поверхности.

Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Емкость уединенного проводника. Единицы измерения емкости. Конденсатор и его ёмкость. Ёмкости плоского и сферического конденсаторов (вывод). Параллельное и последовательное соединения конденсаторов.

Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля.

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

#### ***Демонстрации***

1. Устройство и принцип действия электромметра.
2. Электрическое поле заряженных шариков.
3. Электрическое поле двух заряженных пластин.
4. Модель электростатического генератора (Ван де Граафа).

5. Проводники в электрическом поле.
6. Электростатическая защита.
7. Устройство и действие конденсатора постоянной и переменной ёмкости.
8. Зависимость электроёмкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости.
9. Энергия электрического поля заряженного конденсатора.
10. Зарядка и разрядка конденсатора через резистор.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Оценка сил взаимодействия заряженных тел.
2. Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода.
3. Изучение протекания тока в цепи, содержащей конденсатор.
4. Распределение разности потенциалов (напряжения) при последовательном соединении конденсаторов.
5. Исследование разряда конденсатора через резистор.

## **Тема 2. Постоянный электрический ток**

Электрический ток. Сила и плотность тока. Постоянный ток.

Условия существования постоянного тока. Электрическое поле внутри проводника с током. Напряжение. Источник тока. ЭДС источника тока.

Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его размеров. Удельное сопротивление вещества.

Последовательное и параллельное соединение проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления в цепях электрического тока. Расширение пределов измерения приборов.

Закон Ома для полной цепи и для участка цепи, содержащего ЭДС. Гальванические элементы. Правила Кирхгофа. Соединение источников тока.

Работа и мощность тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность источника тока. Короткое замыкание.

Конденсатор в цепи постоянного тока.

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

### ***Демонстрации***

1. Измерение силы тока и напряжения.
2. Исследование зависимости силы тока от напряжения для резистора, лампы накаливания и светодиода.
3. Зависимость сопротивления цилиндрических проводников от длины, площади поперечного сечения и материала.

4. Исследование зависимости силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.
5. Прямое измерение ЭДС. Короткое замыкание гальванического элемента и оценка внутреннего сопротивления.
6. Способы соединения источников тока, ЭДС батарей.
7. Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Исследование смешанного соединения резисторов.
2. Измерение удельного сопротивления проводников.
3. Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания.
4. Увеличение предела измерения амперметра (вольтметра).
5. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока
6. Исследование зависимости ЭДС гальванического элемента от времени при коротком замыкании.
7. Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.
8. Исследование зависимости полезной мощности источника тока от силы тока.

**Тема 3. Токи в различных средах**

Молекулярно-кинетическое объяснение закона Ома для твердых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.

Электрический ток в вакууме. Электронно-лучевая трубка. Вакуумные лампы – диод и триод.

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства  $p-n$ -перехода. Полупроводниковые приборы (диод, транзистор). Зависимость электрической проводимости полупроводников от температуры и освещенности (термистор, фоторезистор).

Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза. Определение заряда электрона.

Электрический ток в газах, ионизация, рекомбинация. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Термоэлектронная эмиссия. Различные типы самостоятельного разряда. Искровой разряд. Молния. Тлеющий разряд. Коронный разряд. Плазма.

*Технические устройства и практическое применение:* газоразрядные лампы, электронно-лучевая трубка, полупроводниково-

вые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод; гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия.

### ***Демонстрации***

1. Зависимость сопротивления металлов от температуры.
2. Проводимость электролитов.
3. Законы электролиза Фарадея.
4. Искровой разряд и проводимость воздуха.
5. Сравнение проводимости металлов и полупроводников.
6. Односторонняя проводимость диода.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Наблюдение электролиза.
2. Измерение заряда одновалентного иона.
3. Исследование зависимости сопротивления терморезистора от температуры.
4. Снятие вольт-амперной характеристики диода.

## **ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

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

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

## **МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ**

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

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

***Математика:*** Решение системы уравнений. Линейная функция, парабола, гипербола, их графики и свойства. Триго-

нометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс; основное тригонометрическое тождество. Векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов.

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

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

**География:** влажность воздуха, ветры, барометр, термометр.

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

## 11 класс

### РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

#### Тема 4. Магнитное поле

Постоянные магниты. Опыт Эрстеда. Гипотеза Ампера. Магнитное поле. Действие магнитного поля на магнитную стрелку и небольшой виток с током. Вектор индукции магнитного поля. Единицы измерения индукции магнитного поля. Линии магнитной индукции. Магнитное поле Земли. Конфигурация магнитного поля постоянного магнита. Магнитное поле прямого бесконечного провода с током. Закон Био-Савара.

Закон Био-Савара-Лапласа для магнитного поля линейного элемента тока. Принцип суперпозиции магнитных полей. Магнитное поле кругового витка на его оси.

Теорема о циркуляции и ее применение для нахождения индукции

магнитного поля толстого прямого бесконечного проводника с симметричным распределением плотности тока по поперечному сечению, тороидальной катушки и длинного соленоида.

Сила Ампера. Единица измерения силы тока. Рамка с постоянным током в однородном и неоднородном магнитном полях. Принцип действия электроизмерительных приборов. Электромотор.

Сила Лоренца и её связь с силой Ампера. Работа силы Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Циклотрон. Масс-спектрометр. Эффект Холла.

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

### ***Демонстрации***

1. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов.
2. Картина линий магнитной индукции поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током.
3. Взаимодействие двух проводников с током.
4. Сила Ампера.
5. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле.
6. Принцип действия электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Исследование магнитного поля постоянных магнитов
2. Исследование свойств ферромагнетиков.
3. Исследование действия постоянного магнита на рамку с током.
4. Измерение силы Ампера.
5. Изучение зависимости силы Ампера от силы тока.
6. Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера.

## **Тема 5. Электромагнитная индукция**

Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля. Поток через контур.

Явление электромагнитной индукции и его открытие Фарадеем. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Физическая природа ЭДС индукции в движущихся проводниках и в неподвижном проводящем контуре. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко в массивных проводниках.



Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность длинного соленоида. Установление тока в цепи, содержащей катушку индуктивности.

Энергия магнитного поля катушки с током. Плотность энергии магнитного поля. Электромагнитное поле.

Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость. Магнитные моменты атомов и электронов. Ферро-, диа- и парамагнетики. Гистерезис. Точка Кюри.

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

### ***Демонстрации***

1. Наблюдение явления электромагнитной индукции.
2. Исследование зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.
3. Правило Ленца.
4. Явление самоиндукции.
5. Исследование зависимости ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Исследование явления электромагнитной индукции.
2. Определение индукции вихревого магнитного поля.
3. Исследование явления самоиндукции.
4. Сборка модели электромагнитного генератора.

## **РАЗДЕЛ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

### **Тема 1. Механические колебания**

Колебания. Период и частота периодических процессов. Свободные колебания.

Условия возникновения свободных механических колебаний. Уравнения малых колебаний математического маятника и груза на горизонтальной пружине (вывод из законов Ньютона) и их решения. Зависимость характеристик колебательного процесса от свойств колебательной системы и от начальных условий.

Гармонические колебания: их амплитуда, частота и фаза. Связь амплитуды и фазы гармонических колебаний исходной величины с амплитудами и фазами колебаний соответствующих обобщенных скорости и ускорения.

Превращение энергии при механических гармонических колебаниях. Зависимость от времени потенциальной и кинетической энергии. Графики. Вывод уравнения колебаний из закона сохранения энергии. Колебания груза, прикрепленного к вертикальной пружине.

Понятие о затухающих колебаниях.

Сложение гармонических колебаний, происходящих в одном направлении. Метод векторных диаграмм. Биения.

Сложение колебаний, происходящих во взаимно перпендикулярных направлениях. Фигуры Лиссажу. Поляризация колебаний на плоскости.

Вынужденные механические колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.

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

### ***Демонстрации***

1. Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды.
2. Исследование колебаний груза на массивной пружине с целью формирования представлений об идеальной модели пружинного маятника.
3. Закон сохранения энергии при колебаниях груза на пружине.
4. Исследование вынужденных колебаний.
5. Наблюдение резонанса.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Измерение периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников.
2. Изучение законов движения тела в ходе колебаний на упругом подвесе.
3. Изучение движения нитяного маятника.
4. Преобразование энергии в пружинном маятнике.
5. Исследование убывания амплитуды затухающих колебаний.
6. Исследование вынужденных колебаний.

## **Тема 2. Электромагнитные колебания**

Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Превращение энергии в колебательном контуре. Уравнение, описывающее процессы в колебательном контуре и его решение. Формула Томсона. Графики зависимости силы тока и напряжения на конденсаторе от времени.

Вывод уравнения затухающих колебаний для неидеального колебательного контура. Решение уравнения затухающих колебаний и его основные свойства. Добротность колебательной системы, *лога-*

*рифмический декремент затухания.*

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

Принцип получения синусоидального переменного тока, его действующее значение. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока: активное, индуктивное и емкостное сопротивления, сдвиги фаз между током и напряжением на идеальных элементах цепи. Расчет цепей переменного тока с помощью векторных диаграмм.

Закон Ома для цепей синусоидального переменного тока на примере последовательного соединения элементов. Полное сопротивление цепи переменному току. Резонанс напряжений. Резонанс токов при параллельном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.

Мощность в цепи синусоидального переменного тока. Коэффициент мощности и способы его повышения. Передача электрической энергии на большие расстояния. Трехфазный ток.

Трансформатор. Режим холостого хода. Способы уменьшения потерь при работе трансформатора.

Автоколебательные системы. Генератор незатухающих колебаний на триоде (транзисторе).

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

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

### ***Демонстрации***

1. Свободные электромагнитные колебания.
2. Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и ёмкости контура.
3. Осциллограммы электромагнитных колебаний.
4. Генератор незатухающих электромагнитных колебаний.
5. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока.
6. Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.
7. Устройство и принцип действия трансформатора.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Изучение трансформатора.
2. Исследование переменного тока через последовательно со-

- единённые конденсатор, катушку и резистор.
3. Наблюдение электромагнитного резонанса.
  4. Исследование работы источников света в цепи переменного тока.

### **Тема 3. Механические и электромагнитные волны**

Волновые процессы. Поперечные и продольные волны. Скорость распространения волны. Фронт волны. Монохроматическая волна. Период, частота и длина волны. Волновая поверхность.

Механические (упругие) волны, условия их распространения. Скорость упругих волн в различных средах. Стоячие волны.

Звук. Громкость, высота и тембр звука. Акустический резонанс. Ультразвук. Инфразвук. Шумовое загрязнение окружающей среды.

Интерференция волн. Когерентные источники. Законы отражения и преломления волн (вывод на основе принцип Гюйгенса). Дифракция волн. Принцип Гюйгенса-Френеля.

Связь между переменными электрическим и магнитным полями. Условия излучения электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитной волны. Взаимная ориентация векторов напряженности электрического поля, индукции магнитного поля в электромагнитной волне и скорости её распространения.

Открытый колебательный контур. опыты Герца. Отражение, преломление, поляризация, интерференция и дифракция электромагнитных волн. Плотность потока излучения.

Шкала электромагнитных волн.

Применение электромагнитных волн в технике и быту. Изобретение радио А.С. Поповым. Принципы радиосвязи и телевидения, модуляция и демодуляция. Простейший радиоприемник. 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***

1. Образование и распространение поперечных и продольных волн.
2. Колеблющееся тело как источник звука.
3. Зависимость длины волны от частоты колебаний.
4. Наблюдение отражения и преломления механических волн.

5. Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.
6. Акустический резонанс.
7. Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.
8. Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Изучение параметров звуковой волны.
2. Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве.

## **Тема 4. Геометрическая оптика**

Приближение геометрической оптики, понятие луча. Прямолинейное распространение луча в однородной среде. Точечный источник света.

Принцип Ферма. Закон отражения света. Плоское зеркало. Сферическое зеркало. Формула сферического зеркала. Построение изображений в сферических зеркалах. Действительное и мнимое изображения.

Закон преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления. Ход лучей в плоскопараллельной пластинке и в призме.

Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. Волоконные световоды.

Преломление на сферической поверхности. 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 произвольного параксиального луча, прошедшего линзу. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах. Сферическая и хроматическая абберация.

Глаз как оптическая система. Дефекты зрения. Очки. Оптические приборы (лупа, микроскоп, зрительная труба, телескоп), ход лучей в них, и их угловое увеличение. Разрешающая способность. Фотоаппарат, проектор.

Фотометрия. Поток лучистой энергии. Спектральная чувствительность глаза. Световой поток. Освещенность. Законы освещенности.

Единицы измерения фотометрических величин. Визуальные и объективные методы.

*Технические устройства и технологические процессы:* очки, лупа, перископ, фотоаппарат, микроскоп, проекционный аппарат, волоконная оптика.

### ***Демонстрации***

1. Законы отражения света.
2. Исследование преломления света.
3. Наблюдение полного внутреннего отражения. Модель световода.
4. Исследование хода световых пучков через плоскопараллельную пластину и призму.
5. Исследование свойств изображений в линзах.
6. Модели микроскопа, телескопа.

### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Измерение показателя преломления стекла.
2. Исследование зависимости фокусного расстояния от вещества (на примере жидких линз).
3. Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз.
4. Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы.
5. Получение изображения в системе из двух линз.
6. Конструирование телескопических систем.

## **Тема 5. Волновая оптика**

Волновая и корпускулярная теория света. Измерения скорости света Ремером, Физо.

Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Спектр. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред.

Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем (кольца Ньютона, полосы равной толщины, полосы равного наклона, опыт Юнга, интерферометр Майкельсона).

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Дифракционная решётка. Условия наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку.

Поляризация света.

Инфракрасные, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных волн.

*Технические устройства и технологические процессы:* просветление оптики, дифракционная решётка.

### ***Демонстрации***

1. Наблюдение интерференции света.
2. Наблюдение цветов тонких плёнок.
3. Наблюдение дифракции света.
4. Изучение дифракционной решётки.
5. Наблюдение дифракционного спектра.
6. Наблюдение дисперсии света.
7. Наблюдение поляризации света.
8. Применение поляроидов для изучения механических напряжений.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света.
2. Изучение поляризации света, отражённого от поверхности диэлектрика.
3. Изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях.
4. Наблюдение дисперсии.
5. Наблюдение и исследование дифракционного спектра.
6. Измерение длины световой волны.
7. Получение спектра излучения светодиода при помощи дифракционной решётки.

## **РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности.

Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Принцип 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***

- 1 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. Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка о квантах.

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

Фотоны. Энергия и импульс фотона.

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.

Особенности измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.

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

***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Исследование фоторезистора.
2. Измерение постоянной Планка на основе исследования фотоэффекта.
3. Исследование зависимости силы тока через светодиод от напряжения

### Тема 2. Физика атома

Непрерывный и линейчатый спектры излучения и поглощения, спектральный анализ.

Модель атома Томсона. Планетарная модель атома. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа частиц.

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

Спектр уровней энергии атома водорода (модель Бора).

Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер.

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

***Демонстрации***



1. Наблюдение линейчатых спектров.
2. Устройство и действие счётчика ионизирующих частиц.
3. Определение длины волны лазерного излучения.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум***

1. Наблюдение линейчатого спектра.
2. Исследование спектра разреженного атомарного водорода и измерение постоянной Ридберга.

### **Тема 3. Физика атомного ядра и элементарных частиц**

Открытие естественной радиоактивности. Альфа-, бета- распад и гамма-излучение. Методы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Правило смещения.

Открытие нейтрона и протона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга—Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра.

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

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Цепные ядерные реакции. Критическая масса. Ядерные реакторы. Термоядерные реакции. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики. Искусственная радиоактивность.

Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Защита от радиоактивных излучений. Естественный фон излучения. Дозиметрия. Применение радиоактивных изотопов.

Элементарные частицы. Открытие позитрона. Античастицы. Распад нейтрона, открытие нейтрино. 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***

1. Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).
2. Исследование радиоактивного фона с использованием дози-

метра.

### 3. Изучение поглощения бета-частиц алюминием.

## ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

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

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

## ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ

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

Роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики 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.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС (204 ч)

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся <sup>1</sup>
<b>РАЗДЕЛ 1. НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ (6 ч)</b>		
Научный метод познания природы(6 ч)	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.	Участие в дискуссии о роли физической теории в формировании представлений о физической картине мира, месте физической картины мира в общем ряду современных естественнонаучных представлений о природе. Сравнение измерений физических величин при помощи аналоговых и цифровых измерительных приборов. Освоение способов оценки погрешностей измерений.
<b>РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИКА (83 ч)</b>		

<p>Кинематика материальной точки (22 ч)</p>	<p>Механическое движение и его относительность. Система отсчета. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат. Траектория, путь, перемещение. Равномерное прямолинейное движение и его скорость. Средняя скорость неравномерного движения. Мгновенная скорость. Сложение перемещений и закон сложения скоростей. Ускорение. Кинематический принцип независимости движений. Равноускоренное прямолинейное движение, вывод зависимости координаты от времени. Графики зависимостей ускорения, скорости, координаты, пройденного пути от времени и связи между ними. Криволинейное движение. Естественный способ описания движения. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное (центростремительное), тангенциальное и полное ускорение. Вывод формулы для центростремительного ускорения при движении по окружности с постоянной скоростью. Движение по окружности. Период и частота обращения. Угловая и линейная скорости, связь между ними. Угловое ускорение и его связь с тангенциальным ускорением. Свободное падение как частный случай равноускоренного движения. Время полета, высота подъема и скорость падения тела, брошенного вертикально с некото-</p>	<p>Проведение косвенных измерений мгновенной скорости и ускорения тела, проведение исследования зависимостей между физическими величинами и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении равноускоренного прямолинейного движения, движения тела, брошенного горизонтально, движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул кинематики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по кинематике. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов кинематики: относительность механического движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения.</p>
---	--	--

	рой высоты. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат и скорости от времени, их графики. Уравнение траектории. Время, высота и дальность полета.	
Динамика материальной точки (22 ч)	Первый закон Ньютона и его значение. Способ выбора инерциальной системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея при переходе от неподвижной системы отсчета к системе отсчета, движущейся с постоянной скоростью. Неинерциальные системы отсчета (определение, примеры). Сила как мера взаимодействия двух тел, её векторный характер и способы измерения. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Масса, методы и единицы её измерения. Единицы измерения силы. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная и её измерение Кавендишем. Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Сила тяжести. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Вес тела, невесомость и перегрузки. Движение небесных тел и их спутников. Первая космическая скорость. Законы Кеплера (без вывода). Силы трения. Сухое трение: трение скольжения и трение покоя, коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в	Проведение косвенных измерений равнодействующей сил и коэффициента трения скольжения, проведение исследования зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении движения бруска по наклонной плоскости, движения системы связанных тел, деформации тел. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул кинематики и динамики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по кинематике и динамике. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов: подшипники, движение искусственных спутников. Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчёта, материальная точка, абсолютно упругая деформация. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов динамики: три закона Ньютона, прин-

	<p>жидкости или газе, её зависимость от скорости относительного движения. Силы упругости. Упругие и пластические деформации. Растяжение и сжатие, сдвиг, кручение, изгиб. Закон Гука. Модуль Юнга и его физический смысл.</p>	<p>цип относительности Галилея, закон всемирного тяготения. Работа в группах при обсуждении вопросов межпредметного характера (например, по теме «Движение в природе»).</p>
<p>Законы сохранения в механике (18 ч)</p>	<p>Импульс материальной точки. Скорость изменения импульса материальной точки. Импульс системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс. Импульс силы и изменение импульса тела. Закон изменения импульса системы материальных точек. Закон сохранения импульса.</p> <p>Реактивное движение. Уравнение Мещерского для движения ракеты вдали от массивных космических тел (вывод).</p> <p>Механическая работа. Графический способ вычисления работы. Мощность силы. Кинетическая энергия материальной точки и теорема об её изменении.</p> <p>Потенциальные (консервативные) силы. Работа однородного гравитационного поля и силы упругости. Потенциальная энергия тел во внешних полях. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле Земли. Потенциальная энергия системы взаимодействующих тел.</p> <p>Законы изменения и сохранения механической энергии системы материальных точек.</p>	<p>Проведение косвенных измерений импульса тела, кинетической и потенциальной энергии тела; проведение опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении равноускоренного прямолинейного движения и взаимодействия тел.</p> <p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул механики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по механике. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: движение ракет, водомёт, копёр, пружинный пистолет, гироскоп, фигурное катание на коньках.</p> <p>Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения.</p> <p>Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием законов сохранения в механике: законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы</p>

	Вторая и третья космические скорости. Упругие и неупругие столкновения.	силы с изменением механической энергии тела. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности.
Кинематика, динамика и статика твердого тела (11 ч.)	<p>Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, действующих на твердое тело, с учетом линий их действия. Понятие равнодействующей. Центр тяжести тела. Момент импульса материальной точки относительно оси. Закон сохранения момента импульса в центральных полях. Уравнение вращательного движения абсолютно твердого тела относительно неподвижной оси. Момент инерции, теорема Штейнера.</p> <p>Простые механизмы: рычаги 1-го и 2-го рода, блок, полиспаст, ворот, клин, винт. Условия равновесия твердого тела. Теорема о трех силах. Виды равновесия (устойчивое, неустойчивое, безразличное) и потенциальная энергия.</p>	<p>Проведение исследования условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения; конструирование кронштейнов и расчёт сил упругости; изучение устойчивости твёрдого тела, имеющего площадь опоры. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул статики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по статике. Объяснение основных принципов действия технических устройств: кронштейн, строительный кран, решётчатые конструкции. Определение условий применимости модели абсолютно твёрдого тела. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием условий равновесия твёрдого тела.</p>
Гидростатика и элементы гидродинамики (10 ч.).	<p>Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Гидростатическое давление в жидкости в поле тяжести. Сообщающиеся сосуды. Гидростатический парадокс. Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Изменение давления с высотой. Ртутный и мембранный барометры. Закон Архимеда. Условие плавания тел.</p>	<p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул гидростатики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по гидростатике. Объяснение основных принципов действия технических устройств: гидравлический</p>



	Идеальная жидкость. Линии и трубки тока. Ламинарное и турбулентное течения. Стационарный поток. Уравнение Бернулли. Эффект Магнуса.	пресс, шлюзовые камеры, барометры, крыло самолета. Определение условий применимости моделей физических тел: идеальная жидкость. Выполнение учебных заданий на анализ механических процессов (явлений) с использованием основных законов гидростатики.
<b>РАЗДЕЛ 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (51 ч)</b>		
Основы молекулярно-кинетической теории и газовые законы (18 ч)	<p>Основные положения МКТ и 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.</p> <p>Тепловое равновесие. Температура и способы её измерения. Шкала температур Цельсия.</p> <p>Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля и графики описываемых ими процессов. Шкала температур Кельвина. Газовый термометр. Вывод уравнения Менделеева—Клапейрона на основе газовых законов. Закон Дальтона.</p> <p>Идеальный газ с точки зрения молекулярно-кинетических представлений. Вывод основного уравнения МКТ. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Постоянная Больцмана. Опыт Штерна, распределение молекул по ско-</p>	<p>Проведение измерений параметров газа, проведение исследований зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении установления теплового равновесия и изопроцессов в газах. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул молекулярной физики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по молекулярной физике.</p> <p>Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: термометр, барометр, получение наноматериалов.</p> <p>Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): моделей газа, жидкости и твёрдого (кристаллического) тела, идеального газа. Выполнение учебных заданий на анализ тепловых процессов (явлений) с использованием основных</p>

	<p>ростям. Функция распределения Максвелла. Распределение Больцмана, изотермическая атмосфера.</p>	<p>положений МКТ и законов молекулярной физики: связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева—Клапейрона</p>
<p>Термодинамика. Тепловые машины (18 ч)</p>	<p>Термодинамическая (ТД) система. Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне. Нулевое начало термодинамики.</p> <p>Работа газа при квазистатическом процессе. Вычисление работы по графику процесса на <math>pV</math>-диаграмме.</p> <p>Внутренняя энергия термодинамической системы. Число степеней свободы молекулы. Внутренняя энергия идеального газа.</p> <p>Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение. Количество теплоты.</p> <p>Первое начало термодинамики и его применение к изопроцессам. Теплоемкости системы, удельная и молярная. Теплоем-</p>	<p>Измерение удельной теплоёмкости вещества, проведение исследований зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении процессов теплообмена и адиабатного процесса.</p> <p>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул молекулярной физики и термодинамики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по молекулярной физике и термодинамике. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: холодильник, кондиционер, дизельный и карбюраторный двигатели, паровая турбина, получение сверхнизких температур, утилизация «тепловых» отходов с использованием теплового насоса, утилизация биологического топлива для выработки «тепловой» и электрической энергии. Вы-</p>

	<p>кость идеальных газов. Уравнение Майера.</p> <p>Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона (вывод).</p> <p>Тепловые машины и их КПД. Примеры реальных тепловых машин: карбюраторный двигатель (двигатель Отто), двигатель Дизеля.</p> <p>Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Максимальный КПД тепловых двигателей. Холодильная машина и тепловой насос. Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды.</p>	<p>полнение учебных заданий на анализ тепловых процессов (явлений) с использованием основных положений МКТ и законов молекулярной физики и термодинамики: первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности. Анализ и оценка последствий использования тепловых двигателей и теплового загрязнения окружающей среды с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании (в процессе подготовки сообщений, выполнений групповых проектов).</p>
<p>Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы (15 ч)</p>	<p>Испарение и конденсация. Насыщенный и ненасыщенный пар. Давление насыщенного пара. Влажность. Точка росы.</p> <p>Кипение жидкости. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости. Удельная теплота парообразования.</p> <p>Изотермы реального газа. Критическая температура. Уравнение Ван-дер-Ваальса.</p> <p>Фазовые переходы. Фазовые диаграммы: кривые кипения, плавления, сублимации, критическая точка, тройные точки.</p> <p>Удельная теплота фазового перехода. Уравнение теплового баланса.</p> <p>Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой</p>	<p>Наблюдение свойств насыщенных паров, проведение косвенных измерений абсолютной влажности воздуха, коэффициента поверхностного натяжения. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул молекулярной физики и термодинамики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по молекулярной физике и термодинамике. Объяснение основных принципов строения жидких кристаллов, получения современных материалов. Определение условий применимости моделей физических тел и процессов (явлений): мо-</p>

	<p>угол. Капиллярные явления. Формула Лапласа (без вывода). Тепловое расширение твердых тел и жидкостей. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне). Особенности теплового расширения воды.</p>	<p>делей газа, жидкости и твёрдого (кристаллического) тела, идеального газа. Выполнение учебных заданий на анализ тепловых процессов (явлений) с использованием основных положений МКТ и законов молекулярной физики и термодинамики: связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева—Клапейрона, первый закон термодинамики. Работа в группах при обсуждении вопросов межпредметного характера (например, по теме «Теплообмен в живой природе»).</p>
<p><b>РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (44 ч)</b></p>		
<p>Электрическое поле (24 ч)</p>	<p>Электризация тел. Электрический заряд. Проводники и диэлектрики. Элементарный электрический заряд. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле и его напряженность. Принцип суперпозиции. Графическое изображение поля с помощью силовых линий. Однородное электрическое поле. Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле. Поле точечного заряда. Теорема Гаусса (доказательство). Поле равномерно заряженных плоскости, сферы и шара. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Потенциал. Связь напряженности поля с разностью потенциалов в малой области пространства.</p>	<p>Проведение косвенных измерений и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении взаимодействия заряженных тел, заряда конденсатора, последовательного соединения конденсаторов. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул электростатики. Решение качественных задач, требующих применения знаний по электростатике. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: электроскоп, электромметр, электростатическая защита, заземление электроприборов,</p>

	<p>Потенциал поля точечного заряда, заряженной сферы и шара. Эквипотенциальные поверхности. Потенциальная энергия взаимодействия точечных зарядов. Проводники в электростатическом поле. Напряженность и потенциал электрического поля внутри проводника и вблизи поверхности. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества. Электроемкость. Конденсатор. Различные типы конденсаторов. Расчет емкости плоского и сферического конденсаторов. Параллельное и последовательное соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.</p>	<p>конденсаторы, генератор Ван де Граафа. Определение условий применимости моделей физических тел: точечный заряд, однородное электрическое поле. Выполнение учебных заданий на анализ электрических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов электродинамики: закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей. Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности.</p>
<p>Постоянный электрический ток (14 ч)</p>	<p>Электрический ток. Сила тока. Постоянный ток. Напряжение. Условия существования постоянного тока. Источник тока. ЭДС источника тока. Закон Ома для однородного участка цепи. Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его размеров. Удельное сопротивление вещества. Последовательное и параллельное соединение проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления в цепях электрического тока. Расширение пределов измерения приборов. Закон Ома для полной цепи и для участка</p>	<p>Проведение прямых измерений силы тока и напряжения, косвенных измерений удельного сопротивления, ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, проведение исследований зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении цепей постоянного тока. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул постоянного тока. Решение качественных задач, требующих применения знаний и законов постоянного тока. Объяснение основных принципов действия технических устройств,</p>

	<p>цепи, содержащего ЭДС. Соединение источников тока. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Мощность источника тока. Короткое замыкание. Конденсатор в цепи постоянного тока.</p>	<p>таких как: амперметр, вольтметр, реостат, счётчик электрической энергии. Выполнение учебных заданий на анализ электрических процессов (явлений) с использованием основных положений и законов электродинамики: законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля—Ленца. Работа в группах при обсуждении вопросов межпредметного характера (например, по теме «Электрические явления в природе»).</p>
<p>Токи в различных средах (6 ч)</p>	<p>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 <math>p</math>—<math>n</math>-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. Искровой разряд. Молния. Тлеющий разряд. Коронный разряд. Плазма.</p>	<p>Проведение косвенных измерений и исследований зависимостей между физическими величинами при изучении процессов протекания электрического тока в металлах, электролитах и полупроводниках. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием закономерностей постоянного тока в различных средах. Решение качественных задач, требующих применения закономерностей постоянного тока в различных средах. Объяснение основных принципов действия технических устройств: газоразрядные лампы, электронно-лучевая трубка, полупроводниковые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод; гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия.</p>

### ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ (16 ч)

Физический практикум (16 ч)	Способы измерения физических величин с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов. Абсолютные и относительные погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей.	<p>Проведение косвенных измерений физических величин. Например: ускорения свободного падения, работы силы, удельной теплоёмкости, модуля Юнга, удельного сопротивления материала проводника, заряда одновалентного иона.</p> <p>Проведение исследований зависимостей между физическими величинами. Например: зависимости периода обращения конического маятника от его параметров; зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации; исследование процесса остывания вещества; зависимости полезной мощности источника тока от силы тока; снятие вольт-амперной характеристики диода.</p> <p>Проведение опытов по проверке предложенных гипотез. Например: гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы; проверка законов для изопроцессов в газе.</p> <p>Соблюдение правил безопасного труда при проведении практикума.</p>
<b>Резерв (4 ч)</b>		

11 КЛАСС (204 ч)

Тематический блок, тема	Основное содержание	Основные виды деятельности учащихся
<b>РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (30 ч)</b>		
<p>Магнитное поле (14 ч)</p>	<p>Магнитное поле. Действие магнитного поля на магнитную стрелку и небольшой виток с током. Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции и конфигурация магнитного поля для простых случаев: постоянный магнит, прямой провод с током, соленоид, круглый виток. Магнитное поле Земли.</p> <p>Закон Био-Савара-Лапласа для элемента тока. Принцип суперпозиции. Теорема о циркуляции и ее применение для нахождения индукции магнитного поля в следующих случаях: прямой бесконечный провод с током; круговой ток; тороидальная катушка; длинный соленоид.</p> <p>Сила Ампера. Рамка с постоянным током в однородном магнитном поле. Принцип действия электроизмерительных приборов.</p> <p>Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Эффект Холла. Циклотрон. Масс-спектрометр.</p>	<p>Проведение косвенных измерений силы Ампера, проведение исследования зависимостей между физическими величинами и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении действия постоянного магнита на рамку с током, взаимодействия проводника с магнитным полем. Определение условий применимости модели однородного магнитного поля. Определение направления индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле». Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: применение постоянных магнитов, электромагнитов, тестер мультиметр, электродвигатель Якоби, ускорители элементарных частиц.</p>



<p>Электромагнитная индукция (16 ч)</p>	<p>Явление электромагнитной индукции и его открытие Фарадеем. Закон Фарадея. Правило Ленца. Физическая природа ЭДС индукции в движущихся проводниках и в неподвижном проводящем контуре. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко в массивных проводниках. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Индуктивность. Установление тока в цепи, содержащей индуктивность. Индуктивность длинного соленоида. Энергия магнитного поля соленоида. Плотность энергии магнитного поля. Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость. Магнитные моменты атомов и электронов. Ферро-, диа- и парамагнетика. Гистерезис. Точка Кюри.</p>	<p>Проведение исследования зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении явления электромагнитной индукции. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Электромагнитная индукция». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Электромагнитная индукция». Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: индукционная печь, соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли. Работа в группах при обсуждении вопросов межпредметного характера (например, по теме «Электромагнитные явления в природе»).</p>
<p><b>РАЗДЕЛ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (96 ч)</b></p>		
<p>Механические колебания (16 ч)</p>	<p>Понятие о колебательном движении, период и частота колебаний. Свободные колебания. Условия возникновения свободных механических колебаний. Уравнения малых колебаний математического маятника и груза на пружине (вывод). Гармонические колебания. Амплитуда, частота, период и фаза колебаний. Зависимость характеристик колебательного процесса от свойств колебательной системы и от начальных условий. Превращение энергии</p>	<p>Проведение косвенных измерений, исследования зависимостей между физическими величинами и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении колебаний нитяного и пружинного маятников, вынужденных и затухающих механических колебаний. Определение условий применимости модели математического маятника и идеального пружинного маятника. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физи-</p>

	<p>при механических колебаниях. Зависимость от времени потенциальной и кинетической энергии. Графики. Вывод уравнения колебаний из энергетических соотношений. Колебания груза, прикрепленного к вертикальной пружине. Понятие о затухающих колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.</p>	<p>ческой моделью с использованием основных законов и формул по теме «Механические колебания». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические колебания». Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф.</p>
<p>Электромагнитные колебания (22 ч)</p>	<p>Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре. Уравнение, описывающее процессы в колебательном контуре и его решение. Формула Томсона. Превращение энергии в колебательном контуре. Графики зависимости силы тока и напряжения на конденсаторе от времени. Вывод уравнения затухающих колебаний для механической и электрической систем. Добротность колебательной системы. Вынужденные электромагнитные колебания. Принцип получения переменного тока. Активное сопротивление (резистор) в цепи переменного тока. Действующие (эффективные) значения напряжения и силы тока. Конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Сдвиг фаз между током и напряжением. Индуктивное и емкостное сопротивления. Закон Ома для цепи переменного тока на примере последовательного соединения элементов. Полное сопротивление цепи</p>	<p>Проведение косвенных измерений и исследования зависимостей физических величин при изучении электромагнитных колебаний и цепей переменного тока. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Электромагнитные колебания». Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Электромагнитные колебания». Сравнение механических и электромагнитных колебаний. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач. Определение условий применимости модели идеального колебательного контура. Анализ и оценка последствий использования различных способов производства</p>

	<p>переменному току. Расчет цепей переменного тока с помощью векторных диаграмм. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности и способы его повышения. Передача электрической энергии на большие расстояния. Резонанс напряжений в последовательной цепи переменного тока. Резонанс токов при параллельном соединении катушки индуктивности и конденсатора. Трансформатор. Режим холостого хода. Способы уменьшения потерь при работе трансформатора. Автоколебательные системы. Генератор незатухающих колебаний на триоде (транзисторе).</p>	<p>электроэнергии с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании (в процессе подготовки сообщений, выполнений групповых проектов). Использование IT-технологий при работе с дополнительными источниками информации по теме, их критический анализ и оценка достоверности.</p>
<p>Механические и электромагнитные волны (10 ч)</p>	<p>Волновые процессы. Упругие волны. Поперечные и продольные волны. Период, скорость распространения и длина волны. Фронт волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция. Звуковые волны. Громкость, высота и тембр звука. Скорость звука. Акустический резонанс. Ультразвук. Инфразвук. Шумовое загрязнение окружающей среды. Открытый колебательный контур. опыты Герца. Скорость распространения электромагнитной волны. Электромагнитные волны и их свойства: отражение, преломление, поляризация, интерференция и дифракция. Шкала электромагнитных волн. Плотность потока излучения. Изобретение радио А.С. Поповым. Принципы радиосвя-</p>	<p>Сравнение механических и электромагнитных волн. Определение условий применимости модели гармонической волны. Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические и электромагнитные волны». Изучение параметров звуковой волны. Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: музыкальные инструменты, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике и медицине. Анализ и оценка последствий шумового и электромагнитного загрязнения окружаю-</p>

	зи, модуляция и демодуляция. Простейший радиоприемник. Применение электромагнитных волн в технике и быту.	щей среды с позиций экологической безопасности и представлений о рациональном природопользовании (в процессе подготовки сообщений, выполнений групповых проектов).
Геометрическая оптика (32 ч)	<p>Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света. Принцип Ферма. Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Плоское зеркало. Сферическое зеркало. Формула сферического зеркала. Построение изображений в сферических зеркалах. Действительное и мнимое изображения. Закон преломления света. Показатель преломления. Ход лучей в плоскопараллельной пластинке, в призме. Полное внутреннее отражение. Волоконные световоды. Преломление на сферической поверхности. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах. Сферическая и хроматическая аберрация. Глаз как оптическая система. Дефекты зрения. Оптические приборы и ход лучей в них (фотоаппарат, проектор, лупа, микроскоп, зрительная труба, телескоп). Глаз.</p>	<p>Наблюдение оптических явлений, проведение косвенных измерений, исследования зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении явлений преломления света на границе раздела двух сред, преломления света в собирающей и рассеивающей линзах. Решение расчетных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Оптика».</p> <p>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Оптика».</p> <p>Построение и расчёт изображений, создаваемых плоским зеркалом, тонкой линзой.</p> <p>Определение условий применимости модели тонкой линзы; границ применимости геометрической оптики.</p>
Волновая оптика (16 часов)	<p>Волновые свойства света. Скорость света. Измерение скорости света. Дисперсия света. Спектр. Поляризация света. Интерференция света, понятие о когерентности. Экспериментальные способы наблюдения</p>	<p>Наблюдение оптических явлений, проведение косвенных измерений, исследования зависимостей физических величин и опытов по проверке предложенной гипотезы при изучении волновых свойств</p>

	интерференции света: интерферометр Майкельсона, кольца Ньютона. Дифракция света. Опыт Юнга. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля и дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Виды излучения. Распределение энергии в спектре, спектральный анализ. Типы спектров излучения. Спектры поглощения. Инфракрасные, ультрафиолетовые и рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных волн.	света. Объяснение особенностей протекания оптических явлений: интерференции, дифракции, дисперсии, полного внутреннего отражения. Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: очки, лупа, перископ, фотоаппарат, микроскоп, проекционный аппарат, просветление оптики, волоконная оптика, дифракционная решётка.
<b>РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (4 ч)</b>		
Основы СТО (4 ч)	Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности. Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Принцип причинности. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины. Энергия и импульс релятивистской частицы. Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя.	Проведение косвенных измерений импульса и энергии релятивистских частиц (по фотографиям треков заряженных частиц в магнитном поле). Анализ и описание физических явлений с использованием постулатов специальной теории относительности. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: спутниковые приёмники, ускорители заряженных частиц.
<b>РАЗДЕЛ 7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (26 ч)</b>		
Корпускулярно-волновой дуализм (10 ч)	Равновесное тепловое излучение. Ультрафиолетовая катастрофа. Гипотеза Планка. Фотоэффект. опыты А Г Столетова. Законы фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Фотоны Энергия и	Проведение косвенных измерений, исследования зависимостей между физическими величинами при изучении явления фотоэффекта. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: спектрометр,

	<p>импульс фотона. Давление света. Опыты П.Н. Лебедева. Фотон, энергия и импульс фотона. Волновые свойства частиц. Дифракция электронов. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Особенности измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.</p>	<p>фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Квантовые явления». Определение условий применимости квантовой модели света. Анализ квантовых процессов с использованием уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, принципа соотношений неопределённости Гейзенберга.</p>
<p>Физика атома (8 ч)</p>	<p>Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода Бора. Испускание и поглощение энергии атомом. Непрерывный и линейчатый спектры. Принципы индуцированного излучения (лазеры).</p>	<p>Наблюдение линейчатых спектров. Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: спектроскоп, лазер, квантовый компьютер. Определение условий применимости модели атома Резерфорда. Анализ квантовых процессов на основе первого и второго постулатов Бора.</p>
<p>Физика атомного ядра и элементарных частиц (8 ч)</p>	<p>Открытие естественной радиоактивности. Альфа-, бета- распад и гамма-излучение. Методы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Радиоактивные превращения. Открытие нейтрона. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Правило смещения. Искусственное превращение атомных ядер. Строение атомного ядра. Протон. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного</p>	<p>Проведение измерений радиоактивного фона с использованием дозиметра и исследование треков частиц (по готовым фотографиям). Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитно-резонансная томография. Определение условий применимости модели атомного ядра.</p>

	<p>синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики. Искусственная радиоактивность. Цепные ядерные реакции. Критическая масса. Ядерный реактор. Применение радиоактивных изотопов. Термоядерные реакции. Биологическое действие радиоактивных излучений. Защита от радиоактивных излучений. Элементарные частицы. Открытие позитрона. Антчастицы. Распад нейтрона, открытие нейтрино. Методы регистрации и исследования элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Барions, мезоны и лептоны. Единство физической картины мира.</p>	<p>Анализ и описание ядерных реакций с использованием понятий массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра, законов сохранения заряда, массового числа и энергии в ядерных реакциях, закона радиоактивного распада. Анализ и оценка влияния радиоактивности на живые организмы, а также последствий развития ядерной энергетики с позиций экологической безопасности; представлений о рациональном природопользовании.</p>
<p><b>ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ (16 ч)</b></p>		
<p>Физический практикум (16 ч)</p>	<p>Способы измерения физических величин с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов и компьютерных датчиковых систем. Абсолютные и относительные погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ, описанных в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»).</p>	<p>Проведение косвенных измерений физических величин. Например: периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников, показателя преломления стекла, фокусного расстояния рассеивающей линзы, длины световой волны, постоянной Ридберга. Проведение исследований зависимостей физических величин. Например: зависимости силы Ампера от силы тока; зависимости ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи; зависимости силы тока через светодиод от напряжения; зависимости фокусного расстояния линзы от вещества. Проведение опытов по проверке предложенных гипотез.</p>

		Например, при изучении интерференции лазерного излучения, изучении дифракционного спектра, изучении поглощения бета-частиц алюминием. Соблюдение правил безопасного труда при проведении практикума.
<b>ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ (22 ч)</b>		
Систематизация и обобщение предметного содержания и опыта деятельности, приобретённого при изучении курса физики 10—11 классов.	Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Колебания и волны», «Основы специальной теории относительности», «Квантовая физика». Роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики 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.	Выполнение учебных заданий интегрированного характера, демонстрирующих освоение основных понятий, физических величин и законов курса физики 10—11 классов. Решение качественных задач, в том числе интегрированного и межпредметного характера. Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью, требующих применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла.
<b>Резерв (10 ч)</b>		



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

№ п/п	Наименование объектов и средств материально-технического обеспечения	Количество
1	Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский «ФИЗИКА — 10»; Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин «ФИЗИКА — 11»	По количеству учащихся
2	Учебник для углубленного изучения физики под ред. Г.Я. Мякишева: т.1 Г.Я. Мякишев «Механика» 10 кл.; т.2 Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков «Молекулярная физика и термодинамика» 10 кл.; т.3 Г.Я. Мякишев «Электродинамика» 10-11 кл.; т.4 Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков «Колебания и волны» 11 кл.; т.5 Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков «Оптика. Квантовая физика» 11 кл.	По два на класс
3	Т.П. Корнеева «Сборник задач по физике»	По количеству учащихся
4	Журнал «Квант» ( <a href="http://kvant.mccme.ru/">http://kvant.mccme.ru/</a> )	интернет-ресурс
5	Технические средства обучения: компьютер, интерактивная доска, МФУ	по необходимости