

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Министерство образования и науки Самарской области**

**Администрация городского округа Самара**

**МБОУ Школа № 96 г.о.Самара**

**РАССМОТРЕНО**

на заседании ШМО учителей гуманитарного  
цикла

Председатель ШМО

И.А. Мантрова

Протокол №1 от 29.08.2023г.

**ПРОВЕРЕНО**

Зам. директора

Шаповаловой Г.

А

30.08.2023год

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор МБОУ Школы №96 г.о. Самара

Е.М. Сычева

Приказ №202-од от 31.08.2023г



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебного предмета «Физика»**

для обучающихся 10 – 11 классов

Модельная синхронизированная рабочая программа базового и углублённого изучения предмета «Физика» в 10-11 классе разработана на основе Рабочих программ среднего общего образования по физике (базовый уровень, углублённый уровень), одобренных решением федерального учебнометодического объединения по общему образованию от 29.02.2022г., протокол 7/22.

Данная программа служит основанием для учителя по разработке рабочей программы по физике в классах, где реализуются мультипрофильный учебный план. В разделе «Тематическое планирование» учебного курса содержание обучения синхронизировано для освоения обучающимися предмета как на базовом, так и углубленном уровне.

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 и базовом 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 физико-техническим и инженерным специальностям.*

В программе определяются планируемые результаты освоения курса физики на уровне среднего общего образования: личностные, метапредметные, предметные (на углублённом и базовом 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 и **базовом** уровне, в том числе *предметные результаты* по годам обучения;

*содержание учебного предмета «Физика» по годам обучения;*

*примерное тематическое планирование* с указанием количества часов на изучение каждой темы и *примерной характеристикой учебной деятельности учащихся*, реализуемой при изучении этих тем.

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

Рабочая программа не сковывает творческую инициативу учителей и предоставляет возможности для реализации различных методических подходов к преподаванию физики на углублённом и **базовом** 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.

Курсивом в тексте программы выделены элементы Цели и задачи, Предметных результатов и Содержания учебного материала, которые представлены для изучения на углублённом уровне

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

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

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

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

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

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

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

Освоение содержания программы должно быть построено на принципах системно-деятельностного подхода. Для физики реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного эксперимента как постоянно действующего фактора учебного процесса. *Для углублённого уровня — это система самостоятельного ученического эксперимента, включающего фронтальные ученические опыты при изучении нового материала, лабораторные работы и работы практикума. При этом возможны два способа реализации физического практикума. В первом случае практикум проводится либо в конце 10 и 11 классов, либо после первого и второго полугодий в каждом из этих классов. Второй способ — это интеграция работ практикума в систему лабораторных работ, которые проводятся в процессе изучения раздела (темы). При этом под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству 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 углублённого и **базового** уровня в средней школе должен изучаться **в условиях предметного кабинета**. В кабинете физики должно быть необходимое лабораторное оборудование для выполнения указанных в программе ученических опытов, лабораторных работ и работ практикума, а также демонстрационное оборудование.

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

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

## **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 в процессе изучения курса физики на уровне среднего общего образования:
- приобретение системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, включая механику, молекулярную физику, электродинамику, квантовую физику и элементы астрофизики;
- формирование умений применять теоретические знания для объяснения физических явлений в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- освоение способов решения различных задач с явно заданной физической моделью, задач, подразумевающих самостоятельное создание физической модели, адекватной условиям задачи, в том числе задач инженерного характера;
- понимание физических основ и принципов действия технических устройств и технологических процессов, их влияния на окружающую среду;

- овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата;
- создание условий для развития умений проектно-исследовательской, творческой деятельности;
- развитие интереса к сферам профессиональной деятельности, связанной с физикой.

## **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, планиующими продолжение образования по специальностям физико-технического профиля.

Учебным планом предусмотрено изучение физики в объёме 340 ч за два года обучения: 5 ч в неделю в 10 и 11 классах, на базовом уровне в объёме 136 ч за два года обучения по 2 ч в неделю в 10 и 11 классах. В тематическом планировании для 10 и 11 классов предполагаются резерв времени, который учитель может использовать по своему усмотрению, и повторительно-обобщающие уроки.

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

Освоение учебного предмета «Физика» на уровне среднего общего образования (углублённый и **базовый** уровень) 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 среднего общего образования по физике у обучающихся совершенствуется *эмоциональный интеллект*, предполагающий сформированность:

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

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **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 альтернативные решения.

#### **Работа с информацией:**

- владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;
- оценивать достоверность информации;
- использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;

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

### **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 своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;
- предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

### **Универсальные регулятивные действия**

#### **Самоорганизация:**

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

#### **Самоконтроль:**

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



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

#### **Принятие себя и других:**

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

### **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

#### **10 класс**

В процессе изучения курса физики углублённого и **базового** уровня в 10 классе ученик научится: ☐ Понимать (**демонстрировать**) 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 (*учитывать*) 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 (*описывать*) электрические явления, используя основные положения и законы электродинамики (закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, *потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, при этом указывая условия применимости закона Кулона*; а также практически важные соотношения: законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля—Ленца, *правила Кирхгофа, законы Фарадея для электролиза*);

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

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

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

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

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

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

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

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов 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;*

использовать теоретические знания по физике в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде;

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 научнопопулярной 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 выполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;*

▣ *проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля. 11 класс В процессе изучения курса физики углублённого и базового уровня в 11 классе ученик научится:*

- понимать (**демонстрировать**) роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики в современной научной картине мира; роль астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научнотехническом развитии; *значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — электродинамики, специальной теории относительности, квантовой физики*; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;
- различать (**учитывать**) условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): однородное электрическое и однородное магнитное поля, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза; моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;
- различать условия (границы, области) применимости физических законов, *понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов*;
- анализировать и объяснять электромагнитные процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и специальной теории относительности (закон сохранения электрического заряда, сила Ампера, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, связь ЭДС самоиндукции в элементе электрической цепи со скоростью изменения силы тока; постулаты специальной теории относительности Эйнштейна);
- анализировать и объяснять квантовые процессы и явления, используя положения квантовой физики (уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип соотношения неопределённостей Гейзенберга, законы сохранения зарядового и массового чисел и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада);
- описывать физические процессы и явления, используя величины: напряжённость электрического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, индукция магнитного поля, магнитный поток, сила Ампера, индуктивность, электродвижущая сила самоиндукции, энергия магнитного поля проводника с током, релятивистский импульс, полная энергия, энергия покоя свободной частицы, энергия и импульс фотона, массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра;
- объяснять особенности протекания физических явлений: электромагнитная индукция, самоиндукция, резонанс, интерференция волн, дифракция, дисперсия, полное внутреннее отражение, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), альфа- и бета-распады ядер, гаммаизлучение ядер; физические принципы спектрального анализа и работы лазера;
- *определять направление индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца*;
- *строить изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой, и рассчитывать его характеристики*;
- *применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звёздах, в звёздных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звёзд и Вселенной*;
- проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;
- проводить косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;
- проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;

- *описывать методы получения научных астрономических знаний;*
- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, практикума и учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
- решать расчётные задачи с явно заданной *и неявно заданной физической моделью*: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;
- решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов 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 физикотехнического профиля.*

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ФИЗИКА»

### 10 класс

| Базовый уровень (2 часа)   | Углубленный уровень (5 часов)   |
|--|---|
| Тема 1. Физика и методы научного познания (2 часа)   | Тема 1. Физика и методы научного познания (6 часов)   |
| <p>Физика — наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике. Моделирование физических явлений и процессов. Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей.</p> <p>Демонстрации 1. Аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчики</p> | <p>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.</p> <p><i>Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы). Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная).</i></p> <p>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. <i>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Измерение силы тока и напряжения в цепи постоянного тока при помощи аналоговых и цифровых измерительных приборов.</i></li> <li>2. <i>Знакомство с цифровой лабораторией по физике. Примеры измерения физических величин при помощи компьютерных датчиков.</i></li> </ol> |
| Тема 2. Механика (18 часов)  | Тема 2. Механика (35 часов)   |
| 2.1 Кинематика (5 часов)   | 2.1 Кинематика (10 часов)   |

|  |   |
|--|---|
| <p>Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Траектория.</p> <p>Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей.</p> <p>Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени.</p> <p>Свободное падение. Ускорение свободного падения.</p> <p>Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности с постоянной по модулю скоростью. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота обращения. Центростремительное ускорение. <i>Технические устройства и практическое применение:</i> спидометр,</p> | <p>Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта.</p> <p><i>Прямая и обратная задачи механики.</i></p> <p><i>Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат.</i> Траектория.</p> <p>Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат. Сложение перемещений и сложение скоростей.</p> <p>Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Зависимость координат, скорости, ускорения и пути материальной точки от времени и их графики.</p> <p>Свободное падение. Ускорение свободного падения. <i>Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости</i></p> |
|--|---|



движение снарядов, цепные и ремённые передачи.

### **Демонстрации**

1. Модель системы отсчёта, иллюстрация кинематических характеристик движения.
2. Преобразование движений с использованием простых механизмов.
3. Падение тел в воздухе и в разреженном пространстве.
4. Наблюдение движения тела, брошенного под углом к горизонту и горизонтально.
5. Измерение ускорения свободного падения.
6. Направление скорости при движении по окружности.

### **Ученический эксперимент, лабораторные работы<sup>1</sup>**

1. Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.
2. Исследование соотношения между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю.
3. Изучение движения шарика в вязкой жидкости.
4. Изучение движения тела, брошенного горизонтально.

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

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

### **Демонстрации**

Модель системы отсчёта, иллюстрация кинематических характеристик движения.

*Способы исследования движений.*

*Иллюстрация предельного перехода и измерение мгновенной скорости.*

Преобразование движений с использованием механизмов.

Падение тел в воздухе и в разреженном пространстве.

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

Направление скорости при движении по окружности.

*Преобразование угловой скорости в редукторе.*

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

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

Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.

*Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости.*

*Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении.*

*Измерение ускорения свободного падения (рекомендовано использование цифровой лаборатории).*

<sup>1</sup> Здесь и далее приводится расширенный перечень лабораторных работ и опытов, из которого учитель делает выбор по своему усмотрению с учётом выбранного УМК и имеющегося оборудования.

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

|  |   |
|--|---|
|  | <p><i>Изучение движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.</i></p> <p><i>Исследование зависимости периода обращения конического маятника от его параметров.</i></p>   |
| 2.2 Динамика (7 часов)   | 2.2 Динамика (10 часов)   |
| <p>Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта.</p> <p>Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки. Третий закон Ньютона для материальных точек.</p> <p>Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость.</p> <p>Сила упругости. Закон Гука. Вес тела.</p> <p>Трение. Виды трения (покоя, скольжения, качения). Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе. Поступательное и вращательное движение абсолютно твёрдого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твёрдого тела.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> подшипники, движение искусственных спутников.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Явление инерции.</li> <li>2. Сравнение масс, взаимодействующих тел.</li> <li>3. Второй закон Ньютона.</li> <li>4. Измерение сил.</li> <li>5. Сложение сил.</li> <li>6. Зависимость силы упругости от деформации.</li> <li>7. Невесомость. Вес тела при ускоренном подъёме и падении.</li> <li>8. Сравнение сил трения покоя, качения и скольжения.</li> <li>9. Условия равновесия твёрдого тела. Виды равновесия. <b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b> 1. Изучение движения бруска по наклонной плоскости.</li> </ol> | <p>Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. <i>Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры).</i></p> <p>Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил.</p> <p>Второй закон Ньютона для материальной точки.</p> <p>Третий закон Ньютона для материальных точек.</p> <p>Закон всемирного тяготения. <i>Эквивалентность гравитационной и инертной массы.</i></p> <p>Сила тяжести. <i>Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера.</i> Первая космическая скорость.</p> <p>Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. <i>Вес тела, движущегося с ускорением.</i></p> <p>Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе, <i>её зависимость от скорости относительного движения.</i></p> <p><i>Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.</i></p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> подшипники, движение искусственных спутников.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <p><i>Наблюдение движения тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта.</i></p> <p><i>Принцип относительности.</i></p> <p><i>Качение двух цилиндров или шаров разной массы с одинаковым ускорением относительно неинерциальной системы отсчёта.</i></p> |

2. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине

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

|  |   |
|--|---|
| <p>и резинового образце, от их деформации.</p> <p>3. Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.</p> | <p><i>Равенство сил, возникающих в результате взаимодействия тел.</i></p> <p><i>Измерение масс по взаимодействию.</i></p> <p><i>Невесомость.</i></p> <p>Вес тела при ускоренном подъёме и падении.</p> <p><i>Центробежные механизмы.</i></p> <p>Сравнение сил трения покоя, качения и скольжения.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p>Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости.</p> <p><i>Проверка гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы.</i></p> <p>Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резинового образце, от их деформации.</p> <p><i>Изучение движения системы тел, связанных нитью, перекинутой через лёгкий блок.</i></p> <p><i>Измерение коэффициента трения по величине углового коэффициента зависимости <math>F_{тр}(N)</math>.</i></p> <p><i>Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения.</i></p> <p><i>Изучение движения груза на валу с трением.</i></p> |
|  | <p>2.3 Статика твёрдого тела (5 часов)</p>  |
|  | <p>Абсолютно твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела. Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела. Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы: кранштейн, строительный кран, решётчатые конструкции. Демонстрации</i></p> <p>Условия равновесия. Виды равновесия.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p>Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.</p> <p>Конструирование кранштейнов и расчёт сил упругости.</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  | Изучение устойчивости твёрдого тела, имеющего площадь опоры.   |
| 2.3 Законы сохранения в механике (6 часов)   | 2.4 Законы сохранения в механике (10 часов)  |
| <p>Импульс материальной точки (тела), системы материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела.</p> <p>Закон сохранения импульса. Реактивное движение.</p> <p>Работа силы. Мощность силы.</p> <p>Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии.</p> <p>Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли.</p> <p>Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии.</p> <p>Упругие и неупругие столкновения.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> водомёт, копёр, пружинный пистолет, движение ракет. <b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закон сохранения импульса.</li> <li>2. Реактивное движение.</li> <li>3. Переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение абсолютно неупругого удара с помощью двух одинаковых нитяных маятников.</li> <li>2. Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела на примере растяжения резинового жгута.</li> </ol> | <p>Импульс материальной точки, системы материальных точек. <i>Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс.</i></p> <p>Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса.</p> <p>Реактивное движение.</p> <p><i>Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях.</i></p> <p>Работа силы на малом и на конечном перемещении. <i>Графическое представление работы силы.</i> Мощность силы.</p> <p>Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.</p> <p>Потенциальные и непотенциальные силы. <i>Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость.</i></p> <p>Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел. Закон сохранения механической энергии. <i>Упругие и неупругие столкновения.</i></p> <p><i>Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии.</i></p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> движение ракет, водомёт, копёр, пружинный пистолет, <i>гироскоп, фигурное катание на коньках.</i></p> <p><b>Демонстрации</b></p> <p>Закон сохранения импульса. Реактивное движение. <i>Измерение мощности силы.</i></p> <p><i>Изменение энергии тела при совершении работы.</i></p> |

Взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий при действии на тело силы тяжести и силы упругости. *Сохранение энергии при свободном падении.*

|  |   |
|--|---|
|  | <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение импульса тела по тормозному пути.</li> <li>2. Измерение силы тяги, скорости модели электромобиля и мощности силы тяги.</li> <li>3. Сравнение изменения импульса тела с импульсом силы.</li> <li>4. Исследование сохранения импульса при упругом взаимодействии.</li> <li>5. Измерение кинетической энергии тела по тормозному пути.</li> <li>6. Сравнение изменения потенциальной энергии пружины с работой силы трения.</li> <li>7. Определение работы силы трения при движении тела по наклонной плоскости.</li> </ol>  |
| Тема 3. Молекулярная физика и термодинамика (24 часа)  | Тема 3. Молекулярная физика и термодинамика (49 часов)  |
| 3.1 Основы молекулярно-кинетической теории (9 часов)   | 3.1 Основы молекулярно-кинетической теории (15 часов)   |
| <p>Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Броуновское движение. Диффузия. 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. Количество вещества. Постоянная Авогадро. Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Шкала температур Цельсия. Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа. Шкала температур Кельвина. Газовые законы. Уравнение Менделеева—Клапейрона. Закон Дальтона. Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> термометр, барометр.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опыты, доказывающие дискретное строение вещества, фотографии молекул органических соединений.</li> <li>2. Опыты по диффузии жидкостей и газов.</li> <li>3. Модель броуновского движения.</li> <li>4. Модель опыта Штерна.</li> </ol> | <p>Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их опытное обоснование. Диффузия. Броуновское движение. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Масса и размеры молекул (атомов). Количество вещества. Постоянная Авогадро.</p> <p>Тепловое равновесие. Температура и способы её измерения. Шкала температур Цельсия.</p> <p>Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом.</p> <p>Газовые законы. Уравнение Менделеева—Клапейрона.</p> <p>Абсолютная температура (шкала температур Кельвина). Закон Дальтона.</p> <p>Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.</p> <p>Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ идеального газа).</p> <p><i>Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её</i></p> |



|   |  |
|---|--|
| <p>5. Опыты, доказывающие существование межмолекулярного взаимодействия.</p> <p>6. Модель, иллюстрирующая природу давления газа на стенки сосуда.</p> <p>7. Опыты, иллюстрирующие уравнение состояния идеального газа, изо- процессы.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b></p> <p>1. Определение массы воздуха в классной комнате на основе измерений объёма комнаты, давления и температуры воздуха в ней.</p> <p>2. Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа.</p> | <p><i>частиц.</i></p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы: термометр, барометр, получение наноматериалов.</i></p> <p><b>Демонстрации</b></p> <p>Модели движения частиц вещества.</p> <p>Модель броуновского движения.</p> <p><i>Видеоролик с записью реального броуновского движения.</i></p> <p>Диффузия жидкостей.</p> <p>Модель опыта Штерна.</p> <p>Притяжение молекул.</p> <p>Модели кристаллических решёток.</p> <p>Наблюдение и исследование изопроецессов.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p><i>Исследование процесса установления теплового равновесия при теплообмене между горячей и холодной водой.</i></p> <p><i>Изучение изотермического процесса (рекомендовано использование цифровой лаборатории).</i></p> <p><i>Изучение изохорного процесса. Изучение изобарного процесса.</i></p> <p><i>Проверка уравнения состояния.</i></p> |
| <p>3.2 Основы термодинамики (10 часов)</p>  | <p>3.2 Основы термодинамики (20 часов)</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения. Количество теплоты и работа. Внутренняя энергия одноатомного идеального газа. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Удельная теплоёмкость вещества. Количество теплоты при теплопередаче.</p> <p>Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа.</p> <p>Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе.</p> <p>Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины. Цикл Карно и его КПД. Экологические проблемы теплоэнергетики.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> двигатель внутреннего сгорания, бытовой холодильник, кондиционер.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> | <p><i>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.</i></p> <p><i>Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД системы к тепловому равновесию.</i></p> <p>Модель идеального газа в термодинамике — система уравнений: уравнение Менделеева—Клапейрона и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа. <i>Квазистатические и нестатические процессы.</i></p> <p>Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на <math>pV</math>-диаграмме.</p> <p>Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы</p> |
|---|---|

|   |   |
|---|---|
| <p>1. Изменение внутренней энергии тела при совершении работы: вылет пробки из бутылки под действием сжатого воздуха, нагревание эфира в латунной трубке путём трения (видеодемонстрация).</p> <p>2. Изменение внутренней энергии (температуры) тела при теплопередаче.</p> <p>3. Опыт по адиабатному расширению воздуха (опыт с воздушным огнём).</p> <p>4. Модели паровой турбины, двигателя внутреннего сгорания, реактивного двигателя.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b></p> <p>1. Измерение удельной теплоёмкости.</p> | <p>без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение. Количество теплоты. Теплоёмкость тела. <i>Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера.</i> Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче. Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы.</p> <p>Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние ТД системы проходит единственная адиабата. Абсолютная температура. Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов. Принципы действия тепловых машин. КПД. Максимальное значение КПД. Цикл Карно. Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды. <i>Технические устройства и технологические процессы:</i> 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 электроэнергии. <b>Демонстрации</b></p> <p>1. Изменение температуры при адиабатическом расширении.</p> <p>2. Воздушное огниво.</p> <p>3. Сравнение удельных теплоёмкостей веществ.</p> <p>4. Способы изменения внутренней энергии.</p> <p>5. Исследование адиабатного процесса.</p> <p>6. <i>Компьютерные модели тепловых двигателей.</i></p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p>1. Измерение удельной теплоёмкости.</p> <p>2. <i>Исследование процесса остывания вещества.</i></p> <p>3. <i>Исследование адиабатного процесса.</i></p> <p>4. <i>Изучение взаимосвязи энергии межмолекулярного взаимодействия и температуры кипения жидкостей.</i></p> |
| <p>3.3 Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы (5 часов)</p>  | <p>3.3 Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы (14 часов)</p>   |

|   |  |
|---|--|
| <p>Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар. Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления.</p> <p>Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация.</p> <p>Уравнение теплового баланса.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> гигрометр и психрометр, калориметр, технологии получения современных материалов, в том числе наноматериалов, и нанотехнологии. <b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства насыщенных паров.</li> <li>2. Кипение при пониженном давлении.</li> <li>3. Способы измерения влажности.</li> <li>4. Наблюдение нагревания и плавления кристаллического вещества.</li> <li>5. Демонстрация кристаллов.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы 1.</b></p> <p>Измерение относительной влажности воздуха.</p> | <p>Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Удельная теплота парообразования.</p> <p>Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости.</p> <p>Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация.</p> <p><i>Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций.</i></p> <p><i>Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне).</i></p> <p><i>Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса.</i></p> <p><i>Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.</i></p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> жидкие кристаллы, современные материалы.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <p>Тепловое расширение. Свойства насыщенных паров. Кипение. Кипение при пониженном давлении.</p> <p><i>Измерение силы поверхностного натяжения. опыты с мыльными плёнками.</i></p> <p><i>Смачивание. Капиллярные явления. Модели неньютоновской жидкости.</i></p> <p>Способы измерения влажности. Исследование нагревания и плавления кристаллического вещества.</p> <p><i>Виды деформаций. Наблюдение малых деформаций. Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</i> Изучение закономерностей испарения жидкостей.</p> <p><i>Измерение удельной теплоты плавления льда.</i></p> <p><i>Изучение свойств насыщенных паров.</i></p> |
|---|--|

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении.<br><i>Измерение коэффициента поверхностного натяжения.</i><br><i>Измерение модуля Юнга. Исследование зависимости деформации резинового образца от приложенной к нему силы.</i> |
| Тема 4. Электродинамика (22 часа) | Тема 4. Электродинамика (54 часа)   |
| 4.1 Электростатика (10 часов)     | 4.1 Электрическое поле (24 часа)  |

|  |  |
|--|--|
| <p>Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Закон сохранения электрического заряда.</p> <p>Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Точечный электрический заряд. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряжённости электрического поля.</p> <p>Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость.</p> <p>Емкость. Конденсатор. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, конденсатор, копировальный аппарат, струйный принтер.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устройство и принцип действия электрометра.</li> <li>2. Взаимодействие наэлектризованных тел.</li> <li>3. Электрическое поле заряженных тел.</li> <li>4. Проводники в электростатическом поле.</li> <li>5. Электростатическая защита.</li> <li>6. Диэлектрики в электростатическом поле.</li> <li>7. Зависимость емкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости.</li> <li>8. Энергия заряженного конденсатора.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы 1.</b></p> <p>Измерение емкости конденсатора.</p> | <p>Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, диэлектрики и полупроводники.</p> <p>Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.</p> <p>Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Его действие на электрические заряды. Напряжённость электрического поля. Пробный заряд. Линии напряжённости электрического поля. Однородное электрическое поле.</p> <p>Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного).</p> <p>Принцип суперпозиции электрических полей.</p> <p><i>Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей.</i></p> <p>Проводники в электростатическом поле. Условие равновесия зарядов. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества.</p> <p>Конденсатор. Емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора.</p> <p><i>Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.</i></p> <p><i>Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.</i></p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов,</p> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
|   | <p>конденсаторы, <i>генератор Ван де Граафа</i>.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <p>Устройство и принцип действия электрометра. Электрическое поле заряженных шариков. Электрическое поле двух заряженных пластин.</p> <p><i>Модель электростатического генератора (Ван де Граафа)</i>.</p> <p>Проводники в электрическом поле. Электростатическая защита.</p> <p><i>Устройство и действие конденсатора постоянной и переменной ёмкости.</i></p> <p>Зависимость электроёмкости плоского конденсатора от площади пластин, расстояния между ними и диэлектрической проницаемости.</p> <p>Энергия электрического поля заряженного конденсатора.</p> <p><i>Зарядка и разрядка конденсатора через резистор.</i></p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p><i>Оценка сил взаимодействия заряженных тел.</i></p> <p><i>Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода. Изучение протекания тока в цепи, содержащей конденсатор. Распределение разности потенциалов (напряжения) при последовательном соединении конденсаторов. Исследование разряда конденсатора через резистор.</i></p> |
| 4.2 Постоянный электрический ток. Токи в разных средах (12 часов)   | 4.2 Постоянный электрический ток (24 часа)  |
| <p>Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники тока. Сила тока. Постоянный ток.</p> <p>Напряжение. Закон Ома для участка цепи.</p> <p>Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества.</p> <p>Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников.</p> <p>Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность электрического тока.</p> <p>ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание.</p> <p>Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.</p> <p>Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков.</p> | <p>Сила тока. Постоянный ток. Условия существования постоянного электрического тока. Источники тока. Напряжение <math>U</math> и ЭДС <math>E</math>. Закон Ома для участка цепи.</p> <p>Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения.</p> <p>Удельное сопротивление вещества.</p> <p>Последовательное, параллельное, смешанное соединение проводников. Расчёт разветвлённых электрических цепей. <i>Правила Кирхгофа</i>.</p> <p>Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца.</p> <p>Мощность электрического тока. <i>Тепловая мощность, выделяемая на резисторе.</i></p>  |

|  |   |
|--|---|
|  | <p>ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Мощность источника тока.</p> |
|--|---|



|   |   |
|---|---|
| <p>Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства <math>p-n</math>-перехода. Полупроводниковые приборы. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Электролитическая диссоциация. Электролиз.</p> <p>Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Молния. Плазма.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> амперметр, вольтметр, реостат, источники тока, электронагревательные приборы, электроосветительные приборы, термометр сопротивления, вакуумный диод, термисторы и фоторезисторы, полупроводниковый диод, гальваника. <b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение силы тока и напряжения.</li> <li>2. Зависимость сопротивления цилиндрических проводников от длины, площади поперечного сечения и материала.</li> <li>3. Смешанное соединение проводников.</li> <li>4. Прямое измерение ЭДС. Короткое замыкание гальванического элемента и оценка внутреннего сопротивления.</li> <li>5. Зависимость сопротивления металлов от температуры.</li> <li>6. Проводимость электролитов.</li> <li>7. Искровой разряд и проводимость воздуха.</li> <li>8. Односторонняя проводимость диода.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение смешанного соединения резисторов.</li> <li>2. Измерение ЭДС источника тока и его внутреннего сопротивления.</li> <li>3. Наблюдение электролиза.</li> </ol> | <p>Короткое замыкание.</p> <p><i>Конденсатор в цепи постоянного тока.</i></p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> амперметр, вольтметр, реостат, счётчик электрической энергии. <b>Демонстрации</b></p> <p>Измерение силы тока и напряжения.</p> <p><i>Исследование зависимости силы тока от напряжения для резистора, лампы накаливания и светодиода.</i></p> <p>Зависимость сопротивления цилиндрических проводников от длины, площади поперечного сечения и материала.</p> <p><i>Исследование зависимости силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.</i></p> <p>Прямое измерение ЭДС. Короткое замыкание гальванического элемента и оценка внутреннего сопротивления. <i>Способы соединения источников тока, ЭДС батарей.</i></p> <p><i>Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.</i></p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p><i>Исследование смешанного соединения резисторов.</i></p> <p><i>Измерение удельного сопротивления проводников.</i></p> <p><i>Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания.</i></p> <p><i>Увеличение предела измерения амперметра (вольтметра). Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. Исследование зависимости ЭДС гальванического элемента от времени при коротком замыкании.</i></p> <p><i>Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.</i></p> <p><i>Исследование зависимости полезной мощности источника тока от силы тока.</i></p> <p>Наблюдение электролиза</p> |
|   | 4.3 Токи в разных средах (6 часов)  |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.</p>  |
|  | <p>Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков. Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства <math>p-n</math>-перехода. Полупроводниковые приборы. Электрический ток в электролитах. Электролитическая диссоциация. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза.</p> <p>Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Различные типы самостоятельного разряда. Молния. Плазма.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> газоразрядные лампы, электронно-лучевая трубка, полупроводниковые приборы: диод, транзистор, фотодиод, светодиод; гальваника, рафинирование меди, выплавка алюминия, электронная микроскопия.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <p>Зависимость сопротивления металлов от температуры. Проводимость электролитов.</p> <p><i>Законы электролиза Фарадея. Искровой разряд и проводимость воздуха.</i></p> <p><i>Сравнение проводимости металлов и полупроводников.</i></p> <p>Односторонняя проводимость диода.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p>Наблюдение электролиза. Измерение заряда одновалентного иона. Исследование зависимости сопротивления терморезистора от температуры.</p> <p><i>Снятие вольт-амперной характеристики диода.</i></p> |
|  | <p><b>ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ (16 часов)</b></p>  |
|  | <p><i>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.</i></p> <p><i>Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ,</i></p>   |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   | описанных в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»).   |  |   |
| Резерв (2 часа)                                 | Резерв (10 часов)   |  |   |
| <b>Тематическое планирование курса 10 класс</b> |   |  |   |
| Базовый уровень (2 часа)                        |   | Углубленный уровень (5 часов)  |   |
| Кол-во часов                                    | <b>Тема: Физика и методы научного познания 2/5ч</b>   | Кол-во часов   |   |
| 1   | Физика — наука о природе. Научные методы познания окружающего мира. Роль эксперимента и теории в процессе познания природы. Эксперимент в физике. Моделирование физических явлений и процессов.<br>Демонстрации 1. Аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчики. |  |   |
| 1   | Научные гипотезы. Физические законы и теории. Границы применимости физических законов. Принцип соответствия. Роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в практической деятельности людей.  |  |   |
|   |   | <i>Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы). Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная).</i> | 1 |
|   |   | <i>Моделирование физических явлений и процессов (материальная точка, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость, идеальный газ, точечный заряд).</i>   | 1 |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | <i>Лабораторная работа: Измерение силы тока и напряжения в цепи постоянного тока при помощи аналоговых и цифровых измерительных приборов.</i> | 1 |
|   | <b>Тема: Механика 18//35ч</b>   |   |   |
|   | <b>Кинематика 4/10ч</b>   |   |   |
| 1 | Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчёта. Траектория. Перемещение, скорость (средняя скорость, мгновенная скорость) и ускорение материальной точки, их проекции на оси системы координат.                         |   |   |
| 1 | Сложение перемещений и сложение скоростей. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости координат, скорости, ускорения, пути и перемещения материальной точки от времени. Свободное падение. Ускорение свободного падения. |   |   |
|   |   | <i>Движение тела, брошенного под углом к горизонту..</i>  | 1 |
|   |   | <i>Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени и их графики</i>   | 1 |
|   |   | <i>Решение задач по теме «Движение тела, брошенного под углом к горизонту.»</i>   | 1 |
| 1 | Криволинейное движение. Движение материальной точки по окружности с постоянной по модулю скоростью. Угловая скорость, линейная скорость. Период и частота обращения. Центробежное ускорение   |   |   |
| 1 | Лабораторная работа: Изучение неравномерного движения с целью определения мгновенной скорости.  |   |   |
|   |   | <i>Центростремительное (нормальное), касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки</i>                                   | 1 |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <i>Решение задач</i>  | 1 |
|   |  | <i>Лабораторная работа: Исследование зависимости периода обращения конического маятника от его параметров</i>   | 1 |
|   | <b>Динамика 7/10ч+</b>   |   |   |
| 1 | Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчёта.   |   |   |
| 1 | Масса тела. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки. Третий закон Ньютона для материальных точек |   |   |
|   |  | <i>Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры). Вес тела, движущегося с ускорением</i>  | 1 |
|   |  | <i>Статика (1 из 4) Сложение сил, приложенных к твёрдому телу.</i>  | 1 |
|   |  | <i>Статика (2 из 4) Центр тяжести тела.</i>   | 1 |
| 1 | Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Первая космическая скорость  |   |   |
| 1 | Сила упругости. Закон Гука. Вес тела.  |   |   |
|   |  | <i>Эквивалентность гравитационной и инертной массы. Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера.</i> | 1 |
|   |  | <i>Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда</i>   | 1 |
|   |  | <i>Решение задач о теме «Динамика»</i>  | 1 |
| 1 | Трение. Виды трения (покоя, скольжения, качения). Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения и сила трения покоя. Коэффициент |   |   |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | трения. Сила сопротивления при движении тела в жидкости или газе.   |   |   |
| 1  | Поступательное и вращательное движение абсолютно твёрдого тела.<br>Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твёрдого тела. |   |   |
|  |   | (Статика 3 из 4) <i>Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие. Лабораторная работа: Измерение коэффициента трения по величине углового коэффициента зависимости <math>F_{тр}(N)</math>.</i> | 1 |
|  |   | <i>Практикум «Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости»</i>  | 1 |
|  |   | <i>Практикум «Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости»</i>  | 1 |
| 1  | Лабораторная работа «Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения».   | (Статика 4 из 4) Лабораторная работа «Изучение устойчивости твёрдого тела, имеющего площадь опоры.»   |   |
| <b>Законы сохранения в механике 6/10</b> |   |   |   |
| 1  | Импульс материальной точки (тела), системы материальных точек. Импульс силы и изменение импульса тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение   |   |   |
|  |   | <i>Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях.</i>   | 1 |
|  |   | <i>Центр масс. Теорема о движении центра масс.</i>  | 1 |
|  |   | <i>Решение задач по теме «Закон сохранения импульса»</i>  | 1 |
| 1  | Работа силы. Мощность силы.   |   |   |
| 1  | Кинетическая энергия материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии.   |   |   |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |  | <i>Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы.</i>  | 1 |
|   |  | <i>Практикум «Измерение импульса тела по тормозному пути.»</i>   | 1 |
|   |  | <i>Практикум «Измерение импульса тела по тормозному пути.»</i>   | 1 |
| 1 | Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упруго деформированной пружины. Потенциальная энергия тела вблизи поверхности Земли. Потенциальные и непотенциальные силы. Связь работы непотенциальных сил с изменением механической энергии системы тел |  |   |
| 1 | Закон сохранения механической энергии. Упругие и неупругие столкновения. Лабораторная работа «Изучение абсолютно неупругого удара с помощью двух одинаковых нитяных маятников»   |  |   |
|   |  | <i>Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость.</i> | 1 |
|   |  | <i>Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии.</i>   | 1 |
|   |  | <i>Лабораторная работа «Определение работы силы трения при движении тела по наклонной плоскости.»</i>  | 1 |
|   |  | .  |   |
|   | <b>Тема: Молекулярная физика и термодинамика 2 4/49</b>  |  |   |
|   | Основы молекулярно-кинетической теории 9/15+3 ( практикум)   |  |   |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Броуновское движение. Диффузия. Характер движения и взаимодействия частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. |   |   |
| 1 | Масса и размеры молекул. Количество вещества. Постоянная Авогадро. Тепловое равновесие. Температура и её измерение. Шкала температур Цельсия  |   |   |
|   |   | <i>Решение задач</i>  | 1 |
|   |   | <i>Решение задач</i>  | 1 |
|   |   | <i>Лабораторная работа: Исследование процесса установления теплового равновесия при теплообмене между горячей и холодной водой</i>          | 1 |
| 1 | Модель идеального газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.   |   |   |
| 1 | Абсолютная температура как мера средней кинетической энергии теплового движения частиц газа. Шкала температур Кельвина.   |   |   |
|   |   | <i>Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом</i>                                    | 1 |
|   |   | <i>Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц</i> | 1 |
|   |   | <i>Решение задач по теме «Основное уравнение молекулярно-кинетической теории»</i>   | 1 |
| 1 | Газовые законы. Уравнение Менделеева—Клапейрона. Закон Дальтона   |   |   |
| 1 | Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества  |   |   |



|                                   |   |  |   |
|-----------------------------------|---|--|---|
|                                   |   | <i>Практикум «Изучение изотермического процесса (рекомендовано использование цифровой лаборатории).»</i>   | 1 |
|                                   |   | <i>Практикум «Изучение изотермического процесса (рекомендовано использование цифровой лаборатории).»</i>   | 1 |
|                                   |   | <i>Решение задач по теме «Газовые законы»</i>  | 1 |
| 1                                 | Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара.   |  |   |
| 1                                 | Лабораторная работа: Определение массы воздуха в классной комнате на основе измерений объёма комнаты, давления и температуры воздуха в ней. | Лабораторная работа «Изучение изобарного процесса»   |   |
|                                   |   | <i>Решение задач по теме «Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара»</i>                      | 1 |
|                                   |   | <i>Решение задач по теме «Изопроцессы в идеальном газе с постоянным количеством вещества. Графическое представление изопроцессов: изотерма, изохора, изобара»</i>                      | 1 |
|                                   |   | <i>Обобщающий урок по теме «Основы молекулярно-кинетической теории»</i>  | 1 |
| <b>Основы термодинамики 10/20</b> |   |  |   |
| 1                                 | Термодинамическая система. Внутренняя энергия термодинамической системы и способы её изменения. Количество теплоты и работа.                |  |   |
| 1                                 | Внутренняя энергия одноатомного идеального газа.  |  |   |
|                                   |   | <i>Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне.</i> | 1 |
|                                   |   | <i>Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД системы к тепловому равновесию.</i>  | 1 |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   |  | <i>Модель идеального газа в термодинамике — система уравнений: уравнение Менделеева—Клапейрона и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры</i> | 1 |
| 1 | Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Удельная теплоёмкость вещества. Количество теплоты при теплопередаче.        |  |   |
| 1 | Понятие об адиабатном процессе. Первый закон термодинамики   |  |   |
|   |  | <i>Квазистатические и нестатические процессы. Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на <math>pV</math>-диаграмме</i>  | 1 |
|   |  | <i>Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера</i>   | 1 |
|   |  | <i>Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче</i>  | 1 |
| 1 | Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Графическая интерпретация работы газа.   |  |   |
| 1 | Второй закон термодинамики. Необратимость процессов в природе.   |  |   |
|   |  | <i>Решение задач по теме «Применение первого закона термодинамики к изопроцессам»</i>  | 1 |
|   |  | <i>Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы</i>  | 1 |
|   |  | <i>Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус).</i>   | 1 |
| 1 | Тепловые машины. Принципы действия тепловых машин. Преобразования энергии в тепловых машинах. КПД тепловой машины. Цикл Карно и его КПД. |  |   |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 1   | Экологические проблемы теплоэнергетики.<br>Лабораторная работа «Измерение удельной теплоёмкости»                        | Лабораторная работа: Исследование процесса остывания вещества.   |   |
|   |   | <i>Практикум «. Исследование адиабатного процесса»</i>   | 1 |
|   |   | <i>Практикум « Исследование адиабатного процесса»</i>  | 1 |
|   |   | <i>Обобщающий урок по теме «Основы термодинамики»</i>  | 1 |
| <b>Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы 5/14</b> |   |  |   |
| 1   | Парообразование и конденсация. Испарение и кипение. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Насыщенный пар        |  |   |
| 1   | Удельная теплота парообразования. Зависимость температуры кипения от давления.  |  |   |
|   |   | <i>Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Зависимость температуры кипения от давления в жидкости.</i> | 1 |
|   |   | <i>Решение задач по теме «Абсолютная и относительная влажность»</i>  | 1 |
|   |   | <i>Лабораторная работа «Изучение свойств насыщенных паров.»</i>  | 1 |
| 1   | Твёрдое тело. Кристаллические и аморфные тела. Анизотропия свойств кристаллов. Жидкие кристаллы. Современные материалы. |  |   |
| 1   | Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. Сублимация. Уравнение теплового баланса.                        |  |   |
|   |   | <i>Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций.</i>   | 1 |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   |   | <i>Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение.</i>                                  | 1 |
|   |   | <i>Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне).</i> | 1 |
| 1   | Лабораторная работа «Измерение относительной влажности воздуха.»  | Лабораторная работа «Измерение модуля Юнга»  |   |
| 1   | Обобщающий урок по теме «Агрегатные состояния вещества»   |  |   |
|   |   | <i>Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса.</i>                                      | 1 |
|   |   | <i>Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления.</i>                           | 1 |
|   |   | <i>Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.</i>   | 1 |
| <b>Тема: Электродинамика 22/54</b>              |   |  |   |
| <b>Электростатика 10/ Электрическое поле 24</b> |   |  |   |
| 1   | Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Проводники, ди-электрики и полупроводники. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Точечный электрический заряд. |  |   |
| 1   | Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряжённости электрического поля.   |  |   |
|   |   | <i>Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара</i>           | 1 |
|   |   | <i>Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости</i>  | 1 |
|   |   | <i>Решение задач</i>   | 1 |

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
| 1 | Работа сил электростатического поля. Потенциал. Разность потенциалов               |  |   |
| 1 | Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость. |  |   |
|   |  | <i>Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле.</i>   | 1 |
|   |  | <i>Картинки линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей.</i>   | 1 |
|   |  | <i>Однородное электрическое поле. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного).</i> | 1 |
| 1 | Электроёмкость. Конденсатор.   |  |   |
| 1 | Электроёмкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора             |  |   |
|   |  | <i>Параллельное соединение конденсаторов</i>   | 1 |
|   |  | <i>Последовательное соединение конденсаторов</i>   | 1 |
|   |  | <i>Лабораторная работа: Распределение разности потенциалов (напряжения) при последовательном соединении конденсаторов.</i>                                 | 1 |
| 1 | Лабораторная работа «Измерение электроёмкости конденсатора.»                       |  |   |
| 1 | Обобщающий урок по теме «Электростатика»   | Обобщающий урок по теме «Электрическое поле»   |   |
|   |  | <i>Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.</i>  | 1 |
|   |  | <i>Лабораторная работа « Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода.»</i>                                      | 1 |
|   |  | <i>.Решение задач</i>  | 1 |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 1   | Технические устройства и практическое применение: электроскоп, электрометр, электростатическая защита, заземление электроприборов, |   |   |
| 1   | Технические устройства и практическое применение: конденсатор, копировальный аппарат, струйный принтер                             | Технические устройства и практическое применение: конденсатор, копировальный аппарат, струйный принтер, <i>генератор Ван де Граафа.</i> |   |
|   |  | <i>Решение задач по теме «Электрическое поле»</i>   | 1 |
|   |  | <i>Решение задач по теме «Электрическое поле»</i>   | 1 |
|   |  | <i>Обобщающий урок по теме «Электрическое поле»</i>   | 1 |
| <b>Постоянный электрический ток. Токи в разных средах 12/30</b> |  |   |   |
| 1   | Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники тока.  |   |   |
| 1   | Сила тока. Постоянный ток. Напряжение.   |   |   |
|   |  | <i>Напряжение <math>U</math> и ЭДС <math>E</math></i>   | 1 |
|   |  | <i>Практикум «Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания.»</i>  | 1 |
|   |  | <i>Практикум «Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания.»</i>  | 1 |
| 1   | Закон Ома для участка цепи.<br>Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление вещества.                                       |   |   |
| 1   | Последовательное, параллельное соединение проводников. Смешанное соединение проводников  |   |   |
|   |  | <i>Конденсатор в цепи постоянного тока</i>  | 1 |
|   |  | <i>Решение задач по теме «Закон Ома для участка цепи»</i>   | 1 |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <i>Решение задач по теме «Закон Ома для участка цепи»</i>                         | 1 |
| 1 | Работа электрического тока. Закон Джоуля—Ленца. Мощность электрического тока.  |   |   |
| 1 | ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока. Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание.        |   |   |
|   |  | <i>Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа</i>                 | 1 |
|   |  | <i>Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа</i>                 | 1 |
|   |  | <i>Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа</i>                 | 1 |
| 1 | Электронная проводимость твёрдых металлов. Зависимость сопротивления металлов от температуры. Сверхпроводимость.               |   |   |
| 1 | Электрический ток в вакууме. Свойства электронных пучков.  |   |   |
|   |  | <i>Лабораторная работа «Увеличение предела измерения амперметра (вольтметра)»</i> | 1 |
|   |  | <i>Решение задач</i>  | 1 |
|   |  | <i>Решение задач</i>  | 1 |
| 1 | Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Свойства $p$ — $n$ -перехода. Полупроводниковые приборы. |   |   |
| 1 | Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Электролитическая диссоциация. Электролиз.                             |   |   |
|   |  | <i>Законы Фарадея для электролиза.</i>  | 1 |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|   |  | <i>Лабораторная работа: Исследование зависимости ЭДС гальванического элемента от времени при коротком замыкании</i> | 1 |
|   |  | <i>Решение задач</i>  | 1 |
| 1 | Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряд. Молния. Плазма. |   |   |
| 1 | Лабораторная работа: Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.         | Лабораторная работа: Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.           |   |



|    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
|    |   | <i>Различные типы самостоятельного разряда</i>   | 1   |
|    |   | <i>Практикум «Снятие вольт-амперной характеристики диода.»</i>   | 1   |
|    |   | <i>Практикум «Снятие вольт-амперной характеристики диода.»</i>   | 1   |
| 1  | Повторение темы «Механика»                      |  |     |
| 1  | Повторение темы «Механика»                      | <i>Практикум «Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости.»</i>                                  |     |
|    |   | <i>Практикум «Измерение коэффициента поверхностного натяжения»</i>   | 1   |
|    |   | <i>Практикум «Измерение коэффициента поверхностного натяжения»</i>   | 1   |
| 1  | Повторение темы «Агрегатные состояния вещества» |  |     |
|    | Повторение темы «Агрегатные состояния вещества» |  |     |
|    |   | <i>Измерение коэффициента поверхностного натяжения Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении</i> | 1   |
|    |   | <i>Измерение коэффициента поверхностного натяжения Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении</i> | 1   |
|    |   | <i>Обобщающий урок</i>   | 1   |
| 68 | Резерв 2/10                                     |  | 170 |

## 11 класс

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>Базовый уровень (2 часа)</b>                                 | <b>Углубленный уровень (5 часов)</b> |
| РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (11 ч)                                | РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (27 ч)     |
| <i>Тема 4. Магнитное поле. Электромагнитная индукция (11 ч)</i> | <i>Тема 4. Магнитное поле (14 ч)</i> |

|  |  |
|--|--|
| Постоянные магниты. Взаимодействие постоянных магнитов.<br>Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Картина линий магнитной индукции | Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. Магнитное поле проводника с током |
|--|--|

поля постоянных магнитов.

Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного

поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током. Опыт Эрстеда. Взаимодействие проводников с током.

Сила Ампера, её модуль и направление.

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

Лоренца. Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле. Правило Ленца.

Индуктивность. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.

Энергия магнитного поля катушки с током.

Электромагнитное поле.

*Технические устройства и практическое применение:* постоянные магниты, электромагниты, электродвигатель, ускорители элементарных частиц, индукционная печь.

### ***Демонстрации***

1. Опыт Эрстеда.
2. Отклонение электронного пучка магнитным полем.
3. Линии индукции магнитного поля.
4. Взаимодействие двух проводников с током.
5. Сила Ампера.
6. Действие силы Лоренца на ионы электролита.
7. Явление электромагнитной индукции.
8. Правило Ленца.
9. Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.

( прямого проводника, катушки и кругового витка). Опыт Эрстеда. Сила Ампера, её направление и модуль. Сила Лоренца, её направление и модуль.

Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы

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

*Технические устройства и технологические процессы:* применение постоянных магнитов, электромагнитов, тестермультиметр, 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. Действие силы Лоренца на ионы электролита.
6. Наблюдение движения пучка электронов в магнитном поле.
7. 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.

10. Явление самоиндукции.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы***

1. Изучение магнитного поля катушки с током.
2. Исследование действия постоянного магнита на рамку с током.
3. Исследование явления электромагнитной индукции.

|   |  |
|---|--|
|   |  |
|   | <b>Тема 5. Электромагнитная индукция (13 ч)</b>  |
|   | <p>Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко. ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле. Правило Ленца.</p> <p>Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля катушки с током. Электромагнитное поле</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> индукционная печь, соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение явления электромагнитной индукции.</li> <li>2. Исследование зависимости ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.</li> <li>3. Правило Ленца.</li> <li>4. Падение магнита в алюминиевой (медной) трубе.</li> <li>5. Явление самоиндукции.</li> <li>6. Исследование зависимости ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование явления электромагнитной индукции.</li> <li>2. Определение индукции вихревого магнитного поля.</li> <li>3. Исследование явления самоиндукции.</li> <li>4. Сборка модели электромагнитного генератора.</li> </ol> |
| <b>РАЗДЕЛ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (24 ч)</b> | <b>РАЗДЕЛ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (60 ч)</b>  |

*Тема 1. Механические колебания и электромагнитные колебания  
(9 ч)*

*Тема 1. Механические колебания (10 ч)*

Колебательная система. Свободные механические колебания. Гармонические колебания. Период, частота, амплитуда и фаза колебаний.

Пружинный маятник. Математический маятник. Уравнение гармонических колебаний. Превращение энергии при гармонических колебаниях.

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Формула Томсона. Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре. Представление о затухающих колебаниях. Вынужденные механические колебания.

Резонанс. Вынужденные электромагнитные колебания.

Переменный ток. Синусоидальный переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения. Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Экологические риски при производстве электроэнергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни

*Технические устройства и практическое применение:* электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач.

### **Демонстрации**

1. Исследование параметров колебательной системы (пружинный или математический маятник).
2. Наблюдение затухающих колебаний.
3. Исследование свойств вынужденных колебаний.
4. Наблюдение резонанса.
5. Свободные электромагнитные колебания.
6. Осциллограммы (зависимости силы тока и напряжения от времени) для электромагнитных колебаний.
7. Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.

Колебательная система. Свободные колебания. Гармонические колебания. Кинематическое и динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии).

*и Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического кинематического описания.*

*Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения.* Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника.

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

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

### **Демонстрации**

1. Запись колебательного движения.
2. Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды.
3. Исследование затухающих колебаний и зависимости периода свободных колебаний от сопротивления.
4. Исследование колебаний груза на массивной пружине с целью формирования представлений об идеальной модели пружинного маятника.
5. Закон сохранения энергии при колебаниях груза на пружине.
6. Исследование вынужденных колебаний.
7. 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.

8. Модель линии электропередачи.

***Ученический эксперимент, лабораторные работы***

1. Исследование зависимости периода малых колебаний груза на нити от длины нити и массы груза.
2. Исследование переменного тока в цепи из последовательно

3. Изучение движения нитяного маятника.

4. Преобразование энергии в пружинном маятнике.

5. Исследование убывания амплитуды затухающих колебаний.



|  |  |
|--|--|
| соединённых конденсатора, катушки и резистора. | 6. Исследование вынужденных колебаний.   |
|  | <b>Тема 2. Электромагнитные колебания (15 ч)</b>   |
|  | <p>Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона. <i>Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре.</i></p> <p>Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре. Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания.</p> <p>Переменный ток. Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени.</p> <p><i>Синусоидальный переменный ток. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений.</i></p> <p>Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии.</p> <p>Экологические риски при производстве электроэнергии. <span style="float: right;">Культура</span></p> <p>использования электроэнергии в повседневной жизни.</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свободные электромагнитные колебания.</li> <li>2. Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и ёмкости контура.</li> <li>3. Осциллограммы электромагнитных колебаний.</li> <li>4. Генератор незатухающих электромагнитных колебаний.</li> <li>5. Модель электромагнитного генератора.</li> <li>6. Вынужденные синусоидальные колебания.</li> <li>7. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор переменного в цепи тока.</li> </ol> |

|  |   |
|--|---|
|  | 8. Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.<br>9. Устройство и принцип действия трансформатора.<br>10. Модель линии электропередачи.<br><i>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</i> |
|  | 1. Изучение трансформатора.<br>2. Исследование переменного тока через последовательно соединённые конденсатор, катушку и резистор.<br>3. Наблюдение электромагнитного резонанса.<br>4. Исследование работы источников света в цепи переменного тока.    |
| <i>Тема 3. Механические и электромагнитные волны (5 ч)</i> | <i>Тема 3. Механические и электромагнитные волны (10 ч)</i>   |

|  |  |
|--|--|
| <p>Механические волны, условия распространения. Период. Скорость распространения и длина волны. Поперечные и продольные волны. Интерференция и дифракция механических волн. Звук. Скорость звука.</p> <p>Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов <math>E</math>, <math>B</math>, <math>v</math> в электромагнитной волне. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция. Скорость электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> музыкальные инструменты, ультразвуковая диагностика в технике и медицине, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Образование и распространение поперечных и продольных волн.</li> <li>2. Колеблющееся тело как источник звука.</li> <li>3. Наблюдение отражения и преломления механических волн.</li> <li>4. Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.</li> <li>5. Звуковой резонанс.</li> <li>6. Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.</li> <li>7. Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция.</li> </ol> | <p>Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные волны. Период, скорость распространения и длина волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция.</p> <p>Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Шумовое загрязнение окружающей среды.</p> <p>Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, интерференция и дифракция. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. Электромагнитное загрязнение окружающей среды</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> музыкальные инструменты, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике и медицине.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Образование и распространение поперечных и продольных волн.</li> <li>2. Колеблющееся тело как источник звука.</li> <li>3. Зависимость длины волны от частоты колебаний.</li> <li>4. Наблюдение отражения и преломления механических волн.</li> <li>5. Наблюдение интерференции и дифракции механических волн.</li> <li>6. Акустический резонанс.</li> <li>7. Свойства ультразвука и его применение.</li> <li>8. Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.</li> <li>9. Исследование свойств электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, дифракция, интерференция.</li> </ol> |
|--|--|

|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | <p>10. Обнаружение инфракрасного и ультрафиолетового излучений.<br/> <i>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение параметров звуковой волны.</li> <li>2. Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве.</li> </ol> |
| <i>Тема 4. Оптика (10 ч)</i> | <i>Тема 4. Оптика (25 ч)</i>  |

|   |   |
|---|---|
| <p>Геометрическая оптика. Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник света. Луч света.</p> <p>Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале.</p> <p>Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения.</p> <p>Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Собирающие и рассеивающие линзы.</p> <p>Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Построение изображений в собирающих и рассеивающих линзах. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой.</p> <p>Пределы применимости геометрической оптики.</p> <p>Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников.</p> <p>Дифракция света. Дифракционная решётка.</p> <p>Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку. Поляризация света</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> очки, лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат, микроскоп, телескоп, волоконная оптика, дифракционная решётка, поляриод.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямолинейное распространение, отражение и преломление света. Оптические приборы.</li> <li>2. Полное внутреннее отражение. Модель световода.</li> <li>3. Исследование свойств изображений в линзах.</li> </ol> | <p>Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света. Отражение света. Законы отражения света.</p> <p>Построение изображений в плоском зеркале. <i>Сферические зеркала.</i></p> <p>Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления. <i>Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред. Ход лучей в призме.</i></p> <p>Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. <i>Собирающие и рассеивающие линзы.</i> Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы.</p> <p><i>Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от её геометрии и относительного показателя преломления.</i></p> <p>Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой.</p> <p><i>Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.</i></p> <p><i>Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая система.</i></p> <p>Пределы применимости геометрической оптики.</p> <p>Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем.</p> <p>Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку.</p> <p>Поляризация света</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> очки, лупа,</p> |
|---|---|

|   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Модели микроскопа, телескопа.</li> <li>5. Наблюдение интерференции света.</li> <li>6. Наблюдение дифракции света.</li> <li>7. Наблюдение дисперсии света.</li> <li>8. Получение спектра с помощью призмы.</li> <li>9. Получение спектра с помощью дифракционной решётки.</li> <li>10. Наблюдение поляризации света.</li> </ol> <p><b><i>Ученический эксперимент, лабораторные работы</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение показателя преломления стекла.</li> <li>2. Исследование свойств изображений в линзах.</li> <li>3. Наблюдение дисперсии света.</li> </ol> | <p>перископ, фотоаппарат, микроскоп, проекционный аппарат, просветление оптики, волоконная оптика, дифракционная решётка.</p> <p><b><i>Демонстрации</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Законы отражения света.</li> <li>2. Исследование преломления света.</li> <li>3. Наблюдение полного внутреннего отражения. Модель световода.</li> <li>4. Исследование хода световых пучков через плоскопараллельную пластину и призму.</li> <li>5. Исследование свойств изображений в линзах.</li> <li>6. Модели микроскопа, телескопа.</li> <li>7. Наблюдение интерференции света.</li> <li>8. Наблюдение цветов тонких плёнок.</li> <li>9. Наблюдение дифракции света.</li> <li>10. Изучение дифракционной решётки.</li> <li>11. Наблюдение дифракционного спектра.</li> <li>12. Наблюдение дисперсии света.</li> <li>13. Наблюдение поляризации света.</li> <li>14. Применение поляроидов для изучения механических напряжений</li> </ol> <p><b><i>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измерение показателя преломления стекла.</li> <li>2. Исследование зависимости фокусного расстояния от вещества (на примере жидких линз).</li> <li>3. Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз.</li> <li>4. Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы.</li> <li>5. Получение изображения в системе из двух линз.</li> <li>6. Конструирование телескопических систем.</li> <li>7. Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света.</li> <li>8. Изучение поляризации света, отражённого от поверхности диэлектрика.</li> <li>9. Изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях.</li> <li>10. Наблюдение дисперсии.</li> <li>11. Наблюдение и исследование дифракционного спектра.</li> </ol> |
|---|--|

12. Измерение длины световой волны.

13. Получение спектра излучения светодиода при помощи дифракционной решётки.

|   |  |
|---|--|
| РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (4 ч)   | РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (5 ч)  |
| <b>Тема 1. Основы СТО (4 ч)</b>   | <b>Тема 1. Основы СТО (5 ч)</b>  |
| <p>Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности: инвариантность модуля скорости света в вакууме, принцип относительности Эйнштейна</p> <p>Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины.</p> <p>Энергия и импульс релятивистской частицы.</p> <p>Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы.</p> <p>Энергия покоя</p> | <p>Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности.</p> <p>Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности. Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины.</p> <p>Энергия и импульс релятивистской частицы.</p> <p>Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> спутниковые приёмники, ускорители заряженных частиц.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <p>Определение импульса и энергии релятивистских частиц ( по фотографиям треков заряженных частиц в магнитном поле).</p> |
| РАЗДЕЛ 7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (15 ч)   | РАЗДЕЛ 7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (25 ч)  |
| <b>Тема 1. Элементы квантовой оптики (6 ч)</b>  | <b>Тема 1. Корпускулярно – волновой дуализм (15 ч)</b>   |



|   |  |
|---|--|
| <p>Фотоны. Формула Планка связи энергии фотона с его частотой. Энергия и импульс фотона</p> <p>Открытие и исследование фотоэффекта. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта. Давление света. Опыты П. Н. Лебедева. Химическое действие света.</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> фотоэлемент, фотодатчик, солнечная батарея, светодиод.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотоэффект на установке с цинковой пластиной.</li> <li>2. Исследование законов внешнего фотоэффекта.</li> <li>3. Светодиод.</li> <li>4. Солнечная батарея.</li> </ol> | <p>Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза М. Планка о квантах.</p> <p>Фотоны. Энергия и импульс фотона.</p> <p>Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта.</p> <p>Давление света (в частности, давление света на абсолютно поглощающую и абсолютно отражающую поверхность). Опыты П. Н. Лебедева.</p> <p>Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы.</p> <p>Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах.</p> <p>Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> спектрометр, фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотоэффект на установке с цинковой пластиной.</li> </ol> |
|   | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Исследование законов внешнего фотоэффекта.</li> <li>3. Исследование зависимости сопротивления полупроводников от освещённости.</li> <li>4. Светодиод.</li> <li>5. Солнечная батарея.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование фоторезистора.</li> <li>2. Измерение постоянной Планка на основе исследования фотоэффекта.</li> <li>3. Исследование зависимости силы тока через светодиод от напряжения.</li> </ol>   |
| <p><b>Тема 2. Строение атома (4 ч)</b></p>  | <p><b>Тема 2. Физика атома (5 ч)</b></p>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию <math>\alpha</math>-частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора.</p> <p>Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой. Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода.</p> <p>Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм.</p> <p>Спонтанное и вынужденное излучение</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель опыта Резерфорда.</li> <li>2. Определение длины волны лазера.</li> <li>3. Наблюдение линейчатых спектров излучения.</li> <li>4. Лазер.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение линейчатого спектра.</li> </ol> | <p>Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда.</p> <p>Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.</p> <p>Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода.</p> <p>Спонтанное и вынужденное излучение света. Лазер</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модель опыта Резерфорда.</li> <li>2. Наблюдение линейчатых спектров.</li> <li>3. Устройство и действие счётчика ионизирующих частиц.</li> <li>4. Определение длины волны лазерного излучения.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение линейчатого спектра.</li> <li>2. Исследование спектра разреженного атомарного водорода и измерение постоянной Ридберга.</li> </ol> |
| <p><b>Тема 3. Физика атомного ядра и элементарных частиц (5 ч)</b></p>  | <p><b>Тема 3. Физика атомного ядра и элементарных частиц (5 ч)</b></p>  |
| <p>Эксперименты, доказывающие сложность строения ядра. Открытие радиоактивности. Опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства альфа-, бета-, гамма-излучения.</p>   | <p>Нуклонная модель ядра Гейзенберга—Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы.</p> <p>Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад.</p>   |

|   |   |
|---|---|
| <p>Влияние радиоактивности на живые организмы. Открытие протона и нейтрона. Нуклонная модель ядра Гейзенберга—Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерный реактор. Термоядерный синтез. Проблемы и перспективы ядерной энергетики. Экологические аспекты ядерной энергетики. Элементарные частицы. Открытие позитрона. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Единство физической картины мира</p> <p><i>Технические устройства и практическое применение:</i> дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, атомная бомба.</p> <p><b>Демонстрации</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Счётчик ионизирующих частиц.</li> </ol> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).</li> </ol> | <p>Гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия. Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики. Методы регистрации и исследования элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов. Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира.</p> <p><i>Технические устройства и технологические процессы:</i> дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитно-резонансная томография.</p> <p><b>Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование треков частиц (по готовым фотографиям).</li> <li>2. Исследование радиоактивного фона с использованием дозиметра.</li> <li>3. Изучение поглощения бета-частиц алюминием.</li> </ol> |
| <p>РАЗДЕЛ 8. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ (7 ч)</p>  | <p>РАЗДЕЛ 8. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ (12 ч)</p>   |
| <p><b>Тема 1. Элементы астрофизики (7 ч)</b></p>  | <p><b>Тема 1. Элементы астрофизики (12 ч)</b></p>   |
| <p>Этапы развития астрономии. Прикладное и мировоззренческое значение</p>   |   |

|   |  |
|---|--|
| <p>астрономии. Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение. Солнечная система. Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд. Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс — светимость». Звёзды главной последовательности. Зависимость «масса — светимость» для звёзд главной последовательности. Внутреннее строение звёзд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд.</p> <p>Млечный Путь — наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик. Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение. Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. Нерешённые</p> | <p>Этапы развития астрономии. Прикладное и мировоззренческое значение астрономии. Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.</p> <p>Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия.</p> <p>Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение.</p> <p>Солнечная система.</p> <p>Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд. Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс — светимость». Звёзды главной последовательности. Зависимость «масса — светимость» для звёзд главной последовательности. Внутреннее строение звёзд.</p> <p>Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и</p>                             |
| <p>проблемы астрономии.</p> <p><b>Ученические наблюдения</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдения невооружённым глазом с использованием компьютерных приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату: основные созвездия Северного полушария и яркие звёзды.</li> <li>2. Наблюдения в телескоп Луны, планет, Млечного Пути.</li> </ol>  | <p>звёзд. Этапы жизни звёзд.</p> <p>Млечный Путь — наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик. Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла.</p> <p>Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение.</p> <p>Масштабная структура Вселенной. Метагалактика.</p> <p>Нерешённые проблемы астрономии <b>Ученические наблюдения:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдения звёздного неба невооружённым глазом с использованием компьютерных приложений для определения положения небесных объектов на конкретную дату: основные созвездия Северного полушария и яркие звёзды.</li> <li>2. Наблюдения в телескоп Луны, планет, туманностей и звёздных скоплений.</li> </ol> |
| <p>ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ (16 часов)</p>  |  |

|   |   |
|---|---|
|   | <p><i>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.</i></p> <p><i>Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ, описанных в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»).</i></p>  |
| ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ (4 ч)   | ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ (15 ч)  |
| <p>Роль физики и астрономии в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики и астрономии в современной научной картине мира; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе</p> | <p>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Механика», «Молекулярная физика и термодинамика», «Электродинамика», «Колебания и волны», «Основы специальной теории относительности», «Квантовая физика», «Элементы астрономии и астрофизики».</p> <p>Роль физики и астрономии в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики и астрономии в современной научной картине мира; значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической</p> |
|   | <p>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</p>   |
| Резерв (3 ч)  | Резерв (10 ч)   |

|              |  |                                      |
|--------------|--|--------------------------------------|
|              | <b>Тематическое планирование курса</b>                   |                                      |
|              | <b>11 класс</b>  |                                      |
|              | <i>Базовый уровень (2 часа)</i>                          | <i>Углубленный уровень (5 часов)</i> |
| Кол-во часов | Электродинамика(продолже ние) 11/27 Магнитное поле 6/1 4 |                                      |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 | Взаимодействие постоянных магнитов и проводников с током. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитной индукции. |  |
| 1 | Магнитное поле проводника с током (прямого проводника, катушки и кругового витка). Опыт Эрстеда. Картина линий магнитной индукции поля постоянных магнитов.          |  |
| 1 |  | <i>Определение условий применимости модели однородного магнитного поля.</i>  |
| 1 |  | <i>Определение направления индукции магнитного поля проводника с током</i>   |
| 1 |  | <i>Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диамагнетики</i>   |
| 1 | Сила Ампера, её направление и модуль.  |  |
| 1 | Сила Лоренца, её направление и модуль. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле. Работа силы Лоренца.   |  |
| 1 |  | <i>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</i> |
| 1 |  | <i>Объяснение основных принципов действия технических устройств</i>  |

|                                       |  |   |
|---------------------------------------|--|---|
| 1                                     |  | <i>Примеры решения задач по теме «Сила Ампера»</i>  |
| 1                                     | Технические устройства и технологические процессы: применение постоянных магнитов, электромагнитов, тестер-мультиметр, электродвигатель Якоби, ускорители элементарных частиц. |   |
| 1                                     | Лабораторная работа №1 «Наблюдение действия магнитного поля на ток»  |   |
| 1                                     |  | <i>Примеры решения задач по теме «Сила Лоренца»</i>   |
| 1                                     |  | <i>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Магнитное поле».</i>            |
| 1                                     |  | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Магнитное поле».</i>  |
| <b>Электромагнитная индукция 5/13</b> |  |   |
| 1                                     | Явление электромагнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. ЭДС индукции.   |   |
| 1                                     | Закон электромагнитной индукции Фарадея. Вихревое электрическое поле. Токи Фуко.   |   |
| 1                                     |  | <i>ЭДС индукции в проводнике, движущемся поступательно в однородном магнитном поле.</i>   |
| 1                                     |  | <i>Примеры решения задач по теме «Закон электромагнитной индукции»</i>  |
| 1                                     |  | <i>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Электромагнитная индукция».</i> |

|  |  |  |
|--|--|--|
| 1  | Правило Ленца. Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока. |  |
| 1  | Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.                                      |  |
| 1  |  | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Электромагнитная индукция».</i>  |
| 1  |  | <i>Алгоритм использования правила Ленца для определения направления тока в контуре при анализе графических и экспериментальных задач</i>   |
| 1  |  | <i>Сборка модели электромагнитного генератора</i>  |
| 1  | Энергия магнитного поля катушки с током.<br>Электромагнитное поле            |  |
| 1  | Лабораторная работа №2<br>«Изучение явления электромагнитной индукции»       |  |
| 1  |  | <i>Объяснение основных принципов действия технических устройств и технологических процессов, таких как: индукционная печь, соленоид, защита от электризации тел при движении в магнитном поле Земли.</i> |
| 1  |  | <i>Обобщающе-повторительное занятие по теме «Электромагнитная индукция»</i>  |
| 1  |  | <i>Зачет по теме «Электромагнитная индукция»</i>   |
| <b>Колебания и волны (60 ч) Механические колебания 5-/10</b> |  |  |
| 1  | Колебательная система. Свободные колебания.                                  |  |



|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 | Гармонические колебания. Кинематическое и динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии).      |  |
| 1 |  | <i>Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания.</i>  |
| 1 |  | <i>Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.</i>  |
| 1 |  | <i>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Механические колебания».</i> |
| 1 | Амплитуда и фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения.               |  |
| 1 | Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника. |  |
| 1 |  | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические колебания».</i>   |
| 1 |  | <i>Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: метроном, часы, качели, музыкальные инструменты, сейсмограф.</i>                     |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 |  | <i>Лабораторная работа №3 «Определение ускорения свободного падения при помощи маятника</i>   |
|   | <b>Электромагнитные колебания 7/15</b>   |   |
| 1 | Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре.  |   |
| 1 | Формула Томсона.   |   |
| 1 |  | <i>Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре</i>   |
| 1 |  | <i>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Электромагнитные колебания»</i> |
| 1 |  | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Электромагнитные колебания»</i>   |
| 1 | Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.                                    |   |
| 1 | Затухающие электромагнитные колебания. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. |   |
| 1 |  | <i>Сравнение механических и электромагнитных колебаний</i>  |
| 1 |  | <i>Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач</i>              |
| 1 |  | <i>Определение условий применимости модели идеального колебательного контура</i>  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  |  |
| 1   | Мощность переменного тока. Амплитудное и действующее значение силы тока и напряжения при различной форме зависимости переменного тока от времени. Синусоидальный переменный ток.   |  |
| 1   | Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии. Культура использования электроэнергии в повседневной жизни. Технические устройства и технологические процессы: электрический звонок, генератор переменного тока, линии электропередач |  |
| 1   |  | <i>Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока. Резонанс токов. Резонанс напряжений.</i> |
| 1   |  | <i>Демонстрация активного, емкостного и индуктивного сопротивлений</i>   |
| 1   |  | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Электромагнитные колебания».</i>                               |
| <b>Механические и электромагнитные волны 5/10</b> |  |  |
| 1   | Механические волны, условия их распространения. Поперечные и продольные волны. Период, скорость распространения и длина волны. Свойства механических волн: отражение, преломление, интерференция и дифракция.  |  |
| 1   | Звук. Скорость звука. Громкость звука. Высота тона. Тембр звука. Шумовое загрязнение окружающей среды.   |  |

|                     |   |  |
|---------------------|---|--|
| 1                   |   | <i>Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве.</i>  |
|                     |   | <i>Решение задач</i>   |
| 1                   |   | <i>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.</i> |
| 1                   | Электромагнитные волны. Условия излучения электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн: отражение, преломление, поляризация, интерференция и дифракция. взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне.   |  |
| 1                   | Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту. Технические устройства и практическое применение: музыкальные инструменты, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике и медицине<br>Принципы радиосвязи и телевидения. Радиолокация. |  |
| 1                   |   | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические и электромагнитные волны»</i>   |
| 1                   |   | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Механические и электромагнитные волны»</i>   |
| 1                   |   | <i>Устройство и принцип работы простейшего радиоприемника</i>  |
| <b>Оптика 10/25</b> |   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 | Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Точечный источник света.                                     |  |
| 1 | Отражение света. Законы отражения света. Построение изображений в плоском зеркале.  |  |
|   |   | <i>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, волновых свойств света.</i> |
| 1 |   | <i>Построение и расчёт изображений, создаваемых плоским зеркалом</i>   |
| 1 |   | <i>Сферические зеркала</i>   |
| 1 | Преломление света. Законы преломления света. Абсолютный показатель преломления.   |  |
| 1 | Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения. |  |
| 1 |   | <i>Лабораторная работа №4 «Измерение показателя преломления стекла»</i>  |
| 1 |   | <i>Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред.</i>   |
| 1 |   | <i>Ход лучей в призме.</i>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1 | Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы.   |   |
| 1 | Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой  |   |
| 1 |  | <i>Лабораторная работа №5 «Определение оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы»</i>   |
| 1 |  | <i>Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от её геометрии и относительного показателя преломления.</i>   |
| 1 |  | <i>Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.</i> |
| 1 | Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая система.<br>Пределы применимости геометрической оптики.   |   |
| 1 | Технические устройства и технологических процессы: очки, лупа, перископ, фотоаппарат, микроскоп, проекционный аппарат, просветление оптики, волоконная оптика, дифракционная решётка . |   |
| 1 |  | <i>Просветление оптики</i>  |
| 1 |  | <i>Построение и расчёт изображений, создаваемых плоским зеркалом, тонкой линзой.</i>  |
| 1 |  | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Оптика»</i>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
| 1  | Волновая оптика. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов в интерференционной картине от двух когерентных источников. Примеры классических интерференционных схем. |   |
| 1  | Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при падении монохроматического света на дифракционную решётку. Поляризация света  |   |
| 1  |   | <i>Лабораторная работа №6 «Измерение длины световой волны»</i>  |
| 1  |   | <i>Объяснение особенностей протекания оптических явлений: интерференции, дифракции, дисперсии, полного внутреннего отражения.</i>               |
| 1  |   | <i>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Оптика»</i> |
| <b>Основы специальной теории относительности 4/5</b> |   |   |
| 1  | Границы применимости классической механики. Постулаты специальной теории относительности.   |   |
| 1  | Относительность одновременности. Замедление времени и сокращение длины.   |   |
| 1  |   | <i>Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности.</i>   |
| 1  |   | <i>Практикум</i>  |
| 1  |   | <i>Практикум</i>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  |   |
| 1 | Энергия и импульс релятивистской частицы. Связь массы с энергией и импульсом релятивистской частицы. Энергия покоя |   |
| 1 | Технические устройства и технологические процессы: спутниковые приёмники, ускорители заряженных частиц             |   |
| 1 |  | Практикум   |
| 1 |  | Практикум   |
| 1 |  | Лабораторная работа   |
| 1 | <b>Квантовая физика 15 /25 Корпускулярно-волновой дуализм 6/15</b>   |   |
| 1 | Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Гипотеза М. Планка о квантах.                   |   |
| 1 | Фотоны. Энергия и импульс фотона.  |   |
| 1 |  | <i>Закон смещения Вина.</i>   |
| 1 |  | <i>Объяснение основных принципов действия технических устройств, таких как: спектрометр, фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод.</i> |
| 1 |  | <i>Решение расчётных задач с явно заданной и неявно заданной физической моделью с использованием основных законов и формул по теме «Квантовые явления».</i>               |
| 1 | Фотоэффект. Опыты А. Г. Столетова. Законы фотоэффекта.   |   |



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| 1                       | Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта.   |   |
| 1                       |   | <i>Определение условий применимости квантовой модели света.</i>   |
| 1                       |   | <i>Анализ квантовых процессов с использованием уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, принципа соотношений неопределённости Гейзенберга.</i>                |
| 1                       |   | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Квантовые явления».</i>   |
| 1                       | Давление света (в частности, давление света на абсолютно поглощающую и абсолютно отражающую поверхность). Опыты П. Н. Лебедева.             |   |
| 1                       | Технические устройства и технологические процессы: спектрометр, фотоэлемент, фотодатчик, туннельный микроскоп, солнечная батарея, светодиод |   |
| 1                       |   | <i>Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм.</i> |
| 1                       |   | <i>Дифракция электронов на кристаллах. Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённости Гейзенберга</i>                                      |
| 1                       |   | <i>Решение качественных задач, требующих применения знаний по теме «Квантовые явления».</i>   |
| <b>Физика атома 4/5</b> |   |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 1   | Опыты по исследованию строения атома. Планетарная модель атома Резерфорда.                                       |   |
| 1   | Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.             |   |
| 1   |  | <i>Анализ квантовых процессов на основе первого и второго постулатов Бора</i> |
| 1   |  | <i>Практикум</i>  |
| 1   |  | <i>Практикум</i>  |
| 1   | Виды спектров. Спектр уровней энергии атома водорода. Спонтанное и вынужденное излучение света.                  |   |
| 1   | Технические устройства и технологические процессы: спектральный анализ (спектроскоп), лазер, квантовый компьютер |   |
| 1   |  | Практикум   |
| 1   |  | Практикум   |
| 1   |  | Лабораторная работа   |
| <b>Физика атомного ядра и элементарных частиц 5/5</b> |  |   |
| 1   | Нуклонная модель ядра Гейзенберга–Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы.                            |   |
| 1   | Радиоактивность. Альфа-распад. Электронный и позитронный бета-распад. Гамма-излучение.                           |   |

|   |   |                      |
|---|---|----------------------|
| 1 |   | <i>Практикум</i>     |
| 1 |   | <i>Практикум</i>     |
| 1 |   | <i>Решение задач</i> |
| 1 | Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер  |                      |
| 1 | Ядерные реакторы. Проблемы управляемого термоядерного синтеза. Экологические аспекты развития ядерной энергетики.   |                      |
| 1 |   | <i>Практикум</i>     |
| 1 |   | <i>Практикум</i>     |
| 1 |   | <i>Решение задач</i> |
| 1 | Методы регистрации и исследования элементарных частиц.<br>Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны.<br>Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.<br>Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия.<br>Единство физической картины мира. |                      |
|   |   |                      |
| 1 | Технические устройства и технологические процессы: дозиметр, камера Вильсона, ядерный реактор, термоядерный реактор, атомная бомба, магнитно-резонансная томография   |                      |

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1  |   | <i>Практикум</i>   |
| 1  |   | <i>Практикум</i>   |
| 1  |   | <i>Решение задач</i>   |
| <b>Элементы астрономии и астр офизики 7/12</b> |   |  |
| 1  | Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия.   |  |
| 1  | Вид звёздного неба. Созвездия, яркие звёзды, планеты, их видимое движение.  |  |
| 1  |   | <i>Этапы развития астрономии. Прикладное и мировоззренческое значение астрономии. Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.</i> |
| 1  |   | <i>Основные созвездия Северного полушария и яркие звезды</i>   |
| 1  |   | <i>Роль астрономии в современной картине мира, в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии.</i>                              |
| 1  | Солнечная система.<br>Солнце. Солнечная активность. Источник энергии Солнца и звёзд.  |  |
| 1  | Звёзды, их основные характеристики. Диаграмма «спектральный класс – светимость». Звёзды главной последовательности. Зависимость «масса – светимость» для звёзд главной последовательности. Внутреннее строение звёзд. |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 1 |  | <i>Практикум</i>   |
| 1 |  | <i>Практикум</i>   |
| 1 |  | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Механика»,</i>                            |
| 1 | Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звёзд. Этапы жизни звёзд.  |  |
| 1 | Млечный Путь – наша Галактика. Положение и движение Солнца в Галактике. Типы галактик. Радиогалактики и квазары. Чёрные дыры в ядрах галактик. |  |
| 1 |  | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Механика»,</i>                            |
| 1 |  | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Механика»,</i>                            |
| 1 |  | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Молекулярная физика и термодинамика»,</i> |
| 1 | Вселенная. Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Теория Большого взрыва. Реликтовое излучение.                              |  |
| 1 | Масштабная структура Вселенной. Метагалактика.   |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | Нерешённые проблемы астрономии  |  |
| 1 |   | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Молекулярная физика и термодинамика»,</i>   |
| 1 |   | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Молекулярная физика и термодинамика»,</i>   |
| 1 |   | <i>Применение основополагающих астрономических понятий, законов и теорий для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звёздах, в звёздных системах, в межгалактической среде, движения небесных тел, эволюции звёзд и Вселенной</i> |
| 1 | Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Механика»                            |  |
| 1 | Обобщение и систематизация содержания раздела курса «Молекулярная физика и термодинамика» |  |
| 1 |   | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Электродинамика»</i>  |
| 1 |   | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Электродинамика»</i>  |
| 1 |   | <i>Обобщение и систематизация содержания разделов курса «Электродинамика»</i>  |
| 1 | Резерв  |  |
| 1 | Резерв  |  |

