



Физика

Рабочая
программа
к линии УМК Л. С. Хижняковой

10–11



Вентана
граф



Алгоритм успеха

Л. С. Хижнякова
А. А. Синявина
В. В. Кудрявцев
С. А. Холина

Физика

Рабочая программа

к линии УМК Л. С. Хижняковой

10–11

классы



Москва
Издательский центр
«Вентана-Граф»
2017

УДК 373.5.016:53
ББК 74.262.22
Х43

Хижнякова, Л. С.

Х43 Физика : рабочая программа к линии УМК Л. С. Хижняковой : 10–11 классы / Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, В. В. Кудрявцев и др. – М. : Вентана-Граф, 2017. – 182 с.

ISBN 978-5-360-07856-2

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом и Примерной основной образовательной программой. Учебники данной линии включены в Федеральный перечень и обеспечивают освоение образовательной программы среднего общего образования.

УДК 373.5.016:53
ББК 74.262.22

ISBN 978-5-360-07856-2

© Хижнякова Л. С., Синявина А. А.,
Кудрявцев В. В., 2017
© Издательский центр «Вентана-Граф»,
2017

Пояснительная записка

Программа включает следующие разделы.

1. Пояснительная записка, в которой конкретизируются общие цели обучения физике в старшей школе (на базовом и углублённом уровнях), даётся общая характеристика курса и его место в учебном плане.

Целями обучения физике *на базовом уровне* являются:

- формирование относительно целостной системы элементов научных знаний, лежащих в основе современной физической картины мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений;
- овладение системой знаний об основных физических понятиях, закономерностях, физических законах и теориях, о научном методе познания, экспериментальных и теоретических методах исследования законов природы, важнейших методологических принципах, о наиболее важных открытиях в физике, оказавших основополагающее влияние на развитие цивилизации;
- формирование убеждённости в ценности образования, значимости знаний по физике для каждого человека, независимо от его профессиональной деятельности;
- приобретение умений применять полученные знания для решения физических задач, объяснения условий протекания физических явлений в природе, принципов действия технических устройств, рационального природопользования и защиты окружающей среды, для принятия практических решений в повседневной жизни.

Целями обучения физике *на углублённом уровне* являются:

- формирование целостного представления о мире и роли физики в создании современной естественнонаучной картины мира, умения объяснять физические явления и процессы, используя для этого полученные знания;

- развитие индивидуальных и творческих способностей в области физики с учётом профессиональных намерений, интересов и запросов обучающихся;
 - формирование устойчивой потребности учиться, готовности к продолжению образования, саморазвитию и самовоспитанию;
 - эффективная подготовка выпускников к освоению программ профессионального образования;
 - приобретение опыта разнообразной учебно-познавательной деятельности, поиска, анализа и обработки информации физического содержания, эффективного и безопасного использования различных технических устройств.
2. Планируемые результаты обучения физике.
 3. Содержание курса физики 10–11 классов.
 4. Тематическое планирование с определением основных видов учебной деятельности обучающихся (для базового и углублённого уровней).
 5. Учебно-методическое обеспечение.

Рабочая программа по физике составлена на основе Фундаментального ядра содержания общего образования¹, требований к результатам освоения образовательной программы среднего общего образования, представленных в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования. В программе также учитываются ведущие идеи развития и формирования универсальных учебных действий для среднего общего образования, которые способствуют формированию у обучающихся гражданской идентичности, коммуникативных качеств личности и овладению навыками самостоятельного приобретения новых знаний — умения учиться.

Предлагаемая программа ориентирована на использование системно-деятельностного подхода к процессу обучения и предусматривает: самостоятельность планирования и организации учебно-познавательной деятельности; формирование готовности обучающихся к принятию самостоятельных решений, саморазвитию, непрерывному образованию и выбору будущей профессии в соответствии с собственными интересами и возможностями, социальной мобильности, системы значимых социальных и межличностных отношений.

Использование единых принципов построения школьного курса физики в 7–11 классах позволяет учесть требование пре-

¹ См. Фундаментальное ядро содержания общего образования / Рос. акад. наук, Рос. акад. образования ; под ред. В. В. Козлова, А. М. Кондакова. — 4-е изд., дораб. — М. : Просвещение, 2011. — (Стандарты второго поколения).

емственности образовательных программ общего образования: начального общего образования, основного общего образования и среднего общего образования.

Программа предусматривает два варианта изучения физики: 1) на базовом уровне; 2) на углублённом уровне — с использованием дополнительных материалов для изучения. Соответствующие варианты содержания курса и тематического планирования представлены в данной программе.

Расширение содержания курса физики, изучаемого на углублённом уровне, проводится за счёт использования дополнительных учебных материалов, выполнения творческих заданий, задач повышенной сложности, проектных и учебно-исследовательских работ. При этом обучающиеся сначала изучают материалы на базовом уровне, после чего переходят к изучению дополнительных материалов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КУРСА

Физика как наука о наиболее общих законах природы вносит значительный вклад в формирование у обучающихся системы знаний об окружающем мире, физической картины мира, которая является основой естественнонаучной картины мира. Изучение физики необходимо для развития научного мировоззрения, научного стиля мышления и естественнонаучной грамотности обучающихся. Школьный курс физики является системообразующим для других учебных предметов естественнонаучного цикла — химии, биологии, географии и астрономии.

Курс физики в старшей школе является логическим продолжением курса физики основной школы. Преимущество этих курсов реализуется в содержании (принципы относительности, причинности, суперпозиции, соответствия, законы сохранения) и методах исследования физических процессов и явлений (физический эксперимент, метод моделирования, естественнонаучный метод Галилея). Значительное внимание в курсе физики старшей школы уделено применению научного метода познания к изучению процессов и явлений окружающего мира; решению учебных проблем, требующих от обучающихся самостоятельной деятельности.

Изучение курса физики на базовом уровне предполагает развитие интеллектуальных и творческих способностей обучающихся посредством формирования системы научных знаний и опыта учебно-познавательной деятельности.

Курс физики на углублённом уровне направлен на формирование предметных компетентностей базового уровня, а также включает содержание и требования к его усвоению, отличающиеся от базового уровня большей глубиной изучения теоретического материала, сложностью и вариативностью решаемых задач, профильной ориентированностью и более высоким уровнем требований к планируемым результатам обучения.

Углублённый уровень позволяет усилить теоретическую составляющую содержания курса за счёт рассмотрения дополнительных учебных материалов (в том числе для дополнительного чтения), творческих заданий и задач повышенной сложности. Выполнение обучающимися подобных заданий способствует подготовке к единому государственному экзамену (ЕГЭ) по физике, приобретению опыта проектной и учебно-исследовательской деятельности.

При изучении курса физики основной школы знания, умения и способы учебной деятельности формировались у обучающихся при изучении явлений, понятий, законов, физических методов исследования природы (эксперимента и моделирования). В старшей школе системообразующими факторами содержания курса физики являются: физические теории, элементы современной физической картины мира, эмпирические и теоретические методы изучения природы, важнейшие методологические принципы.

Учебный материал в каждом разделе курса изложен согласно схеме научного метода познания: наблюдение физического явления → эксперимент → модель объекта или явления → теоретическое исследование модели (выдвижение гипотезы, формулировка физического закона) → следствия из основных законов теории → экспериментальная проверка следствий → практические приложения.

При конструировании содержания курса особое значение придавалось системе и последовательности представления учебного материала. Изучение курса начинается с главы «Научный метод познания», которая посвящена структуре физики как науки, объектам её изучения, естественнонаучным методам изучения природы, основным формам выражения научного знания, структурным элементам физической теории. Если ведущими методами исследования физических явлений и процессов в курсе физики основной школы были физический эксперимент и ряд теоретических моделей, то в старшей школе они дополняются, например, общенаучными принципами историзма, суперпозиции, относительности, соответствия, симме-

трии. При этом физический эксперимент является эмпирической базой физической теории, а мысленный эксперимент и физические модели — теоретической основой познания.

Каждая физическая теория в курсе физики старшей школы рассматривается согласно её структуре, в которой можно условно выделить: основание (эмпирический базис), ядро, выводы (следствия), интерпретацию. Основание теории составляют экспериментальные факты, идеализированный объект (модель), физические понятия и величины, описывающие этот объект, и правила действия с ними. В ядро теории входят система законов (уравнений), постулаты, принципы, фундаментальные физические константы (постоянные). К выводам теории относятся практические приложения физической теории, примеры её применения к решению конкретных задач. Интерпретация теории проводится на основе идей, понятий, законов и принципов. Она позволяет установить границы применимости физических теорий. Во вводной главе представлен также материал об измерении физических величин, о видах погрешностей измерения и способах их расчёта.

Далее рассматриваются основные понятия, величины и модели классической механики. В главе «Кинематика» учебный материал систематизирован вокруг идеи относительности механического движения, основных теоретических моделей и методов описания движения — векторного и координатного. При изучении особенностей равномерного и равноускоренного прямолинейного движений, равномерного движения по окружности используются различные формы предъявления информации: табличный, графический, аналитический (по формулам). Изложение главы «Динамика» опирается на преемственность курсов физики старшей и основной школы. Обобщение законов динамики проводится на основе принципов причинности, суперпозиции, относительности, общенаучных понятий (например, механическое движение, гравитационное взаимодействие, причинно-следственные связи) и решения конкретных физических задач.

В главе «Законы сохранения в механике» рассмотрены законы сохранения импульса, полной механической энергии и их применение к описанию абсолютно неупругого и абсолютно упругого столкновений тел (для углублённого уровня). Обучающиеся знакомятся с решением прямой и обратной задач механики, формулировкой второго закона Ньютона в импульсной форме, формулами определения работы силы тяжести, силы упругости и силы трения, теоремой о кинетической энергии и теоремой о потенциальной энергии. Для дополнительного чте-

ния приводится материал, посвящённый истории развития космонавтики.

В главе «Вращательное движение твёрдого тела», которая изучается только на углублённом уровне, анализируются особенности вращения твёрдого тела с закреплённой осью. При этом используется физическая модель — абсолютно твёрдое тело, — предполагающая, что деформации малы и расстояния между двумя точками тела неизменны. В данной главе вводятся такие понятия, как угловое ускорение вращающегося тела, тангенциальное ускорение, момент инерции, момент импульса, кинетическая энергия вращающегося тела, а также формулируются уравнение равноускоренного движения по окружности, основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела, закон сохранения момента импульса.

Глава «Статика. Законы гидро- и аэростатики» завершает изучение раздела «Механика» и содержит учебный материал, посвящённый условиям равновесия материальной точки и твёрдого тела, видам равновесия. В главе проводится повторение и обобщение знаний о простых механизмах, условия равновесия рычага, «золотом правиле» механики, законах гидро- и аэростатики (законе Паскаля, законе Архимеда), условия плавания тел. Для дополнительного чтения предлагается материал о ламинарном и турбулентном движениях жидкости, об уравнении Бернулли.

Тепловые явления, свойства и строение вещества рассматриваются в следующем разделе курса «Молекулярная физика», который включает в себя молекулярно-кинетическую теорию идеального газа и термодинамику. Систематизирующими факторами этих теорий являются статистический и термодинамический методы. При изучении молекулярно-кинетической теории идеального газа формируются представления о статистическом методе исследования систем, состоящих из огромной совокупности частиц. Суть этого метода раскрывается при введении вероятностно-статистических понятий, при описании свойств идеального газа, распределения молекул газа по скоростям.

В разделе «Молекулярная физика» получает дальнейшее развитие понятие температуры как физической величины, характеризующей тепловое равновесие системы тел. Далее рассматриваются фундаментальные опыты Штерна по измерению скоростей теплового движения молекул, основное уравнение молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа, изопроцессы. В отличие от курса физики основной школы, где газовые законы рассматривались в термодина-

мике, в курсе физики старшей школы они объясняются и с позиций молекулярно-кинетической теории.

В термодинамике изучаются понятия внутренней энергии термодинамической системы, количества теплоты, первый закон термодинамики, тепловые двигатели, необратимость тепловых процессов, второй закон термодинамики. Термодинамический метод представлен как метод изучения макроскопических тел, которые взаимодействуют между собой и с другими телами, а также обмениваются с ними энергией. Термодинамический и статистический методы используются при рассмотрении агрегатных состояний вещества и фазовых переходов. В качестве материала для дополнительного чтения представлен материал о жидких кристаллах и наночастицах.

Вопросы электростатики завершают курс физики 10 класса. Электростатическое поле рассматривается как частный случай проявления единого электромагнитного поля. Преемственность между содержанием учебного материала курсов физики основной и старшей школы реализуется за счёт повторения основных свойств электрического заряда, законов электростатического поля (закона сохранения электрического заряда, закона Кулона — для углублённого уровня), изучения принципа суперпозиции электростатических полей (для углублённого уровня), таких энергетических характеристик, как потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов, потенциал, разность потенциалов (напряжение), эквипотенциальные поверхности, энергия электростатического поля.

К идеализированным объектам (моделям) электростатики относятся: точечный электрический заряд, линии напряжённости электростатического поля, однородное электростатическое поле. В качестве практических приложений электростатики рассмотрены: воздействие электростатических полей на организм человека, явления, происходящие с проводниками (электростатическая индукция) и диэлектриками (поляризация), помещёнными в электростатическое поле, конденсаторы.

Курс физики 11 класса посвящён дальнейшему изучению законов и принципов, относящихся к ядру электродинамики. В главе «Законы постоянного тока» для объяснения природы электрического тока в металлах используются элементы классической электронной теории. При этом рассматривается закон Ома (для участка цепи и полной электрической цепи) и его применение к расчёту параметров электрических цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединениями проводников. Закон Джоуля — Ленца позволяет объяснить

действие различных электротехнических устройств (например, плавкого предохранителя, счётчика электроэнергии).

В главе «Магнитное поле» обязательным для всех обучающихся является изучение фундаментальных опытов Эрстеда и Ампера, действия магнитного поля на проводник и рамку с током, закона Ампера, силы Лоренца. Вращением рамки (обмотки) с током в магнитном поле объясняется действие электродвигателей постоянного тока. Обучающиеся знакомятся с новыми физическими величинами, например индуктивностью контура, работой силы Ампера, энергией магнитного поля замкнутого контура, магнитной проницаемостью среды, с магнитными свойствами вещества.

В главе «Электромагнитная индукция» изучаются закон электромагнитной индукции и правило Ленца с использованием понятий вихревого электрического поля, ЭДС индукции, а также теоретического и эмпирического методов познания.

При объяснении учебного материала раздела «Колебания и волны» применяется метод аналогии записи уравнений для механических и электромагнитных колебательных процессов. В главе «Механические колебания и волны» изучаются условия возникновения свободных колебаний в колебательной системе, гармонические колебания, свободные колебания пружинного и математического маятников, вынужденные колебания, явление механического резонанса (для углублённого уровня), уравнение гармонических колебаний для простейших колебательных систем, выражения для периода колебаний пружинного и математического маятников. В конце главы обучающиеся повторяют и обобщают основные характеристики механических волн, звука, работают с таблицей значений скоростей распространения звука в различных средах.

В главе «Электромагнитные колебания и волны» процессы в реальном и идеальном колебательных контурах анализируются на основе закона сохранения энергии. Решение уравнений, описывающих колебания в контуре, позволяет определить период свободных колебаний и установить экспериментально его зависимость от индуктивности и ёмкости колебательного контура. На углублённом уровне обучающиеся знакомятся с методом векторных диаграмм, его применением к изучению цепей переменного тока, содержащих резистор, конденсатор и катушку индуктивности, формулами определения активного, ёмкостного и индуктивного сопротивлений, с законом Ома для цепи переменного тока (RLC -контура). Значительное внимание в главе уделено вопросам

производства, передачи и использования электрической энергии, обсуждению свойств и основных характеристик электромагнитных волн, принципов радиосвязи и телевидения.

В разделе «Оптика» повторяются основные понятия геометрической оптики: законы прямолинейного распространения, отражения и преломления света, дисперсия света, формула тонкой линзы — с помощью физических моделей (точечный источник света, однородная, изотропная среда, тонкая линза), а также рассматривается ряд новых явлений (например, полное (внутреннее) отражение света, угловые увеличения некоторых оптических приборов — при углублённом изучении курса). Кроме того, в этом разделе изучаются волновые свойства света: интерференция, дифракция, поляризация (на углублённом уровне). При описании дифракции плоских световых волн на узкой щели применяются метод зон Френеля и принцип Гюйгенса — Френеля. Учебный материал о действии дифракционной решётки, об условиях, при которых наблюдаются главные максимумы и минимумы при дифракции на решётке, и о разрешающей способности оптических приборов предназначен для углублённого уровня.

В заключительном разделе курса «Современные физические теории» рассмотрены элементы физических теорий, которые сформировались в XX в. Речь идёт о специальной теории относительности (СТО), квантовой физике, астрофизике. Отметим, что современная физика сложна и непривычна, поскольку не всегда соответствует представлениям повседневной жизни, поэтому идеи современной физики раскрываются в основном на качественном уровне с использованием физических моделей.

Знакомство с элементами СТО обучающиеся начинают с постулатов Эйнштейна и изучения относительности одновременности событий, релятивистского эффекта замедления времени (для углублённого уровня). После этого рассматриваются особенности массовых (имеющих массу, отличную от нуля) и безмассовых (масса равна нулю) частиц. Эти сведения позволяют ввести такие понятия СТО, как полная энергия, энергия покоя, закон взаимосвязи массы и энергии (формула Эйнштейна), релятивистский импульс, выражение, связывающее релятивистский импульс, полную энергию и массу частицы (на углублённом уровне). При этом подчёркивается, что СТО является более общей теорией пространства, времени и движения, нежели классическая механика. Отметим, что формулы и выводы СТО позволяют определить энергию связи атомного ядра и объяснить дефект масс.

В курсе физики основной школы обучающиеся познакомились с элементами квантовой физики, которые используются при изучении особенностей равновесного теплового излучения, явления внешнего фотоэффекта, понятия о гипотезе де Бройля, о корпускулярно-волновом дуализме. Это даёт возможность объяснить спектральные закономерности атома водорода, проанализировать движение электрона в атоме водорода, используя постулаты Бора (материал для углублённого уровня), устройство, принцип действия и примеры практического применения лазера (материал для дополнительного чтения).

После этого обучающиеся повторяют и обобщают знания о протонно-нейтронной модели атомного ядра, об изотопах, особенностях ядерных сил, законах сохранения зарядового и массового чисел, удельной энергии связи атомного ядра, о физической природе альфа-, бета- и гамма-излучений, явлении радиоактивности и радиоактивном распаде, ядерных реакциях, ядерной энергетике, фундаментальных взаимодействиях и др. Новым для них является материал о частицах-переносчиках между нуклонами (пионах) и их особенностях, правилах смещения при альфа-распаде и бета-распаде, законе радиоактивного распада, об элементарных частицах и их свойствах.

В главе «Элементы астрофизики» обучающиеся знакомятся с методами определения расстояний до небесных тел, физической природой тел Солнечной системы, Солнца и других звёзд, проявлением солнечной активности и её влиянием на нашу планету, эволюцией звёзд, типами галактик (при углублённом изучении курса), представлениями о строении и эволюции Вселенной (в частности, с законом Хаббла и гипотезой Большого взрыва).

В завершение курса физики старшей школы проводится его методологическое обобщение: рассматриваются исторические этапы формирования механической, электродинамической и квантово-статистической картин мира, обсуждаются методологические принципы сохранения, симметрии и соответствия.

На базовом уровне изучения физики предусмотрено выполнение фронтальных лабораторных работ, которые направлены на развитие умений обучающихся наблюдать физические явления, выдвигать гипотезу исследования, проводить экспериментальную работу, измерять физические величины с учётом погрешностей измерений, анализировать экспериментальные данные. В классах, изучающих физику на углублённом уровне, выполнение лабораторных работ предусмотрено в двух вариантах: фронтальные лабораторные работы и физический практи-

кум. Темы работ практикума учитель выбирает самостоятельно в зависимости от уровня подготовки обучающихся и наличия оборудования в кабинете физики.

При планировании проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся по физике в старшей школе темы проектов и учебных исследований можно условно распределить по трём направлениям: «История развития физики», «Эксперимент и моделирование — основные физические методы исследования природы», «Практические приложения физических знаний».

При выполнении проектов и учебных исследований первого направления обучающийся научится:

- анализировать фрагменты работ физиков-классиков;
- описывать историю открытия физических законов и изобретения технических устройств;
- рассматривать исследования физических явлений в историческом аспекте;
- обсуждать биографии выдающихся учёных-физиков;
- оценивать вклад выдающихся учёных-физиков в развитие науки.

При выполнении проектов и учебных исследований второго направления обучающийся научится:

- применять научный метод познания к изучению физических явлений;
- проверять экспериментально выдвигаемые гипотезы, выводить физические законы из экспериментальных фактов и теоретических моделей;
- предсказывать результаты опытов или наблюдений на основе физических законов и теорий;
- конструировать модели технических объектов;
- выполнять компьютерное моделирование физических явлений и процессов;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости;
- оценивать реальность полученного значения физической величины с учётом погрешностей измерения.

При выполнении проектов и учебных исследований третьего направления обучающийся научится:

- рассматривать практические приложения физических знаний;
- применять физические законы в быту и в технике;
- обсуждать экологические проблемы и пути их решения;

- анализировать связь физики с другими естественными науками.

Учебные исследования по физике могут проводиться в формах: урока-защиты исследовательских проектов, урока-экспертизы, учебного эксперимента (обучающиеся учатся таким элементам исследовательской деятельности, как планирование и проведение эксперимента, обработка и анализ его результатов), домашнего задания исследовательского характера.

МЕСТО КУРСА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Федеральный государственный образовательный стандарт предусматривает изучение курса физики в старшей школе как составной части предметной области «Естественные науки».

Содержание обучения физике в старшей школе рассчитано не менее чем на 140 часов за два года обучения для *базового уровня* и на 315 часов за два года обучения для *углублённого уровня*.

При двухчасовом планировании (всего 140 часов) обучающиеся изучают только материалы базового уровня. При трёхчасовом планировании (всего 210 часов) больше времени уделяется: а) изучению основного курса; б) решению задач с целью подготовки к ЕГЭ по предмету. Дополнительный к двум обязательным часам учебный час может быть добавлен из части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

При изучении курса физики на углублённом уровне (5 часов в неделю в 10 классе и 5 часов в неделю в 11 классе; всего — 315 часов) в дополнение к основному курсу изучаются материалы для углублённого уровня. Они выделяются в блоки, расположенные в параграфах (если они являются расширением темы базового уровня), либо представлены дополнительными параграфами для углублённого изучения (если рассматриваемая тема изучается только на углублённом уровне).

Резерв учебного времени (для базового уровня 4 часа — при 2 часах и 12 часов — при 3 часах в неделю; для углублённого уровня — 16 часов) может быть использован: для введения дополнительных элементов содержания, увеличения времени на изучение отдельных тем, повторения и систематизации пройденного учебного материала, подготовки к ЕГЭ по физике, организации и проведения внеурочной, проектной и учебно-исследовательской деятельности.

Планируемые результаты обучения физике

Обучение физике по данной рабочей программе способствует формированию у обучающихся личностных, метапредметных, предметных результатов освоения основной образовательной программы, соответствующих требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

Личностными результатами освоения основной образовательной программы среднего общего образования являются:

- формирование мотивации к дальнейшей образовательной деятельности, оценки собственных возможностей и личных интересов при выборе сферы будущей профессиональной деятельности, сознательного отношения к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности: обсуждение физики как науки, её связей с другими естественными науками, выполнение исследовательских и конструкторских заданий;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей: объяснение физических процессов и явлений на основе теорий, знакомство с работами физиков-классиков, выполнение проектов и учебных исследований;
- формирование убеждённости в необходимости познания природы, в развитии науки и технологий для дальнейшего научно-технического прогресса: знакомство с историей развития физики, с научными достижениями в освоении космоса, развитии радиосвязи, телевидения, ядерной энергетики и др.;
- развитие самостоятельности в приобретении и совершенствовании новых знаний и умений: экспериментальное исследование объектов физики, опытное подтверждение фи-

зических законов и теорий, объяснение наблюдаемых явлений на основе физических теорий, теоретические обобщения с использованием общенаучных понятий и методологических принципов;

- ценностное отношение к физике и результатам обучения, воспитание уважения к творцам науки и техники: обсуждение вклада учёных в развитие фундаментальных физических теорий, астрофизики.

Метапредметными результатами освоения основной образовательной программы среднего общего образования являются:

- владение умением проектировать самостоятельную учебно-познавательную деятельность: определение объекта исследования, постановка целей, выбор теоретического или экспериментального метода исследования, формулировка гипотезы исследования, получение из неё следствий (выводов), экспериментальная проверка следствий, оценка полученных результатов и проведение самоконтроля;
- развитие теоретического мышления на основе формирования умений устанавливать факты, различать причины и следствия, строить модели физических явлений, экспериментально проверять выдвигаемые гипотезы, предсказывать результаты опытов или наблюдений на основе физических законов и теорий, устанавливать границы их применимости;
- понимание различий между теоретическими и эмпирическими методами исследования, исходными фактами и гипотезами, теоретическими и техническими моделями, теоретическими моделями и реальными объектами, отличий научных данных от непроверенной информации; ценности науки для удовлетворения бытовых, производственных и культурных потребностей человека, для дальнейшего научно-технического прогресса;
- формирование основ экологического мышления, осознание влияния социально-экономических процессов на состояние природной среды, приобретение опыта экологонаправленной деятельности: рассмотрение экологических проблем, связанных с использованием тепловых двигателей, с эксплуатацией АЭС, выполнение межпредметных проектов экологического содержания;
- совершенствование опыта самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая: способность и готовность к поиску информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных

текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов) и информационных технологий; умений обрабатывать и представлять информацию в разных формах (словесно, с помощью графиков, математических символов, рисунков и структурных схем), критически её оценивать и интерпретировать;

- готовность к самостоятельному исследованию физических объектов, оформлению его результатов в виде докладов, рефератов, проектов; приобщение к опыту проектной и учебно-исследовательской деятельности и публичного представления её результатов, в том числе с использованием средств ИКТ;
- развитие умений вести дискуссию, выслушивать разные точки зрения, признавать право другого человека на иное мнение, отстаивать свои взгляды и убеждения, работать в группе с выполнением различных социальных ролей, эффективно разрешать конфликты.

Предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования представлены на базовом и углублённом уровнях.

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

По окончании изучения курса на базовом уровне обучающийся научится:

- использовать основополагающие физические понятия, закономерности, законы и теории, физическую терминологию и символику, использовать информацию физического содержания при решении учебно-познавательных и практических задач, интегрируя информацию из различных источников, критически её оценивая и интерпретируя;
- применять в учебно-исследовательской деятельности научный метод познания (проводить наблюдения, строить модели и выдвигать гипотезы исследований, планировать и выполнять эксперименты с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов, представлять результаты прямых и косвенных измерений с помощью таблиц, графиков и формул, проводить измерения и их математическую обработку, объяснять полученные результаты и делать выводы, понимать неизбежность погрешностей измерений физических величин, оценивать погрешности результатов измерений, обнаруживать и исследовать зависимости между физическими величинами, выводить из экспериментальных

фактов и теоретических моделей физические законы) и формы научного познания (факты, законы, теории);

- решать качественные задачи (в том числе межпредметного характера) на основе моделей, физических величин и законов, выстраивать логически верную цепочку объяснения (доказательства) предложенного в задаче процесса (явления);
- решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью: на основе анализа условия задачи выделять физическую модель, находить физические величины и законы, необходимые и достаточные для её решения, проводить расчёты и проверять полученный результат;
- применять знания об устройстве, принципах действия и основных характеристиках машин, приборов и других технических объектов для решения практических, учебно-исследовательских и проектных задач; знания о физических объектах и процессах в повседневной жизни для обеспечения безопасности при обращении с приборами и техническими устройствами, для сохранения здоровья и соблюдения норм экологического поведения в окружающей среде, для принятия решений в повседневной жизни.

По окончании изучения курса на базовом уровне обучающийся получит возможность научиться:

- понимать и объяснять целостность физической теории, устанавливать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;
- характеризовать системную связь между такими основополагающими научными понятиями, как пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;
- демонстрировать на примерах роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей; взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- обсуждать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические — и роль физики в решении этих проблем;
- решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с выбором физической модели, используя несколько физических законов или формул, связывающих известные физические величины, в контексте межпредметных связей.

Механика

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять такие механические явления, как равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, относительность механического движения, свободное падение тел, равномерное движение по окружности, инерция, взаимодействие тел, деформация тел, невесомость, перегрузки, реактивное движение, поступательное движение, равновесие сил, передача давления жидкостями и газами, атмосферное давление, плавание тел, колебательное движение, волновые явления, звук;
- описывать механические явления, используя такие физические величины, как перемещение, путь, время, скорость, ускорение, период и частота обращения, масса тела, плотность вещества, сила, равнодействующая сила, вес тела, коэффициент перегрузки, коэффициент трения скольжения, импульс тела, импульс силы, механическая работа, механическая энергия, кинетическая энергия, потенциальная энергия, полная механическая энергия, мощность, момент силы, КПД простого механизма, давление, амплитуда, период и частота колебаний, длина и скорость распространения волны; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения в СИ, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- понимать смысл физических законов: сложения (преобразования) скоростей, инерции, Ньютона, всемирного тяготения, Кеплера, Гука, сохранения импульса, сохранения полной механической энергии, Паскаля, Архимеда; уравнений: равномерного и равноускоренного прямолинейного движений тела, гармонических колебаний; условий равновесия твёрдого тела; принципов: относительности Галилея, суперпозиции сил; теоремы о кинетической энергии, теоремы о потенциальной энергии; отличать словесную формулировку закона от его математической записи; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;
- решать физические задачи, используя формулы, связывающие указанные физические величины, и физические законы, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;

- выполнять экспериментальные исследования механических явлений: относительности механического движения, равномерного и равноускоренного прямолинейного движений, движения тела, брошенного горизонтально, равномерного движения по окружности, взаимодействий тел, упругой деформации пружины, трения скольжения, сохранения полной механической энергии в замкнутой системе тел, равновесия твёрдых тел, механических колебаний и волн;
- выделять главные признаки таких физических моделей, как материальная точка, инерциальная система отсчёта, замкнутая система, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость (на примере воды), гармонические колебания, пружинный маятник, математический маятник.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о механических явлениях и физических законах; использовать эти знания в повседневной жизни: для бытовых нужд, в учебных целях, для сохранения здоровья, безопасного использования машин, механизмов, технических устройств и приборов;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, перемещения, пути и скорости от времени движения, силы упругости от удлинения пружины, силы трения скольжения от силы нормального давления, силы Архимеда от объёма вытесненной воды, периода колебаний математического маятника от длины нити, периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины);
- анализировать результаты опытов, оказавших основополагающее влияние на развитие физической науки: опытов Галилея, Кавендиша, Торричелли, Архимеда;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ и представление в разных формах, выполнять проектные и учебно-исследовательские работы по механике.

Молекулярная физика и термодинамика

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять такие тепловые явления, как диффузия, броуновское движение, большая сжимаемость газов, малая сжимае-

мость жидкостей и твёрдых тел, тепловое (термодинамическое) равновесие, тепловое (хаотическое) движение молекул газа, изменения состояний идеального газа при изопроцессах, теплообмен, агрегатные состояния вещества и их изменения (фазовые переходы) — испарение, конденсация, кипение, плавление, кристаллизация, анизотропия свойств монокристаллов, изотропия свойств поликристаллов;

- описывать тепловые явления, используя статистический и термодинамический методы, такие физические величины, как количество вещества, молярная масса, температура, средняя квадратичная скорость, наиболее вероятная скорость, средняя кинетическая энергия движения молекул идеального газа, внутренняя энергия одноатомного идеального газа, давление и объём идеального газа, количество теплоты, внутренняя энергия термодинамической системы, работа газа при изобарном процессе, удельная теплоёмкость вещества, КПД теплового двигателя, удельная теплота парообразования и конденсации жидкости, абсолютная и относительная влажности воздуха, удельная теплота плавления вещества; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения в СИ, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- понимать смысл физических законов: сохранения энергии для тепловых процессов (первый закон термодинамики), Бойля — Мариотта, Шарля, Гей-Люссака, второго закона термодинамики; уравнений: состояния идеального газа (уравнения Клапейрона — Менделеева), основного уравнения МКТ, теплового баланса; физических констант: постоянной Авогадро, атомной единицы массы, постоянной Больцмана, универсальной газовой постоянной; отличать словесную формулировку закона от его математической записи; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;
- выполнять экспериментальные исследования тепловых явлений: диффузии, броуновского движения, теплообмена, зависимостей между физическими величинами — макропараметрами термодинамической системы, изменений агрегатных состояний вещества, влажности воздуха;
- решать физические задачи, используя формулы, связывающие указанные физические величины, и физические зако-

ны, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;

- выделять главные признаки таких физических моделей, как термодинамическая система, равновесное состояние системы, равновесный процесс, теплоизолированная система, идеальный газ, идеальный тепловой двигатель, цикл Карно.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о тепловых явлениях и физических законах; использовать эти знания в повседневной жизни: для бытовых нужд, в учебных целях, для сохранения здоровья, безопасного использования машин, механизмов, технических устройств и приборов, соблюдения норм экологической безопасности (использование тепловых двигателей и охрана природы);
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, температуры остывающего тела от времени, давления газа данной массы от объёма при постоянной температуре);
- анализировать результаты опытов, оказавших основополагающее влияние на развитие физической науки: опытов Штерна, Перрена, Джоуля;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ и представление в разных формах, выполнять проектные и исследовательские работы по молекулярной физике.

Электродинамика

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять такие электромагнитные явления, как электризация тел, взаимодействие электрических зарядов, электростатическая индукция, поляризация диэлектриков, электронная проводимость металлов, электрический ток, тепловое действие тока, электрический ток в вакууме, газах, растворах и расплавах электролитов, полупроводниках, взаимодействии постоянных магнитов, действие магнитного поля на проводник с током, рамку с током и движущиеся заряженные частицы, магнитные свойства вещества, электромагнитная индукция, индукционный ток, самоиндукция, свобод-

ные и вынужденные электромагнитные колебания, электромагнитные волны и их свойства, амплитудная модуляция, детектирование, прямолинейное распространение, отражение и преломление света, дисперсия света, близорукость и дальновзоркость, интерференция и дифракция света;

- описывать электромагнитные явления, используя такие физические величины, как электрический заряд, кулоновская сила, напряжённость электростатического поля, работа сил однородного электростатического поля, потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле, потенциал электростатического поля и разность потенциалов (напряжение), диэлектрическая проницаемость вещества, ёмкость конденсатора, сила тока, ЭДС, электрическое сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа и мощность постоянного тока, индукция магнитного поля, сила Ампера, сила Лоренца, магнитный поток, индуктивность контура (коэффициент самоиндукции), магнитная проницаемость вещества, ЭДС индукции, ЭДС самоиндукции, период и частота собственных электромагнитных колебаний, циклическая частота переменного тока, действующие значения силы переменного тока и переменного напряжения, коэффициент трансформации, скорость и длина электромагнитной волны, абсолютный и относительный показатели преломления, фокусное расстояние и оптическая сила линзы; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения в СИ, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин, оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- анализировать спектр электромагнитных волн: основные источники излучений, примеры практического использования;
- понимать смысл физических законов: сохранения электрического заряда, Ома для участка цепи, для полной (замкнутой) цепи, Джоуля — Ленца, Ампера, электромагнитной индукции, прямолинейного распространения света, независимости световых пучков, отражения света, преломления света; принципов: Гюйгенса, Гюйгенса — Френеля; формулы Томсона; условий: интерференционных максимумов и минимумов, дифракционных максимумов и минимумов; отличать словесную формулировку закона от его математической записи; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;

- определять направления векторов кулоновских сил, напряжённости электростатического поля, индукции магнитного поля, силы Ампера, силы Лоренца, хода лучей при построении изображений предмета в плоских зеркалах, тонкой собирающей и рассеивающей линзах;
- выполнять экспериментальные исследования электромагнитных явлений: взаимодействия электрических зарядов, существования электрического тока в различных средах, магнитного взаимодействия проводников с токами, электромагнитной индукции, отражения и преломления света, интерференции и дифракции света; законов: Ома для участка цепи, полной (замкнутой) цепи, электромагнитной индукции, отражения и преломления света;
- решать физические задачи, используя формулы, связывающие указанные физические величины, и физические законы, на построение изображений предмета в плоских зеркалах и тонких линзах, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- выделять главные признаки таких физических моделей, как точечный неподвижный заряд, пробный заряд, линии напряжённости электростатического поля, однородное электростатическое поле, эквипотенциальные поверхности, электронный газ, однородное магнитное поле, линии индукции магнитного поля, замкнутый проводящий контур, идеальный колебательный контур, гармоническая электромагнитная волна, точечный источник света, световой луч, однородная и изотропная среда, плоская световая волна, тонкая линза.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний об электромагнитных явлениях и физических законах; использовать эти знания в повседневной жизни: для бытовых нужд, в учебных целях, для сохранения здоровья, безопасного использования машин, механизмов, технических устройств и приборов;
- проводить расчёты электрических цепей с последовательным, параллельным и смешанным соединениями проводников;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, силы тока от напряжения между концами участка цепи, сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала, угла отражения от угла падения света, угла преломления от угла падения света);

- понимать действие полупроводниковых приборов, электрических бытовых приборов (источников постоянного тока, нагревательных элементов и др.), электроизмерительных приборов (амперметров, вольтметров), трансформаторов, двигателей постоянного и переменного тока, призм, линз и оптических систем на их основе, оптических приборов, принципы радиосвязи и телевидения;
- анализировать результаты опытов, оказавших основополагающее влияние на развитие физической науки: опытов Кулона, Эрстеда, Ампера, Фарадея, Герца, Ньютона (по наблюдению и исследованию явления дисперсии света), Юнга; концепции близкодействия и дальнего действия;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ и представление в разных формах, выполнять проектные и исследовательские работы по электродинамике и оптике.

Основы специальной теории относительности

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- описывать явления СТО, используя такие физические величины и понятия, как скорость света, энергия покоя, релятивистская (полная) энергия, дефект масс, энергия связи атомного ядра; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения в СИ, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- формулировать постулаты СТО, различать принципы относительности Галилея и Эйнштейна;
- понимать смысл закона взаимосвязи массы и энергии (формулу Эйнштейна);
- использовать формулы и выводы СТО для количественного описания взаимодействия между нуклонами, в частности для определения энергии связи атомного ядра (по дефекту масс).

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- раскрывать противоречия между принципом относительности Галилея и законами электродинамики;
- обсуждать модели пространства и времени в классической механике, связь пространства и времени в СТО;

- понимать значение СТО для современных исследований в разных областях науки и техники.

Квантовая физика.

Физика атома и атомного ядра

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять такие квантовые явления, как равновесное тепловое излучение, внешний фотоэффект, корпускулярно-волновой дуализм свойств света, давление света, поглощение и испускание света атомами, непрерывный и линейчатый спектры, взаимодействие между нуклонами, естественная и искусственная радиоактивность, радиоактивный распад, ядерные реакции, деление и синтез ядер, цепная ядерная реакция, термоядерные реакции, ионизирующее излучение, превращения элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия;
- описывать квантовые явления, используя такие физические величины, как спектральная плотность энергетической светимости, скорость электромагнитных волн, длина волны и частота электромагнитного излучения, энергия кванта, постоянная Планка, зарядовое и массовое числа, атомная единица массы, удельная энергия связи атомного ядра, период полураспада, активность радиоактивного образца, поглощённая доза излучения, эквивалентная доза; при описании правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения в СИ, находить формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами;
- понимать смысл квантовой гипотезы Планка, постоянной Планка, гипотезы де Бройля, соотношения неопределённостей Гейзенберга; физических законов для квантовых явлений: внешнего фотоэффекта, сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел; радиоактивного распада; уравнения Эйнштейна для фотоэффекта; постулатов Бора; правил смещения для альфа-распада и бета-распада; отличать словесную формулировку закона от его математической записи; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;
- изучать экспериментально возникновение непрерывного и линейчатого спектров, явление внешнего фотоэффекта, проводить измерения естественного радиационного фона, исследования треков заряженных частиц по фотографиям; понимать устройство и физические основы работы вакуумного фотоэлемента, дозиметра, ядерного реактора;

- решать физические задачи, используя формулы, связывающие указанные физические величины, и физические законы, представляя решение в общем виде и (или) в числовом выражении;
- выделять главные признаки таких физических моделей, как абсолютно чёрное тело, планетарная модель атома, протонно-нейтронная модель атомного ядра.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о квантовых явлениях и физических законах: применение метода спектрального анализа в науке и технике, определение возраста Земли с помощью закона радиоактивного распада, примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; использовать эти знания в повседневной жизни: в быту, в учебных целях, для сохранения здоровья и соблюдения радиационной безопасности;
- понимать образование серий Бальмера и Лаймана в спектре атома водорода, статистический характер закона радиоактивного распада, устройство и принципы действия измерительных дозиметрических приборов, принципы, положенные в основу работы атомной энергетики;
- проводить расчёты энергетического выхода ядерных реакций;
- анализировать результаты опытов, оказавших основополагающее влияние на развитие физической науки: опытов Столетова, Лебедева, Резерфорда; экспериментов, подтверждающих гипотезу де Бройля;
- обсуждать экологические проблемы, возникающие при использовании атомных электростанций (АЭС), анализировать пути решения этих проблем, перспективы использования атомной и термоядерной энергетики;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ и представление в разных формах, выполнять проектные и исследовательские работы по квантовой теории электромагнитного излучения, физике атома и атомного ядра.

Строение Вселенной

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- понимать основные методы исследования удалённых объектов Вселенной (метод параллакса, радиолокационный метод);

- решать физические задачи на определение расстояний до космических объектов, на применение законов Кеплера;
- описывать структуру нашей Галактики, строение Солнца и физические процессы, происходящие на Солнце, характеристики звёзд и этапы их эволюции;
- объяснять физические свойства планет земной группы, планет-гигантов и малых тел Солнечной системы;
- приводить примеры проявления солнечной активности и её влияния на нашу планету, словесную формулировку и математическую запись закона Хаббла.

По окончании курса обучающийся получит возможность научиться:

- указывать общие свойства и различия планет земной группы и планет-гигантов;
- объяснять движение тел Солнечной системы, используя законы Ньютона, закон всемирного тяготения, законы Кеплера;
- использовать карту звёздного неба при астрономических наблюдениях;
- обсуждать гипотезы о происхождении Солнечной системы и эволюции Вселенной, исторические этапы развития физической картины мира, важнейшие методологические принципы.

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- владеть системными знаниями об общих физических закономерностях, законах, теориях, особенностях современной физической картины мира; приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и положений;
- исследовать и анализировать разнообразные физические явления и процессы, свойства объектов, объяснять и предсказывать результаты опытов и наблюдений;
- решать задачи разного уровня сложности: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений при анализе процесса (явления), предложенного в задаче, и/или предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки;

- выполнять теоретические и экспериментальные исследования физических процессов и явлений (в том числе в лабораторном практикуме), их компьютерное моделирование;
- участвовать в тематических дискуссиях, учебных конференциях, проектной и учебно-исследовательской деятельности, олимпиадах по физике, выступать с результатами творческих работ на различных внеклассных мероприятиях.

По окончании изучения курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- решать экспериментальные, качественные и количественные задачи по физике олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;
- анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и условия применимости частных законов;
- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- совершенствовать физические приборы и методы исследования в соответствии с поставленной учебно-познавательной задачей;
- использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы, для обработки результатов эксперимента;
- формировать представления о становлении физики как науки, о вкладе отечественных и зарубежных классиков физики в развитие науки и техники, об элементах физической картины мира и их эволюции.

Механика

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- использовать метод определения мгновенной скорости при прямолинейном и криволинейном движении, координатный способ описания криволинейного движения тела (материальной точки), принципы относительности и суперпозиции сил, законы Ньютона при решении задач о движении тела под действием нескольких сил и о движении взаимодействующих тел, законы Кеплера и законы Ньютона для вывода закона всемирного тяготения, понятие о силах инерции при записи второго закона Ньютона для поступательного прямо-

линейного движения тела в неинерциальной системе отсчёта, теорему о кинетической энергии для определения тормозного пути автомобиля, теорему о потенциальной энергии для вывода формулы определения потенциальной энергии тел (материальных точек), взаимодействующих силами тяготения, законы сохранения в механике при решении физических задач, метод аналогии при выводе формулы определения угла поворота при вращательном движении с постоянным угловым ускорением и уравнения равноускоренного движения по окружности, второй закон Ньютона при выводе основного уравнения динамики вращательного движения твёрдого тела, условия равновесия твёрдого тела при решении задач статики;

- объяснять реактивное движение (на модели ракеты), выбор нулевого уровня потенциальной энергии взаимодействующих тел, возникновение сил упругости в жидких и газообразных телах, зависимость модуля сил сопротивления среды от модуля скорости тела относительно среды, движение тела, брошенного горизонтально, под углом к горизонту, по «мёртвой петле», абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения тел, используя законы сохранения в механике, особенности равноускоренного движения тела по окружности, вращательного движения твёрдого тела, смысл закона сохранения момента импульса, возникновение механического резонанса, автоколебаний;
- рассматривать ламинарное и турбулентное движения жидкости, уравнение Бернулли для стационарного течения идеальной несжимаемой жидкости;
- анализировать ускорение тела при равноускоренном движении по окружности в любой момент времени, гармонические колебания с помощью геометрической модели колебательного движения, получать уравнения колебаний пружинного и математического маятников, используя понятие производной, уравнение гармонической волны, распространяющейся в положительном направлении оси X .

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- раскрывать структурные элементы механики как физической теории, понимать границы применимости физических законов, изучаемых в механике;
- используя научный метод познания и методологические принципы, планировать и выполнять: моделирование равноускоренного прямолинейного движения тела, экспериментальные

исследования движения тела, брошенного горизонтально и под углом к горизонту, равномерного движения тела по окружности, пружинного и математического маятников, центра тяжести плоских фигур; работы физического практикума по механике; анализировать характер зависимостей между исследуемыми физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении их гипотез; выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы;

- обсуждать идеи К. Э. Циолковского, научные достижения С. П. Королёва, физический смысл уравнения Мещерского, исторические этапы развития отечественной космонавтики;
- определять момент инерции твёрдого тела относительно данной оси, приводить формулы для определения моментов инерции некоторых тел;
- иллюстрировать закон сохранения импульса на опыте со скамьёй Жуковского;
- записывать выражения для кинетической энергии вращающегося твёрдого тела, кинетической энергии плоского движения твёрдого тела;
- описывать волновые процессы с помощью физической модели уединённого волнового «всплеска», схему простейшей автоколебательной системы — часов с анкерным ходом;
- решать физические задачи по кинематике, динамике, законам сохранения в механике, вращательному движению твёрдого тела, статике, механическим колебаниям и волнам повышенной сложности: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Молекулярная физика и термодинамика

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним **обучающийся научится:**

- объяснять основные положения и законы молекулярно-кинетической теории идеального газа и термодинамики, используя статистический и термодинамический методы, явления, связанные с поверхностным натяжением жидкости, смачивания и несмачивания, капиллярные явления;

- анализировать закон Дальтона, статистическую закономерность распределения молекул газа по скоростям, используя его механическую модель (доску Гальтона), понятие вероятности микросостояний и графики распределения молекул газа по скоростям, зависимость распределения броуновских частиц в эмульсии от высоты как экспериментальное подтверждение молекулярно-кинетической гипотезы строения вещества (опыты Перрена), результаты опытов Штерна с помощью распределения молекул газа по скоростям, основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа с помощью механической модели для исследования зависимости давления газа от концентрации молекул, графики изотермического и адиабатного процессов, работу холодильных машин, используя КПД тепловой машины.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- раскрывать структурные элементы молекулярно-кинетической теории идеального газа и термодинамики как физических теорий, понимать границы применимости физических законов, изучаемых в молекулярной физике;
- используя научный метод познания и методологические принципы, планировать и выполнять: измерение температуры тела с учётом погрешностей измерения, экспериментальные исследования изотермического, изобарного и изохорного процессов с помощью сильфона, удельной теплоты плавления льда, измерение относительной влажности воздуха разными способами; работы физического практикума по молекулярной физике; анализировать характер зависимостей между исследуемыми физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении их гипотез; выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- обсуждать термодинамический метод (при изучении температуры тела), гипотетические устройства — «вечный двигатель первого рода» и «вечный двигатель второго рода», устройство и физические основы работы сосуда Дьюара, тепловых насосов и кондиционеров, статистический характер второго закона термодинамики и необратимость процессов в природе, строение и свойства жидких кристаллов, наночастиц; приводить примеры применения жидких кристаллов и наночастиц;
- решать задачи повышенной сложности по молекулярно-кинетической теории идеального газа и термодинамике: выби-

рать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Электродинамика

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять основные положения и законы электродинамики для объяснения электромагнитных взаимодействий; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах; понимать взаимосвязь и единство электрического и магнитного полей, являющихся частными случаями проявления единого электромагнитного поля;
- анализировать электростатическое поле равномерно заряженной сферы, движение заряженной частицы в однородном электростатическом поле, используя аналогию движения частиц (материальных точек) в электростатическом и гравитационном полях, зависимости потенциальной энергии взаимодействия точечных неподвижных зарядов от расстояния между ними, схему опыта Милликана по определению значения заряда электрона, опыт Эпинуса по наблюдению электризации через влияние, распределение зарядов в проводнике, схему мостика Уитстона, электрические цепи, содержащие фото- и терморезисторы, схему электроизмерительного прибора (амперметра), кривую намагничивания для поликристаллического железа (ферромагнетика), графики, выражающие зависимости мгновенных значений силы тока и напряжения от времени, частотно-модулированный сигнал, способ получения интерференционной картины с помощью зеркала Ллойда;
- объяснять зависимость удельного электрического сопротивления проводника от температуры, явление сверхпроводимости, устройство и действие вакуумного диода, различные виды самостоятельного разряда, свойства плазмы, действие электровакуумных и полупроводниковых приборов, законы Фарадея для электролиза, магнитное взаимодействие проводников с токами, движение заряженных частиц в магнитном поле Земли, принцип действия масс-спектрографа, магнитные свойства ферромагнетиков, правило Ленца, возникновение вихревых токов (токов Фуко) в массивных проводниках,

преобразования энергии в идеальном колебательном контуре, резонанс в электрических цепях, причины потери энергии в трансформаторе, процесс образования электромагнитных волн в открытом колебательном контуре, явление полного (внутреннего) отражения света, устройство и принцип действия детекторного радиоприёмника, световода, действие дифракционной решётки, разрешающую способность оптического прибора, явление поляризации света;

- раскрывать смысл таких физических величин и понятий, как энергия электростатического поля заряженного конденсатора, объёмная плотность энергии электростатического поля, работа силы Ампера, энергия магнитного поля, фаза колебаний, линейное увеличение тонкой линзы, угловое увеличение лупы, микроскопа, телескопа-рефрактора;
 - обсуждать воздействие электростатических полей большой напряжённости на организм человека;
 - исследовать электромагнитные колебания в цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление (или конденсатор, или катушку индуктивности); в RLC -контуре;
 - решать задачи на определение физических величин, характеризующих последовательно (или параллельно) соединённые конденсаторы, применение законов Кулона, Фарадея для электролиза, применение принципов суперпозиции электростатических полей, магнитных полей, формулы тонкой линзы, расчёт основных характеристик оптических систем, дифракционной решётки, использование метода векторных диаграмм для описания гармонических электромагнитных колебаний в цепях, содержащих резистор, конденсатор, катушку индуктивности, в RLC -контуре, при выводе закона Ома для цепи переменного тока;
 - строить изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале, объяснять ход лучей в микроскопе, телескопе-рефракторе.
- По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- раскрывать структурные элементы электродинамики как физической теории, понимать границы применимости физических законов, изучаемых в электродинамике и оптике;
- используя научный метод познания и методологические принципы, планировать и выполнять: экспериментальные исследования картин электростатического поля, зависимости ёмкости конденсатора от его размеров, формы обкладок и заполняющей конденсатор среды, различных электрических цепей с помощью мультиметра, ЭДС и внутреннего сопротив-

ления источника тока, явления электролиза, картин магнитных полей, явлений интерференции и дифракции света; работы физического практикума по электродинамике и оптике; анализировать характер зависимостей между исследуемыми физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении их гипотез; выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физических законы, объяснять полученные результаты и делать выводы;

- решать физические задачи по электродинамике и оптике повышенной сложности: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Основы специальной теории относительности

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять постулаты СТО для объяснения относительности одновременности событий, относительности промежутков времени; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в данных явлениях;
- анализировать схему опыта Физо по определению модуля скорости света, классический и релятивистский законы сложения скоростей;
- понимать характер зависимостей, связывающих: энергию и импульс безмассовых частиц; полную энергию, релятивистский импульс частиц и массу частицы.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- устанавливать границы применимости классических представлений о пространстве и времени (в рамках механики Ньютона), используя принцип соответствия.

Квантовая физика. Физика атома и атомного ядра

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять основные положения и законы квантовой физики, физики атома и атомного ядра для объяснения явлений микромира; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах;
- объяснять устройство и принцип действия полупроводникового фотоэлемента, лазера, движение электрона в атоме водорода на основе постулатов Бора;
- использовать энергетическую диаграмму для объяснения спектров испускания и поглощения атома водорода, диаграммы Фейнмана для наглядной интерпретации процессов взаимодействия между субатомными частицами;
- приводить примеры применения радиоактивных изотопов в медицине, промышленности и сельском хозяйстве;
- анализировать схему А.Г. Столетова по исследованию явления внешнего фотоэффекта, результаты экспериментальных данных по проверке уравнения Эйнштейна для фотоэффекта и определению постоянной Планка, метод квантовых флуктуаций С.И. Вавилова, скорость цепной реакции деления ядер с помощью коэффициента размножения нейтронов, схему устройства атомной бомбы, кварковый состав протона и нейтрона.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- обсуждать «ультрафиолетовую катастрофу», переход от квантовых представлений к классическим, используя принцип соответствия, особенности фундаментальных взаимодействий;
- раскрывать структурные элементы физической теории — квантовой физики, противоречия, возникающие при описании равновесного теплового излучения, явления внешнего фотоэффекта, устойчивости атомов с позиций классической электродинамики;
- понимать особенности объектов, изучаемых в квантовой физике, невозможность полного их описания с помощью корпускулярной или волновой модели, классификацию элементарных частиц (по их массе);
- различать фундаментальные взаимодействия;
- решать физические задачи по квантовой теории электромагнитного излучения, физике атома и атомного ядра: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Строение Вселенной

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять основные положения и законы классической механики, электродинамики, оптики, физики атома и атомного ядра для описания объектов Вселенной;
- обсуждать пространственные масштабы наблюдаемой Вселенной, механизм возникновения излучения квазара;
- приводить примеры типов галактик (по внешнему виду);
- рассматривать характер эволюции звёзд в зависимости от их массы;
- понимать сущность гипотезы происхождения Солнечной системы;
- описывать эволюцию Вселенной согласно гипотезе Большого взрыва.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- анализировать эффект красного смещения, используя эффект Доплера, диаграмму «спектр — светимость»;
- выполнять лабораторные исследования по астрофизике с использованием астрономических наблюдений, данных астрономического календаря, электронного образовательного ресурса «Планетарий»;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественнонаучного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ и представление в разных формах, выполнять проектные и исследовательские работы по вопросам астрофизики.

Содержание курса физики 10–11 классов

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

Физика и естественно-научный метод познания природы¹

Физика и уровни познания природы. Естественно-научные методы изучения природы. Научные гипотезы. Метод моделирования. Физические законы. Физические теории и принцип соответствия. Элементы физической картины мира. Измерение физических величин. Международная система единиц. Погрешности измерений физических величин. Физика и культура.

Механика

Механическое движение. Система отсчёта. Способы описания движения. Поступательное движение. Траектория движения. Путь. Перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Относительность механического движения. Закон сложения (преобразования) скоростей. Графики движения. Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость. Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение. Свободное падение тел. Перемещение при равноускоренном прямолинейном движении. Криволинейное движение. Угловая скорость. Равномерное движение по окружности. Центростремительное ускорение.

Опыты Галилея. Закон инерции — первый закон Ньютона. Инертность. Масса тела. Плотность вещества. Способы измере-

¹ Содержание данного раздела используется для раскрытия остальных тем курса.

ния массы. Сила. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея.

Гравитационные силы. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Сила тяжести. Сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Перегрузки. Невесомость. Силы трения. Коэффициент трения скольжения.

Импульс тела (материальной точки). Импульс тела и второй закон Ньютона. Замкнутая система тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Механическая работа. Мощность. Работа силы тяжести, силы упругости и силы трения. Механическая энергия. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии. Потенциальная энергия. Теорема о потенциальной энергии. Закон сохранения полной механической энергии.

Условия равновесия материальной точки и твёрдого тела. Виды равновесия. Простые механизмы. Условие равновесия рычага. Коэффициент полезного действия (КПД) механизмов и машин. Давление. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Закон Архимеда. Условие плавания тел.

Свободные колебания. Колебательные системы. Период, частота и амплитуда колебаний. Гармонические колебания. Свободные колебания пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника. Свободные колебания математического маятника. Период колебаний математического маятника. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Механические волны. Продольные и поперечные волны. Длина и скорость распространения волны. Звук и его характеристики.

Молекулярная физика и термодинамика

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Строение вещества. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро. Тепловое движение частиц вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей.

Идеальный газ. Статистический метод описания теплового движения. Термодинамический метод. Термодинамическое равновесие. Равновесный термодинамический процесс. Температура. Шкала Цельсия. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютная температура.

Тепловое движение молекул газа. Опыт Штерна. Средняя квадратичная скорость и средняя кинетическая энергия хаоти-

ческого движения молекул газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура и средняя кинетическая энергия молекул. Постоянная Больцмана. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона — Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа. Молекулярно-кинетическая теория и газовые законы.

Внутренняя энергия термодинамической системы. Адиабатический процесс. Работа идеального газа в термодинамике. Количество теплоты. опыты Джоуля. Первый закон термодинамики. Удельная теплоёмкость вещества. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Тепловой двигатель. КПД теплового двигателя. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Виды тепловых двигателей. Экологические проблемы использования тепловых двигателей.

Фаза. Насыщенный и ненасыщенный пары. Критическая температура. Парообразование. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации жидкости. Кипение. Влажность воздуха. Кристаллические и аморфные тела. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления вещества.

Электродинамика

Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие электрических зарядов. опыты Кулона. Кулоновские силы. Электростатическое поле. Напряжённость электростатического поля. Линии напряжённости электростатического поля. Однородное электростатическое поле.

Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Работа сил однородного электростатического поля. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов (напряжение). Связь между напряжённостью электростатического поля и напряжением. Эквипотенциальные поверхности. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическая ёмкость. Конденсаторы.

Электронная проводимость металлов. Модель электронного газа. Постоянный ток. Сила тока. Источники постоянного тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Удельное электрическое сопротивление вещества. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля — Ленца. Закон Ома для полной

(замкнутой) цепи. Расчёт электрических цепей. Электрический ток в вакууме, газах, растворах и расплавах электролитов, в полупроводниках. Полупроводниковые приборы.

Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Индукция магнитного поля. Однородное магнитное поле. Линии индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера. Опыты Ампера. Действие магнитного поля на рамку с током. Электрический двигатель. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. Магнитный поток. Индуктивность контура. Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость среды.

Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Способы получения индукционного тока. Самоиндукция.

Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Формула Томсона. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Трансформатор. Коэффициент трансформации. Производство, передача и использование электрической энергии.

Открытый колебательный контур. Гармоническая электромагнитная волна. Длина и скорость распространения электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы. Принципы радиосвязи и телевидения.

Закон прямолинейного распространения света. Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Закон преломления света. Дисперсия света. Опыты Ньютона. Линзы. Построение изображений в тонкой собирающей и рассеивающей линзах. Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их коррекция. Оптические приборы.

Интерференция волн. Когерентные источники волн. Интерференция света. Опыт Юнга. Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля.

Основы специальной теории относительности

Представления о пространстве и времени в классической механике. Постулаты специальной теории относительности. Массовые и безмассовые частицы. Энергия покоя. Формула Эйнштейна. Релятивистская (полная) энергия. Дефект масс и энергия связи атомного ядра.

Квантовая физика.

Физика атома и атомного ядра

Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка. Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева.

Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Линейчатые спектры. Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношение неопределённости Гейзенберга.

Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы. Удельная энергия связи атомного ядра. Радиоактивность. Радиоактивные превращения. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Термоядерные реакции. Ионизирующее излучение и его биологическое действие. Дозиметрия.

Элементарные частицы и их превращения. Фундаментальные взаимодействия.

Строение Вселенной

Вселенная и её объекты. Определение расстояний до небесных тел. Строение Галактики. Закон Хаббла. Расширение Вселенной и её эволюция.

Физическая природа Солнца и звёзд. Эволюция звёзд. Солнечная активность и её влияние на Землю. Физическая природа тел Солнечной системы.

УГЛУБЛЁННЫЙ УРОВЕНЬ

Физика и естественно-научный метод познания природы¹

Физика и уровни познания природы. Научный метод познания и методы исследования физических явлений. Научные гипотезы. Метод моделирования. Физические законы. Границы применимости физических законов. Физические теории

¹ Содержание данного раздела используется для раскрытия остальных тем курса.

и принцип соответствия. Структурные элементы физической теории. Элементы физической картины мира. Измерение физических величин. Международная система единиц. Погрешности измерений физических величин. Физика и культура.

Механика

Механическое движение. Система отсчёта. Способы описания движения. Поступательное движение. Траектория движения. Путь. Перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость. Относительность механического движения. Закон сложения (преобразования) скоростей. Относительные и инвариантные величины. Графики движения. Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость. Мгновенная скорость при прямолинейном и криволинейном движении. Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение. Свободное падение тел. Перемещение при равноускоренном прямолинейном движении.

Криволинейное движение. Угловая скорость. Равномерное движение по окружности. Центростремительное ускорение. Координатный способ описания движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Опыты Галилея. Закон инерции — первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы отсчёта. Инертность. Масса тела. Плотность вещества. Способы измерения массы. Сила. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Законы Ньютона в неинерциальных системах отсчёта.

Гравитационные силы. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Сила тяжести. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Деформации. Сила упругости. Закон Гука. Силы упругости в твёрдых, жидких и газообразных телах. Вес тела. Перегрузки. Невесомость. Силы трения. Коэффициент трения скольжения. Сила сопротивления среды.

Импульс тела (материальной точки). Импульс тела и второй закон Ньютона. Замкнутая система тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Из истории развития космонавтики. Механическая работа. Мощность. Работа силы тяжести, силы упругости и силы трения. Механическая энергия. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии. Тормозной путь автомобиля. Потенциальные силы. Потенциальная энергия. Теорема о потенциальной энергии. Выбор нулевого уровня потенциальной

энергии. Закон сохранения полной механической энергии. Абсолютно неупругое и абсолютно упругое столкновения тел.

Вращательное движение твёрдого тела с закреплённой осью. Угловая скорость вращения твёрдого тела. Угловое ускорение. Равноускоренное движение тела по окружности. Ускорение тела при равноускоренном движении по окружности.

Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела.

Условия равновесия материальной точки и твёрдого тела. Виды равновесия. Простые механизмы. Условие равновесия рычага. Коэффициент полезного действия (КПД) механизмов и машин. Давление. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Закон Архимеда. Условие плавания тел. Ламинарное и турбулентное движения жидкости. Закон сохранения энергии в динамике жидкости и газа.

Свободные колебания. Колебательные системы. Период, частота и амплитуда колебаний. Гармонические колебания. Геометрическая модель колебательного движения. Циклическая частота. Свободные колебания пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника. Свободные колебания математического маятника. Период колебаний математического маятника. Фаза колебаний. Превращение энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Механический резонанс. Автоколебания. Механические волны. Продольные и поперечные волны. Длина и скорость распространения волны. Уравнение гармонической волны. Звук и его характеристики.

Молекулярная физика и термодинамика

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Строение вещества. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро. Тепловое движение частиц вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Закон Дальтона.

Идеальный газ. Статистический метод описания теплового движения. Распределение молекул газа по скоростям. Термодинамический метод. Термодинамическое равновесие. Равновесный термодинамический процесс. Температура. Шкала Цельсия. Идеальная газовая шкала. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютная температура.

Тепловое движение молекул газа. Опыт Штерна. Средняя квадратичная скорость и средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура и средняя кинетическая энергия молекул. Постоянная Больцмана. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона — Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа. Молекулярно-кинетическая теория и газовые законы.

Внутренняя энергия термодинамической системы. Адиабатический процесс. Работа идеального газа в термодинамике. Количество теплоты. Опыты Джоуля. Первый закон термодинамики. Удельная теплоёмкость вещества. Применение первого закона термодинамики к изопроцессам.

Тепловой двигатель. КПД теплового двигателя. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Виды тепловых двигателей. Холодильные машины. Холодильный коэффициент холодильника. Экологические проблемы использования тепловых двигателей.

Фаза. Насыщенный и ненасыщенный пары. Критическая температура. Опыты Авенариуса. Парообразование. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации жидкости. Кипение. Влажность воздуха. Поверхностное натяжение жидкости. Явления смачивания и несмачивания. Капиллярные явления. Кристаллические и аморфные тела. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления вещества. Жидкие кристаллы. Наночастицы.

Электродинамика

Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие электрических зарядов. Опыты Кулона. Закон Кулона — основной закон электростатики. Кулоновские силы. Электростатическое поле. Напряжённость электростатического поля. Электростатические поля и их воздействие на организм человека. Принцип суперпозиции электростатических полей. Линии напряжённости электростатического поля. Однородное электростатическое поле. Движение заряженной частицы в однородном электростатическом поле.

Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Работа сил однородного электростатического поля. Потенциальная энергия взаимодействия точечных неподвижных зарядов. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов (напряжение). Связь между напряжённостью элек-

тростатического поля и напряжением. Эквипотенциальные поверхности. Проводники в электростатическом поле. Явление электростатической индукции. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическая ёмкость. Конденсаторы. Энергия электростатического поля. Объёмная плотность энергии электростатического поля.

Электронная проводимость металлов. Модель электронного газа. Постоянный ток. Сила тока. Источники постоянного тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Удельное электрическое сопротивление вещества. Зависимость электрического сопротивления металлического проводника от температуры. Сверхпроводимость. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля — Ленца. Закон Ома для полной (замкнутой) цепи. Короткое замыкание. Расчёт электрических цепей. Смешанное соединение проводников. Электрический ток в вакууме и в газах. Вакуумный диод. Виды самостоятельного разряда. Плазма. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза. Электрический ток в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковые приборы.

Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Индукция магнитного поля. Однородное магнитное поле. Линии индукции магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера. Опыты Ампера. Взаимодействие проводников с токами. Способы определения единицы силы тока — ампера. Действие магнитного поля на рамку с током. Электрический двигатель. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. Масс-спектрограф. Радиационные пояса Земли. Магнитный поток. Индуктивность контура. Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля. Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость среды. Структура и свойства ферромагнетиков.

Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Способы получения индукционного тока. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Вихревые токи (токи Фуко).

Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Формула Томсона. Вынужденные электромагнитные колеба-

ния. Переменный ток. Метод векторных диаграмм. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Явление магнитоэлектрической индукции. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Резонанс в электрических цепях. Трансформатор. Коэффициент трансформации. Потери энергии в трансформаторе. КПД трансформатора. Производство, передача и использование электрической энергии.

Открытый колебательный контур. Процесс образования электромагнитных волн в открытом колебательном контуре. Гармоническая электромагнитная волна. Длина и скорость распространения электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы. Принципы радиосвязи и телевидения. Детекторный радиоприёмник. Особенности распространения радиоволн.

Закон прямолинейного распространения света. Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Построение изображений в вогнутом сферическом зеркале. Закон преломления света. Полное (внутреннее) отражение света. Ход лучей в треугольной стеклянной призме. Дисперсия света. Опыты Ньютона. Линзы. Построение изображений в тонкой собирающей и рассеивающей линзах. Формула тонкой линзы. Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их коррекция. Оптические приборы. Угловые увеличения лупы, микроскопа и телескопа-рефрактора.

Интерференция волн. Когерентные источники волн. Интерференция света. Опыт Юнга. Интерференция в тонких плёнках. Просветлённая оптика. Интерферометры. Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракционная решётка. Разрешающая способность оптического прибора. Поляризация света.

Основы специальной теории относительности

Представления о пространстве и времени в классической механике. Постулаты специальной теории относительности. Событие — одно из основных понятий СТО. Относительность одновременности событий. Относительность промежутков времени. Массовые и безмассовые частицы. Релятивистский импульс. Энергия покоя. Формула Эйнштейна. Релятивистская (полная) энергия. Дефект масс и энергия связи атомного ядра.

Квантовая физика.

Физика атома и атомного ядра

Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. «Ультрафиолетовая катастрофа». Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка. Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Явление внутреннего фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Основные положения теории атома водорода. Линейчатые спектры. Метод спектрального анализа. Лазеры. Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношения неопределённостей Гейзенберга. Опыты Вавилова.

Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы. Методы наблюдения и регистрации заряженных частиц. Ядерные силы. Диаграммы Фейнмана. Удельная энергия связи атомного ядра. Радиоактивность. Радиоактивные превращения. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада. Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Определение возраста Земли. Ядерные реакции. Ядерная энергетика. Критическая масса. Коэффициент размножения нейтронов. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Термоядерные реакции. Ионизирующее излучение и его биологическое действие. Дозиметрия. Применение радиоактивных изотопов в сельском хозяйстве, промышленности и медицине.

Элементарные частицы и их превращения. Классификация элементарных частиц. Кварки. Фундаментальные взаимодействия. Ускорители элементарных частиц.

Строение Вселенной

Вселенная и её объекты. Определение расстояний до небесных тел. Строение Галактики. Местная группа. Типы галактик. Квазары. Закон Хаббла. Расширение Вселенной и её эволюция. Реликтовое излучение. Тёмная материя и тёмная энергия.

Физическая природа Солнца и звёзд. Эволюция звёзд. Солнечная активность и её влияние на Землю. Гипотеза происхождения Солнечной системы. Физическая природа тел Солнечной системы.

Примерные темы фронтальных лабораторных работ

1. Измерение модуля ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении.
2. Исследование равноускоренного прямолинейного движения на модели.
3. Исследование движения тела, брошенного горизонтально.
4. Исследование равномерного движения тела по окружности.
- 5¹. Исследование движения тела, брошенного под углом к горизонту.
6. Измерение жёсткости пружины.
7. Измерение коэффициента трения скольжения.
8. Исследование свойства сохранения полной механической энергии в замкнутой системе тел.
9. Сравнение масс взаимодействующих тел (шаров).
10. Измерение модуля мгновенной скорости движения тела двумя способами.
11. Измерение модуля скорости скатывания цилиндра с наклонной плоскости.
12. Измерение коэффициента полезного действия наклонной плоскости.
13. Измерение атмосферного давления.
14. Оценка размеров молекул масла.
15. Экспериментальная проверка закона Бойля — Мариотта.
16. Экспериментальная проверка уравнения состояния идеального газа.
17. Измерение относительной влажности воздуха.
18. Определение удельной теплоты плавления льда.
19. Измерение коэффициента поверхностного натяжения воды.
20. Измерение электроёмкости плоского конденсатора.
21. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
22. Определение элементарного заряда при электролизе.
23. Изучение работы полупроводникового диода.
24. Изучение действия магнитного поля на проводник с током.
25. Изучение работы электродвигателя постоянного тока.
26. Исследование магнитных свойств вещества.
27. Наблюдение явления электромагнитной индукции. Исследование способов получения ЭДС индукции.

¹ Полу жирным шрифтом выделены номера лабораторных работ, которые проводятся только при углублённом изучении курса физики старшей школы.

28. Измерение модуля индукции магнитного поля.
29. Изучение явления самоиндукции.
30. Исследование колебаний пружинного маятника.
31. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
32. Измерение силы тока в цепи переменного тока, содержащей конденсатор.
33. Измерение индуктивного сопротивления катушки и её индуктивности.
34. Измерение показателя преломления стекла.
35. Определение фокусного расстояния тонкой рассеивающей линзы.
36. Измерение оптической силы тонкой собирающей линзы.
37. Наблюдение явлений интерференции и дифракции света.
38. Оценка длины световой волны.
39. Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решётки.
40. Изучение линейных спектров.
41. Изучение треков заряженных частиц по фотографиям.
42. Измерение естественного радиационного фона.

Тематическое планирование

10 класс. Базовый уровень

(вариант I — 2 часа в неделю, вариант II — 3 часа в неделю)

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Научный метод познания	3	4	Обсуждать объекты изучения физики. Изучать эмпирический и теоретический методы исследования природы, их взаимосвязь. Рассматривать схему естественно-научного метода познания (метода Галилея) и применять его к исследованию свободного падения тел. Наблюдать и анализировать физические явления и процессы (выделять явление из других наблюдаемых явлений, фиксировать изменения свойств объектов, оценивать результаты экспериментальных исследований). Моделировать физические явления и процессы. Познакомиться с видами теоретических моделей в физике.
Физика и уровни познания природы. Естественнонаучные методы изучения природы. Научные гипотезы	1	1	
Метод моделирования. Физические законы. Физические теории. Элементы физической картины мира	1	1	
Измерение физических величин. Международная система единиц. Погрешности измерений физических величин	1	1	
[Решение задач] ¹		1	

¹ В квадратных скобках указаны дидактические единицы, лабораторные работы и виды деятельности обучающегося для варианта II тематического планирования курса физики старшей школы.

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>Выделять фундаментальные физические теории.</p> <p>[Рассматривать структурные элементы физической теории.]</p> <p>Изучать физические законы как главную составляющую ядра теории.</p> <p>Приводить примеры основных и производных единиц СИ.</p> <p>Измерять физические величины с учётом погрешностей измерения.</p> <p>Обсуждать прямые и косвенные методы измерений физических величин.</p> <p>[Решать задачи на расчёт погрешностей измерения физических величин]</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Примеры фундаментальных экспериментов, входящих в эмпирический базис физической теории. 2. Теоретические и материальные модели в физике. 3. Примеры измерительных приборов. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Галилея: история создания, применение, значение для развития физики. 2. Теоретические модели в механике, молекулярной физике, электродинамике и квантовой физике. 3. Погрешности измерений физических величин: виды, причины возникновения, расчёт. 4. Измерение времени между ударами пульса 			

Основы кинематики	8	13	Познакомиться со способами описания механического движения, с основной задачей механики. [Обсуждать зависимость формы траектории движения тела от выбора системы отсчёта.] Формулировать правило определения знака проекции векторной величины. Изучать основные физические величины кинематики: перемещение, скорость, ускорение. Наблюдать относительность механического движения. Формулировать закон сложения (преобразования) скоростей. Измерять модуль перемещения, скорости, ускорения тела. Представлять результаты измерений и вычислений в виде уравнений (формул), графиков, таблиц. Записывать формулу определения средней скорости неравномерного движения, уравнение равномерного прямолинейного движения тела, уравнение равноускоренного прямолинейного движения тела. Объяснять направление вектора мгновенной скорости неравномерного движения тела. Наблюдать [и моделировать] равномерное и равноускоренное прямолинейное движение тела.
Механическое движение. Система отсчёта. Способы описания движения. Поступательное движение. Траектория движения. Путь. Перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость	1	2	
Относительность механического движения. Закон сложения (преобразования) скоростей. Графики движения	1	1	
Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость	1	1	
Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение. Свободное падение тел. Перемещение при равноускоренном прямолинейном движении	1	2	
Криволинейное движение. Период и частота обращения. Угловая скорость. Равномерное движение по окружности. Центростремительное ускорение	1	1	
Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i>	1	3	
1. Измерение модуля ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении.	1	1	

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>[2. Исследование равноускоренного прямолинейного движения тела на модели.]</p> <p>3. Исследование равномерного движения тела по окружности</p>	1	1	<p>Исследовать равноускоренное прямолинейное движение (на примере свободного падения тел) и равномерное движение тела по окружности.</p> <p>[Использовать графический метод определения проекции перемещения тела при равноускоренном прямолинейном движении.]</p> <p>Читать и строить графики зависимости проекции перемещения тела от времени, проекции скорости движения от времени при равномерном и равноускоренном прямолинейном движении.</p> <p>Понимать смысл основных физических величин, характеризующих равномерное движение тела по окружности: периода и частоты обращения, угловой скорости, линейной скорости, центростремительного ускорения.</p> <p>[Объяснить вывод формулы определения центростремительного ускорения тела.]</p> <p>Применять основные понятия и формулы кинематики к решению задач</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Зависимость траектории, пути, перемещения, скорости движения от выбора системы отсчёта.</p> <p>2. Сложение движений.</p>			

3. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движения.
4. Пример неравномерного движения.
5. Свободное падение тел в трубке Ньютона.
6. Равномерное движение по окружности.

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Построение и анализ графиков движения тела.
2. Относительность механического движения.
3. Изучение сложения движений.
4. Исследование свободного падения тел.
5. Измерение высоты подъёма тела при свободном падении.
6. Изучение равномерного движения тела по окружности

Динамика	10	14	[Познакомиться с историческими этапами становления и развития динамики.] Понимать смысл таких физических моделей, как материальная точка, инерциальная система отсчёта. Наблюдать движение тел в инерциальных системах отсчёта. Наблюдать инертность тел в опыте с вращающимися металлическими цилиндрами, надетыми на стержень центробежной машины. Измерять массу тела разными способами. Приводить формулировки законов Ньютона. Использовать законы Ньютона для описания движения и взаимодействия тел в инерциальных системах отсчёта. Изучать принцип суперпозиции сил.
Опыты Галилея. Закон инерции — первый закон Ньютона. Инертность. Масса тела. Плотность вещества. Способы измерения массы	1	1	
Сила. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил	1	1	
Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея	1	2	
Гравитационные силы. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Сила тяжести	1	1	
Сила упругости. Закон Гука	1	1	
Вес тела. Перегрузки. Невесомость	1	1	
Силы трения. Коэффициент трения скольжения			

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i> [1. Исследование движения тела, брошенного горизонтально.] 2. Измерение жёсткости пружины. [3. Измерение коэффициента трения скольжения.] <i>Контрольная работа № 1</i>	1	2	<p>Формулировать принцип относительности Галилея.</p> <p>Приводить формулировки законов Кеплера, закона всемирного тяготения, закона Гука. [Устанавливать связь между законами Ньютона и законами Кеплера.]</p> <p>Изучать схему опыта Кавендиша.</p> <p>Различать силу тяжести и вес тела, силу трения покоя и силу трения скольжения. [Определять модуль веса тела в лифте, движущемся с ускорением.</p> <p>Обсуждать явление перегрузки и смысл коэффициента перегрузки.]</p> <p>Объяснять и приводить примеры явления невесомости.</p> <p>Познакомиться с видами сил трения.</p> <p>Понимать смысл коэффициента трения скольжения и приводить его значения для некоторых материалов.</p> <p>Измерять модули сил тяжести, упругости, трения скольжения прямым и косвенным способами.</p> <p>Применять основные понятия, формулы и законы динамики к решению задач</p>

Демонстрации

1. Явление инерции.
2. Взаимодействие двух связанных тел, движущихся равномерно по окружности на центробежной машине.
3. Измерение сил, действующих на катки разной массы, прикреплённые одним концом к пружине, а другим — к рейке вращающегося диска.
4. Измерение массы тела.
5. Взаимодействие двух тел.
6. Взаимодействие двух тел посредством третьего тела.
7. Движение тела, брошенного горизонтально.
8. Зависимость силы упругости от деформации пружины.
9. Вес тела при движении опоры с ускорением.
10. Явление невесомости.
11. Измерение сил трения.

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Исследование Г. Галилеем движения тел по наклонной плоскости.
2. Изучение инертности тел.
3. Сложение сил, направленных вдоль одной прямой и под углом друг к другу.
4. Законы Ньютона: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.
5. Закон всемирного тяготения: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.
6. Опыт Кавендиша по определению значения гравитационной постоянной: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.
7. Силы упругости в твёрдых телах, жидкостях и газах.
8. Исследование явления невесомости.
9. Силы трения: виды, причины возникновения, примеры проявления.
10. Экспериментальное исследование независимости сил трения покоя от площади соприкасающихся тел

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Законы сохранения в механике	8	10	<p>Получать и формулировать закон Ньютона в импульсной форме. Измерять импульс тела косвенным способом. Понимать смысл физической модели «замкнутая система тел», понятий «внутренние силы» и «внешние силы». [Получать закон сохранения импульса, используя законы Ньютона (для замкнутой системы тел, движущихся в инерциальных системах отсчёта).] Наблюдать изменения импульса тел при их удругом соударении. Объяснять реактивное движение на основе закона сохранения импульса. Записывать и анализировать формулу определения работы постоянной силы для общего случая. Характеризовать производительность машин и двигателей, используя понятие мощности. [Объяснять зависимость скорости движения транспортных средств от мощности двигателя.]</p>
Импульс тела (материальной точки). Импульс тела и второй закон Ньютона. Замкнутая система тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение	1	2	
Механическая работа. Мощность	1	1	
Работа силы тяжести, силы упругости и силы трения	1	1	
Механическая энергия. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии	1	1	
Потенциальная энергия. Теорема о потенциальной энергии	1	1	
Закон сохранения полной механической энергии	1	1	
Решение задач	1	2	
<i>Фронтальная лабораторная работа</i>			
Исследование свойства сохранения полной механической	1	1	

<p>энергии в замкнутой системе тел</p>		<p>Записывать формулы определения работы силы упругости и силы тяжести. [Объяснять зависимость работы силы трения от формы траектории движения тела и независимость работы силы упругости и силы тяжести от траектории движения тела.] Записывать формулы определения кинетической энергии тела, потенциальной энергии взаимодействия тела и Земли, потенциальной энергии упруго деформированной пружины. Раскрывать смысл понятия «нулевой уровень потенциальной энергии» и объяснять его выбор в зависимости от конкретной физической задачи. Устанавливать связь между работой постоянной силы и изменением кинетической энергии тела, работой постоянной силы и изменением потенциальной энергии системы тел. Наблюдать изменения положения тела и потенциальной энергии, скорости движения тела и кинетической энергии. Измерять работу постоянной силы, кинетическую и потенциальную энергии косвенным способом. [Получать закон сохранения механической энергии на основе теорем о кинетической и потенциальной энергии (для замкнутой системы тел, движущихся в инерциальных системах отсчёта).]</p>
--	--	---

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			Применять законы сохранения импульса и полной механической энергии к решению задач
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон сохранения импульса. 2. Реактивное движение (на модели ракеты). 3. Измерение работы силы тяжести, силы упругости и силы трения. 4. Кинетическая энергия движущегося тела. 5. Потенциальная энергия взаимодействующих тел. 6. Преобразование механической энергии во внутреннюю энергию тела. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы сохранения в механике: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 2. Экспериментальные обоснования закона сохранения импульса. 3. Изучение реактивного движения на модели ракеты. 4. Изучение механической работы и мощности. 5. Закон сохранения полной механической энергии: теоретические и экспериментальные обоснования 			
Статика. Законы гидростатики	5	6	
Условия равновесия материальной точки и твёрдого тела. Виды равновесия	1	1	Применять при объяснении равновесия тел такие физические модели, как абсолютно твёрдое тело, центр масс, центр тяжести тела. Формулировать и объяснять условие равновесия материальной точки, первое условие равновесия твёрдого тела как условие

<p>Простые механизмы. Условие равновесия рычага. Коэффициент полезного действия (КПД) механизмов и машин</p> <p>Давление. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Закон Архимеда. Условие плавления тел</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Контрольная работа № 2</i></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>	<p>неподвижности центра масс тела, второе условие равновесия твёрдого тела, используя понятие момента силы.</p> <p>Приводить примеры видов равновесия твёрдых тел, простых механизмов.</p> <p>Формулировать условие равновесия рычага.</p> <p>Применять условие равновесия рычага для объяснения действия различных инструментов, используемых в технике и в быту.</p> <p>Подтверждать экспериментально преобразование сил и движений с помощью простых механизмов.</p>	<p>Теоретически доказывать, что, используя простой механизм, можно выиграть или в силе, или в расстоянии (на примере наклонной плоскости). Вычислять мощность и КПД механизмов и машин.</p> <p>[Применять условия равновесия твёрдых тел к решению задач.]</p> <p>Формулировать и объяснять на основе экспериментов закон Паскаля и закон Архимеда.</p> <p>Объяснять опыт Торричелли по обнаружению атмосферного давления.</p> <p>Измерять атмосферное давление с помощью барометра-анероида.</p> <p>Наблюдать и анализировать действие архимедовой силы.</p> <p>Измерять модуль архимедовой силы с помощью динамометра с учётом погрешностей измерений.</p>
--	-------------------------------------	-------------------------------------	---	--

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Примеры простых механизмов. 2. Условие равновесия рычага. 3. «Золотое правило» механики. 4. Закон Паскаля (опыты с шаром Паскаля). 5. Давление внутри жидкости, на стенки и дно сосуда. 6. Опыт по обнаружению атмосферного давления. 7. Измерение атмосферного давления. 8. Устройство и действие жидкостного манометра, ареометра. 9. Действие силы Архимеда. 10. Закон Архимеда (опыты с ведёрком Архимеда). 11. Условие плавания тел. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Экспериментальная проверка теорем Архимеда о равновесии плоских фигур. 2. Простые механизмы: виды, физические основы работы, примеры применения. 3. Определение КПД наклонной плоскости и подвижного блока. 4. Закон Паскаля: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 			<p>Решать задачи на применение законов Паскаля и Архимеда.</p> <p>[Объяснять с помощью законов гидростатики условие плавания тел (подводных лодок, воздушных шаров, дирижаблей и других морских и воздушных судов).]</p>

5. Опыт Торричелли по измерению атмосферного давления: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.
6. Приборы для измерения атмосферного давления.
7. Закон Архимеда: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.
8. Экспериментальное исследование условия плавления тел

	3	6	Формулировать основные положения молекулярно-кинетической теории. Рассматривать такие характеристики молекул, как размеры молекул, количество вещества, число Авогадро, относительная молекулярная масса и молярная масса. Понимать смысл и знать числовые значения постоянной Авогадро и атомной единицы массы. Наблюдать броуновское движение и явление диффузии. Объяснять взаимодействие частиц вещества на основе моделей строения газов, жидкостей и твёрдых тел.
<p>Методы изучения тепловых явлений. Температура</p> <p>Основные положения молекулярно-кинетической теории. Строение вещества. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро. Тепловое движение частиц вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Идеальный газ. Статистический метод описания теплового движения. Термодинамический метод. Термодинамическое равновесие. Равновесный термодинамический процесс. Температура. Шкала Цельсия. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютная температура [Решение задач]</p>	1	2	<p>1</p> <p>1</p>
			<p>1</p> <p>1</p> <p>Анализировать модель идеального газа, исходя из статистического метода. [Исучать понятия случайного события, вероятности случайного события, макро- и микросостояний и использовать их для</p>

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>характеристики распределения частиц идеального газа по объёму сосуда.]</p> <p>Рассматривать составляющие термодинамического метода на примере температуры.</p> <p>Изучать понятие температуры как параметра равновесного состояния термодинамической системы.</p> <p>Измерять температуру тел термометром с учётом погрешностей измерения.</p> <p>Устанавливать связи между макроскопическими и микроскопическими параметрами термодинамической системы.</p> <p>[Объяснять устройство и действие газового термометра как прибора для прямого измерения температуры термодинамической системы.]</p> <p>Выражать значения температуры тела с помощью шкалы Цельсия, термодинамической шкалы температур</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель хаотического движения молекул газа. 2. Модель броуновского движения. 3. Диффузия в жидкостях и в газах. 4. Термоскоп Галилея. 			

5. Измерение температуры тел термометром.
6. Газовый термометр.
7. Температурные шкалы.

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Статистический и термодинамический методы в молекулярной физике.
2. Опыты Перрена по изучению теплового движения частиц.
3. Экспериментальные исследования явления диффузии в твёрдых телах, жидкостях и газах.
4. Температурные шкалы: история изобретения, принцип построения, применение.
5. Способы измерения температуры и учёт погрешностей измерений

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа

Тепловое движение молекул газа. Опыты Штерна. Средняя квадратичная скорость и средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа
 Основное уравнение молекулярно-кинетической теории
 Температура и средняя кинетическая энергия молекул. Постоянная Больцмана
 Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона — Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа

7

11

1

1

1

1

1

1

1

2

Познакомиться с опытом Штерна по измерению скоростей теплового движения частиц. Понимать смысл таких понятий, как средняя квадратичная скорость, средняя скорость, наиболее вероятная скорость, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа.
 [Анализировать результаты опытов Штерна, используя график распределения молекул газа по скоростям при определённой температуре.]
 Объяснять тепловое движение молекул идеального газа с помощью средней кинетической энергии их поступательного движения.
 Описывать и объяснять условия, удовлетворяющие модели идеального газа.
 Анализировать основное уравнение молекулярно-кинетической теории.

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Молекулярно-кинетическая теория и газовые законы Решение задач <i>Фронтальная лабораторная работа</i> Экспериментальная проверка закона Бойля — Мариотта [<i>Контрольная работа № 3</i>]	1	1	Устанавливать связь между средней кинетической энергией поступательного движения молекул идеального газа и температурой. Знать значение постоянной Больцмана и универсальной газовой постоянной. [Устанавливать и исследовать зависимость давления идеального газа от концентрации молекул и абсолютной температуры.] Устанавливать связь между основными макроскопическими параметрами идеального газа при изопроцессах. [Выводить уравнение состояния идеального газа.] Понимать физический смысл понятия внутренней энергии идеального газа. [Определять внутреннюю энергию идеального одноатомного газа.] Объяснять изотермический, изохорный, изобарный процессы с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Анализировать графики изопроцессов. Решать задачи на применение основного уравнения молекулярно-кинетической
	1	3	
	1	1	
	1	1	

			теории, уравнения состояния идеального газа, газовых законов
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель опытов Штерна (с помощью вращающегося диска и принадлежностей; комплекта «Вращательное движение»). 2. Механическая модель, иллюстрирующая зависимость давления идеального газа от концентрации частиц. 3. Изменение давления газа с изменением температуры при постоянном объёме, изменение объёма газа с изменением температуры (при постоянном давлении) и с изменением давления (при постоянной температуре). <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опыт Штерна по измерению скоростей теплового движения молекул; 2. Экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 3. Газовые законы: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 3. Исследование изопроцессов с помощью прибора для изучения газовых законов — сиффона 			
<p>Основы термодинамики</p> <p>Внутренняя энергия термодинамической системы. Адиабатический процесс. Работа идеального газа в термодинамике</p> <p>Количество теплоты. Опыты Джоуля. Первый закон термодинамики. Удельная теплоёмкость вещества</p> <p>Применение первого закона термодинамики к изопроцессам</p>	6	9	<p>Приводить примеры термодинамических систем.</p> <p>Объяснить понятие внутренней энергии макроскопической системы с точки зрения молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Обсуждать равновесное состояние системы, равновесный процесс как идеализированные объекты термодинамики.</p> <p>Наблюдать и экспериментально исследовать изменение внутренней энергии термодинамической системы при совершении работы</p>

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Тепловой двигатель. КПД теплового двигателя. Второй закон термодинамики. Цикл Карно Виды тепловых двигателей. Экологические проблемы использования тепловых двигателей Решение задач	1	2	внешними силами, против внешних сил, а также при теплообмене. [Наблюдать и экспериментально исследовать изменение внутренней энергии термодинамической системы за счёт механической работы при адиабатическом процессе.]
	1	1	Определять работу идеального газа при изобарном процессе с помощью графиков в координатах $p - V$. Изучать схему опыта Джоуля.
	1	3	Формулировать первый закон термодинамики как закон сохранения энергии для тепловых процессов. Записывать уравнение первого закона термодинамики и формулу определения удельной теплоёмкости вещества. Применять первый закон термодинамики к объяснению изопроцессов.
			Рассматривать устройство и принцип действия теплового двигателя по схеме. Приводить формулировки второго закона термодинамики. Рассматривать цикл Карно как пример обратимого процесса.

		<p>Находить и сравнивать КПД тепловых двигателей.</p> <p>Записывать формулу определения максимально возможного КПД идеального теплового двигателя.</p> <p>[Различать физическую модель (схема устройства и действия теплового двигателя) и техническую модель тепловой машины.]</p> <p>Познакомиться с различными видами тепловых двигателей, их устройством и физическими основами работы.</p> <p>Рассматривать простейшую тепловую машину, работающую как холодильная установка.</p> <p>Обсуждать и оценивать экологические проблемы, связанные с использованием тепловых машин.</p> <p>Решать задачи на применение первого закона термодинамики, составление уравнения теплового баланса</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение внутренней энергии термодинамической системы при совершении работы внешних сил (воздушное огниво) и против внешних сил (газ в пробирке). 2. Адиабатический процесс. 3. Примеры применения первого закона термодинамики к изопроцессам. 4. Различная удельная теплоёмкость металлов (прибор Тиндала). 5. Модели тепловых двигателей. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование термодинамической системы, в которой изменяется состояние газа при постоянном давлении (на модели). 2. Изучение адиабатического процесса. 		

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>3. Опыты Джоуля: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.</p> <p>4. Первый закон термодинамики: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.</p> <p>5. Исследование работы теплового двигателя за цикл (на модели).</p> <p>6. Тепловые машины: виды, устройство, физические основы работы, значения КПД, применение.</p> <p>7. Экологические проблемы использования тепловых машин: анализ и пути решения</p>			
Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы	6	10	<p>Познакомиться с понятием фазы и фазовыми превращениями вещества.</p> <p>Сравнивать строение и свойства жидкостей и твёрдых тел.</p> <p>Рассматривать фазовые переходы, происходящие между жидкостью и газом, жидкостью и твёрдым телом.</p> <p>Понимать физический смысл таких понятий, как насыщенный пар, ненасыщенный пар, критическая температура, критическая изотерма, температура кипения, удельная теплота парообразования и конденсации жидкости, абсолютная и относительная влажность воздуха, температура плавления, удельная теплота плавления вещества.</p> <p>[Объяснять устройство и физические основы работы конденсационного и волосного гигрометров.]</p>
<p>Фаза. Насыщенный и ненасыщенный пары. Критическая температура. Парообразование. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации жидкости. Кипение</p> <p>Влажность воздуха</p> <p>Кристаллические и аморфные тела.</p> <p>Плавление и кристаллизация.</p> <p>Удельная теплота плавления вещества</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p>	1	2	<p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p>

<p>1. Измерение относительной влажности воздуха. [2. Определение удельной теплоты плавления льда] <i>Контрольная работа № 3 [№ 4]</i></p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Измерять влажность воздуха с помощью психрометра. Вычислять относительную влажность воздуха. Обсуждать роль влажности воздуха в жизни человека. Исследовать процессы кипения воды и плавления вещества с помощью графиков. Сравнивать средние расстояния между частицами вещества в трёх его агрегатных состояниях. Наблюдать и объяснять анизотропию свойств монокристаллов, изотропию свойств поликристаллов. Познакомиться с типами кристаллических решёток, видами твёрдых тел (по характеру расположения частиц). Изучать модели кристаллических решёток, рост кристаллов. [Измерять удельную теплоту плавления льда.] Решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих фазовые переходы</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловое расширение жидкости. 2. Явление испарения. 3. Конденсация паров воды на стекле со льдом. 4. Постоянство температуры кипения жидкости при постоянном давлении. 5. Устройство психрометра и гигрометра. 6. Измерение относительной влажности воздуха с помощью психрометра. 7. Образцы кристаллических и аморфных тел. 8. Модели кристаллических решёток. 			

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>9. Анизотропия монокристаллов. 10. Отсутствие анизотропии у аморфных тел. 11. Превращение вещества из твёрдого состояния в жидкое (на примере таяния льда). <i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Изучение критического состояния вещества. Экспериментальное исследование фазовых переходов, происходящих между жидкостью и газом. Сосуд Дьюара: устройство, физические основы работы, применение. Измерение влажности воздуха разными способами. Конструирование моделей кристаллических решёток. Изучение анизотропии монокристаллов. Исследование свойств аморфных тел. Рост кристаллов. Экспериментальное исследование процессов плавления и кристаллизации вещества 			
Электромагнитное поле. Напряжённость электростатического поля	5	6	Обсуждать особенности электростатического поля как частного случая проявления электромагнитного поля в выбранной системе отсчёта. Анализировать свойства электростатического заряда.
Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда	1	2	Применять физическую модель «точечный заряд» при изучении электрических взаимодействий покоящихся заряженных тел.
Взаимодействие электрических зарядов. Опыты Кулона. Кулоновские силы	1	1	Формулировать закон сохранения электрического заряда.

<p>Электростатическое поле. Напряжённость электростатического поля</p> <p>Линии напряжённости электростатического поля. Однородное электростатическое поле</p> <p>Решение задач</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Изучать закон сохранения электрического заряда в замкнутой системе с помощью электрометров.</p> <p>Анализировать схему устройства крутильных весов Кулона.</p> <p>Определять направления векторов кулоновских сил.</p> <p>Наблюдать силовое действие электростатического поля на внесённый в него электрический заряд.</p> <p>Объяснить направление вектора напряжённости электростатического поля в произвольной точке поля.</p> <p>Обсуждать свойства знаковой модели электростатического поля — линий напряжённости — и применять её при анализе картин электростатических полей.</p> <p>[Изобразить однородное электростатическое поле с помощью линий напряжённости.]</p> <p>Решать задачи на определение силовых характеристик электростатического поля</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электризация тел. 2. Два вида электрических зарядов. 3. Устройство и действие электрометра. 4. Закон сохранения электрического заряда. 5. Картины электростатических полей. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование свойств электрического заряда. 2. Опыты Кулона: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 		

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
3. Экспериментальное исследование принципа суперпозиции электростатических полей			
Разность потенциалов. Энергия электростатического поля	7	9	<p>Понимать физический смысл и записывать формулы определения энергетических характеристик электростатического поля: потенциальной энергии взаимодействия электрических зарядов, потенциала, разности потенциалов (напряжения). Показывать, что однородное электростатическое поле обладает энергией (косвенно на опыте) и работа сил однородного электростатического поля не зависит от формы траектории движущегося заряда. [Рассматривать потенциальную энергию взаимодействия точечных неподвижных зарядов.] Измерять разность потенциалов между двумя проводниками с помощью электрометра. Устанавливать связь между напряжённостью электростатического поля и напряжением. Обсуждать свойство эквипотенциальных поверхностей. [Сравнивать эквипотенциальные поверхности однородного электростатического поля и поля, образованного точечным зарядом.]</p>
Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Работа сил однородного электростатического поля	1	1	
Потенциал электростатического поля и разность потенциалов (напряжение)	1	1	
Связь между напряжённостью электростатического поля и напряжением. Эквипотенциальные поверхности	1	1	
Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества	1	2	
Электрическая ёмкость. Конденсаторы	1	1	
Решение задач	1	2	
<i>Контрольная работа № 4 [№ 5]</i>	1	1	

		<p>Познакомиться со схемой опыта, доказывающего существование свободных носителей заряда в металлах.</p> <p>Приводить примеры проводников и диэлектриков.</p> <p>Наблюдать явление электростатической индукции, способ электризации через влияние, явление поляризации диэлектрика, находящегося в электростатическом поле.</p> <p>[Объяснять явления электростатической индукции и поляризации диэлектрика.]</p> <p>Понимать смысл физической величины «диэлектрическая проницаемость вещества» и находить по таблицам её значения для разных диэлектриков.</p> <p>Записывать формулы определения электроёмкости уединённого конденсатора, электроёмкости конденсатора с диэлектриком.</p> <p>Исследовать экспериментально зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между пластинами, площади пластин и заполняющей конденсатор среды.</p> <p>Решать задачи на определение энергетических характеристик однородного электростатического поля, параметров конденсаторов</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. 2. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. 		

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
3. Электрический ветер. 4. Виды конденсаторов. 5. Электроёмкость плоского конденсатора. <i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i> 1. Исследование потенциала заряженного проводника. 2. Экспериментальное обнаружение существования свободных носителей заряда в металлах. 3. Изучение распределения электрических зарядов на поверхностях проводников. 4. Исследование способа электризации через влияние. 5. Изучение поляризации диэлектрика. 6. Конденсаторы: виды, устройство, физические основы работы, применение. 7. Исследование электроёмкости плоского конденсатора			
Итого	68	98	
Резерв времени	2	7	
Всего	70	105	

Тематическое планирование

11 класс. Базовый уровень

(вариант I — 2 часа в неделю, вариант II — 3 часа в неделю)

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Законы постоянного тока	10	15	[Обсуждать эмпирический базис теории электромагнитного поля Максвелла.] Использовать физическую модель «электронный газ» для объяснения возникновения электрического тока в металлах. Понимать смысл и записывать формулы определения основных физических величин, характеризующих постоянный ток и его источники: силы тока, напряжения, ЭДС, работы и мощности тока. Объяснять условия существования постоянного тока. Рассматривать устройство и физические основы работы различных источников постоянного тока. Измерять силу тока с помощью амперметра и напряжение с помощью вольтметра с учётом
Электронная проводимость металлов. Модель электронного газа. Постоянный ток. Сила тока. Источники постоянного тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Удельное электрическое сопротивление вещества Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля — Ленца. Закон Ома для полной (замкнутой) цепи Расчёт электрических цепей Электрический ток в вакууме и в газах	1	2	
	1	1	
	1	2	
	1	1	

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>Электрический ток в растворах и расплавах электролитов</p> <p>Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.</p> <p>2. Определение элементарного заряда при электролизе</p> <p>[<i>Контрольная работа № 1</i>]</p>	1 1 1 1 1 1	1 1 3 1 1 1	<p>максимальной абсолютной погрешности измерения.</p> <p>Объяснять роль сторонних сил, действующих в источнике тока.</p> <p>Определять знак ЭДС в зависимости от направления обхода контура.</p> <p>Формулировать и записывать основные законы постоянного тока: закон Ома для участка цепи, закон Джоуля — Ленца, закон Ома для полной (замкнутой) цепи.</p> <p>Сравнивать проводники по их удельным электрическим сопротивлениям.</p> <p>Измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.</p> <p>Обсуждать устройства для защиты электрических цепей.</p> <p>Собирать и испытывать электрические цепи с разным соединением проводников, рассчитывать их параметры.</p> <p>Различать носители электрического заряда в металлах, вакууме, газах, растворах и расплавах электролитов, полупроводниках.</p> <p>[Изучать устройство и физические основы работы вакуумного диода.]</p>

			<p>Наблюдать и объяснять газовый разряд, явление электролиза, обсуждать примеры практического применения электролиза.</p> <p>Измерять модуль электрического заряда одновалентного иона водорода.</p> <p>Анализировать качественное различие между металлом и полупроводником по характеру зависимости удельного электрического сопротивления от температуры.</p> <p>Рассматривать механизм электропроводности полупроводников.</p> <p>Обсуждать возникновение электронной и дырочной проводимости полупроводников, электронно-дырочного перехода.</p> <p>Приводить примеры полупроводниковых приборов.</p> <p>Обнаруживать уменьшение удельного электрического сопротивления полупроводников при их нагревании или освещении]</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Источники постоянного тока. 2. Измерение силы тока и напряжения. 3. Зависимость электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала. 4. Закон Ома для участка электрической цепи. 5. Реостат и магазин сопротивлений. 6. Падение потенциала вдоль проводника с током. 7. Соединения проводников в электрической цепи. 			

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>8. Тепловое действие тока.</p> <p>9. Счётчик электрической энергии.</p> <p>10. Устройства для защиты электрических цепей.</p> <p>11. Электронно-лучевая трубка.</p> <p>12. Явление термоэлектронной эмиссии.</p> <p>13. Электрический ток в газах.</p> <p>14. Явление электролиза.</p> <p>15. Действие терморезистора и фоторезистора.</p> <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Основные положения классической электронной теории.</p> <p>2. Источники постоянного тока: виды, устройство, физические основы работы, гидродинамическая аналогия, применение.</p> <p>3. Изучение действия сторонних сил в источнике постоянного тока.</p> <p>4. Падение потенциала вдоль проводника с током.</p> <p>5. Изучение теплового действия тока.</p> <p>6. Электроракумные приборы (вакуумный диод, электронно-лучевая трубка): устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>7. Исследование явления электролиза.</p> <p>8. Б. С. Якоби — изобретатель гальванопластики</p>			
Магнитное поле	6	8	Рассматривать опыты Эрстеда и Ампера. Понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих магнитное поле и свойства зам-
Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Индукция магнитного поля.	1	2	

<p>Однородное магнитное поле. Линии индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера. Опыты Ампера</p> <p>Действие магнитного поля на рамку с током. Электрический двигатель</p> <p>Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца</p> <p>Магнитный поток. Индуктивность контура</p> <p>Магнитные свойства вещества.</p> <p>Магнитная проницаемость среды</p> <p>Решение задач</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>кнутаго контура с током: магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, магнитного потока, индуктивности контура.</p> <p>Наблюдать действие магнитного поля на проводник с током, взаимодействие двух параллельных проводников с токами, картины магнитных полей.</p> <p>Обсуждать свойства знаковой модели магнитного поля — линий индукции — и применить её при анализе картин магнитных полей.</p> <p>Формулировать правило буравчика (правого винта), закон Ампера, правило левой руки (для определения направления силы Ампера и силы Лоренца).</p> <p>[Различать однородное магнитное поле и вихревое магнитное поле.]</p> <p>Наблюдать и объяснять вращение рамки с током в магнитном поле.</p> <p>Изучать устройство и физические основы работы электродвигателя постоянного тока на модели.</p> <p>[Обсуждать экологические аспекты работы электродвигателей, примеры их практического применения.]</p> <p>Наблюдать отклонение потока заряженных частиц в магнитном поле.</p> <p>[Рассматривать движение заряженных частиц в магнитном поле Земли.</p>
---	--	---

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>Анализировать формулу определения магнитного потока в зависимости от расположения плоскости контура.</p> <p>Измерять индуктивность катушки с током.]</p> <p>Обсуждать гипотезу молекулярных токов Ампера.</p> <p>Приводить примеры диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков.</p> <p>Сравнивать магнитные свойства диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков (в том числе используя понятие магнитной проницаемости среды).</p> <p>Решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих магнитное поле, на применение закона Ампера</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитное поле тока. 2. Опыты Эрстеда и Ампера. 3. Картины магнитных полей. 4. Действие магнитного поля на проводник с током. 5. Вращение рамки с током в однородном магнитном поле. 6. Модель коллекторного электродвигателя постоянного тока. 			

7. Отклонение потока заряженных частиц в магнитном поле.

8. Магнитные свойства вещества.

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Опыт Эрстеда и Ампера: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.

2. Получение и анализ картин магнитных полей.

3. Способы определения единицы силы тока — ампера.

4. Исследование поворота рамки с током в однородном магнитном поле.

5. Изучение действия стрелочных электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы.

6. Электродвигатели постоянного тока: устройство, физические основы работы, значения КПД, применение.

7. Электромагниты (электрический звонок, электромагнитное реле): устройство, физические основы работы, применение.

8. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли: радиационные пояса, полярные сияния, магнитосфера Земли.

9. Магнитные свойства диа-, пара- и ферромагнетиков

Электромагнитная индукция

Опыт Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции
Закон электромагнитной индукции. Способы получения индукционного тока. Самоиндукция
Решение задач

5

1

6

1

Наблюдать и объяснять опыты Фарадея, используя современные приборы.

Понимать особенности вихревого электрического поля.

Объяснять возникновение ЭДС индукции в замкнутом контуре, движущемся

в однородном магнитном поле.

Формулировать закон электромагнитной индукции.

[Показывать экспериментально, что сила индукционного тока в замкнутом проводящем контуре прямо пропорциональна скорости изменения пронизывающего его магнитного потока.]

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p><i>Фронтальная лабораторная работа</i></p> <p>Наблюдение явления электромагнитной индукции. Исследование способов получения ЭДС индукции</p> <p><i>Контрольная работа № 1 [№ 2]</i></p>	1	1	<p>Объяснять способы получения индукционного тока в замкнутом контуре на основе закона электромагнитной индукции.</p> <p>Наблюдать и объяснять явление самоиндукции.</p> <p>[Рассматривать токи при замыкании и размыкании электрической цепи, содержащей катушку индуктивности.]</p> <p>Применять закон электромагнитной индукции, формулы определения ЭДС индукции при решении задач</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Явление электромагнитной индукции. 2. Возникновение ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле. 3. Способы получения индукционного тока. 4. Явление самоиндукции. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опыт Фарадея: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 2. Исследование возникновения индукционного тока в витке при замыкании и размыкании цепи. 3. Закон электромагнитной индукции: экспериментальное изучение, примеры и границы применения, значение для развития физики. 4. Изучение явления самоиндукции 			

Механические колебания и волны	8	11	Приводить примеры колебательных движений. Понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих колебательное и волновое движение: периода и частоты колебаний, циклической частоты, периода колебаний пружинного и математического маятников, длины и скорости распространения волны. Рассматривать условия, при которых в колебательных системах возникают свободные колебания. Изучать такие физические модели, как гармонические колебания, пружинный маятник, математический маятник, гармоническая волна, и использовать их для описания колебательных и волновых процессов. Наблюдать и объяснять свободные колебания пружинного и математического маятников. Исследовать зависимость периода колебаний груза на пружине от массы груза и жёсткости пружины. Определять ускорение свободного падения с помощью математического маятника. [Записывать и анализировать уравнение гармонических колебаний, уравнение колебаний груза на пружине, уравнение движения математического маятника, в том числе с использованием понятия фазы колебаний.
Свободные колебания. Колебательные системы. Период, частота и амплитуда колебаний. Гармонические колебания	1	1	
Свободные колебания пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника	1	1	
Свободные колебания математического маятника. Период колебаний математического маятника	1	1	
Преобразование энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания	1	2	
Механические волны. Продольные и поперечные волны. Длина и скорость распространения волны. Звук и его характеристики	1	3	
Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i>	1	1	
1. Исследование колебаний пружинного маятника. 2. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника	1	1	

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>Анализировать графики гармонических колебаний; зависимости координаты тела от времени; полной механической энергии и потенциальной энергии пружинного маятника от координаты; смещения частиц упругой среды от положения равновесия при распространении волны вдоль оси X.]</p> <p>Рассматривать превращение энергии при гармонических колебаниях пружинного и маятникового маятников.</p> <p>Наблюдать и объяснять вынужденные колебания в колебательных системах, распространение механических волн в упругой среде.</p> <p>Сравнивать свободные и вынужденные колебания.</p> <p>Описывать свойства и особенности распространения поперечных и продольных волн.</p> <p>Наблюдать колебания звучащего тела.</p> <p>Объяснять условия распространения звуковых волн, возникновение эхо.</p> <p>[Приводить значения скорости распространения звука в различных средах.]</p> <p>Понимать физический смысл таких характеристик, как громкость звука и высота тона.</p>

			<p>Применять понятия и законы механики при решении задач на расчёт основных физических величин, характеризующих колебательное и волновое движение</p>
<p>3. Свободные колебания груза на нити. 4. Вынужденные колебания 5. Образование и распространение поперечных и продольных волн. 6. Источники звука. 7. Условия распространения звука. 8. Громкость звука и высота тона. 9. Отражение звуковых волн. <i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i> 1. Экспериментальное исследование механических колебательных систем. 2. Исследование математических маятников разной длины. 3. Источники и приёмники звука. 4. Экспериментальное изучение основных характеристик звука. 5. Исследование отражения звуковых волн. 6. Ультразвук и инфразвук: основные свойства и применение</p>			
<p>Электромагнитные колебания и волны Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Формула Томсона Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток</p>	<p>8</p>	<p>11</p>	<p>Наблюдать и анализировать осциллограмму переменного тока. Понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания и волны, трансформаторы: периода собственных электромагнитных колебаний (формула Томсона), циклической частоты собственных электромагнитных колебаний, амплитуды, периода</p>
	<p>1</p>	<p>2</p>	
	<p>1</p>	<p>1</p>	

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
Трансформатор. Коэффициент трансформации. Производство, передача и использование электрической энергии	1	1	и частоты гармонических электромагнитных колебаний, действующих значений силы переменного тока и переменного напряжения, коэффициента трансформации, длины и скорости распространения электромагнитной волны.
Открытый колебательный контур. Гармоническая электромагнитная волна. Длина и скорость распространения электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн	1	2	Объяснять причину потерь энергии в реальных колебательных контурах.
Спектр электромагнитных волн. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы	1	1	Изучать переменный ток как вынужденные электромагнитные колебания.
Принципы радиосвязи и телевидения	1	1	Сравнивать вынужденные и свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре.
Решение задач	1	2	[Строить и анализировать графики зависимости мгновенного значения переменного напряжения и силы переменного тока от времени.
<i>Контрольная работа № 2 [№ 3]</i>	1	1	Устанавливать гармонический характер переменного тока на основе закона электромагнитной индукции.]
			Изучать устройство и принцип действия (на примере холостого режима работы) трансформатора, устройство индукционного генератора переменного тока, назначение повышающего и понижающего трансформаторов при передаче электрической энергии на большие расстояния.

<p>Анализировать схему передачи электроэнергии на большие расстояния. Изучать возникновение электромагнитных волн в открытом колебательном контуре.</p> <p>[Объяснить поперечность электромагнитных волн, используя модель гармонической электромагнитной волны.]</p> <p>Изучать экспериментально свойства электромагнитных волн.</p> <p>Анализировать спектр электромагнитных волн, условно разделённый на несколько диапазонов по длине волны (частоте): основные источники излучений, примеры практического использования.</p> <p>Обсуждать влияние электромагнитных излучений на живые организмы.</p> <p>Приводить примеры видов радиосвязи. Познакомиться с устройствами, входящими в систему радиосвязи (радиопередатчик и радиоприёмник), процессами модуляции и демодуляции, передачей изображений с помощью радиоволн.</p> <p>[Обсуждать особенности распространения радиоволн.]</p> <p>Решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих электромагнитные колебания и волны, трансформаторы</p>			
---	--	--	--

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возникновение электромагнитных колебаний в колебательном контуре. 2. Осциллограмма переменного тока. 3. Устройство трансформатора и генератора переменного тока. 4. Излучение и приём электромагнитных волн. 5. Свойства электромагнитных волн. 6. Принципы радиосвязи и телевидения. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение процессов, происходящих в идеальном колебательном контуре. 2. Аналитический и графический способы изучения гармонических электромагнитных колебаний. 3. Индукционный генератор переменного тока: устройство, физические основы работы, применение. 4. Трансформаторы: устройство, физические основы работы, применение. 5. Производство и передача электроэнергии: достижения и проблемы. 6. Экологически чистые виды электроэнергетики. 7. Опыт Герца: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 8. Исследование свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона. 9. Вклад А. С. Попова и Г. Маркони в развитие радиосвязи. 10. Виды и применение радиосвязи. 11. Изучение спектра электромагнитных волн: диапазоны частот (длин волн), источники излучений, примеры применения. 12. Физические основы передачи изображений с помощью радиоволн 			

Геометрическая оптика	6	9	[Обсуждать исторические этапы развития геометрической оптики.] Изучать такие физические модели, как точечный источник света, световой луч, однородная и изотропная среда, плоская световая волна, тонкая линза, и использовать их для описания оптических явлений. Формулировать основные законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; принцип Гюйгенса. Объяснять явления прямолинейного распространения, отражения и преломления света с помощью принципа Гюйгенса. Различать особенности зеркального и диффузного отражения света. Строить изображение предмета в плоском зеркале. [Выводить формулы закона отражения света и закона преломления света.] Измерять показатель преломления стекла. Наблюдать явление дисперсии света. Объяснять результаты опытов Ньютона по исследованию дисперсии света. Приводить примеры различных типов линз (по форме ограничивающих поверхностей). Понимать смысл основных понятий и величин, характеризующих тонкие линзы: главной оптической оси, побочных оптических осей,
Закон прямолинейного распространения света. Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале Закон преломления света. Дисперсия света. Опыты Ньютона Линзы. Построение изображений в тонкой собирающей и рассеивающей линзах Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их коррекция. Оптические приборы Решение задач <i>Фронтальная лабораторная работа</i> Измерение показателя преломления стекла	1 1 1 1 1 1 1	1 2 2 1 2 1	

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>оптического центра, фокальных плоскостей, главных фокусов, побочных фокусов, фокусного расстояния, оптической силы.</p> <p>Записывать формулу определения оптической силы тонкой линзы.</p> <p>Рассматривать ход световых лучей в тонкой собирающей и рассеивающей линзах.</p> <p>Рассчитывать оптическую силу тонкой собирающей и рассеивающей линз.</p> <p>Изучать оптическую систему глаза, дефекты зрения (близорукость и дальнозоркость) и их коррекцию.</p> <p>Объяснять построение изображения предмета в лупе и действии лупы.]</p> <p>Решать задачи на использование основных понятий, формул и законов геометрической оптики</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прямолинейное распространение света. 2. Закон отражения света. 3. Изображение предмета в плоском зеркале. 4. Закон преломления света. 5. Дисперсия белого света. 6. Получение изображений с помощью линз. 			

<p>7. Оптическая система глаза.</p> <p>8. Принцип действия лулы, проекционного аппарата, фотоаппарата.</p> <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Законы геометрической оптики: экспериментальное изучение, примеры и границы применения, значение для развития физики.</p> <p>2. Конструирование и испытание камеры-обскуры.</p> <p>3. Принцип Гюйгенса: физическая сущность и применение к объяснению законов геометрической оптики.</p> <p>4. Исследование зависимости отклонения светового луча, выходящего из призмы, от преломляющего угла призмы.</p> <p>5. Опыты Ньютона по наблюдению и исследованию дисперсии света: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.</p> <p>6. Явления отражения, преломления и дисперсии света в природе.</p> <p>7. Экспериментальные исследования собирающих и рассеивающих линз.</p> <p>8. Дефекты зрения и их коррекция</p>				
<p>Световые волны</p> <p>Интерференция волн. Когерентные источники волн. Интерференция света. Опыт Юнга</p> <p>Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля [Решение задач]</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Наблюдение явления интерференции и дифракции света</p> <p>[2. Оценка длины световой волны]</p> <p><i>Контрольная работа № 3 [№ 4]</i></p>	<p>4</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>7</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Наблюдать интерференционную и дифракционную картину для волн разной природы. Понимать физический смысл основных понятий и величин, используемых в волновой оптике: интенсивности волн, когерентных источников волн, геометрической разности хода; условий интерференционных максимумов и минимумов, условий дифракционных максимумов и минимумов (при дифракции света на одной щели).</p> <p>Наблюдать явления интерференции и дифракции света.</p> <p>Рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света.</p>	

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			[Наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона. Познакомиться с применением интерференции в тонких плёнках для улучшения качества оптических приборов.] Формулировать принцип Гюйгенса — Френеля. Рассматривать дифракцию плоских световых волн на узкой щели. Решать задачи на использование основных понятий и формул волновой оптики
<i>Демонстрации</i> 1. Интерференция и дифракция волн. 2. Интерференция и дифракция света. <i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i> 1. Наблюдение и исследование интерференции и дифракции волн. 2. Опыт Юнга: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 3. Интерференция в тонких плёнках: экспериментальное изучение и применение. 4. Изучение дифракции света с помощью дифракционной решётки			
Элементы специальной теории относительности	2	5	Обсуждать представления о пространстве и времени с позиций классической механики. Познакомиться с формулировками постулатов СТО и их физической сущностью. [Приводить примеры экспериментальных
Представления о пространстве и времени в классической механике.	1	2	

<p>Постулаты специальной теории относительности. Массовые и безмассовые частицы</p> <p>Энергия покоя. Формула Эйнштейна. Релятивистская (полная) энергия. Дефект масс и энергия связи атомного ядра</p> <p>[Решение задач]</p>	1	2	<p>данных, подтверждающих независимость скорости света от движения источника.]</p> <p>Обсуждать особенности массовых и безмассовых частиц.</p> <p>Записывать и анализировать формулы определения релятивистской (полной) энергии, энергии связи атомного ядра, формулу Эйнштейна (закон взаимосвязи массы и энергии).</p> <p>[Решать задачи на использование основных формул и понятий СТО]</p>
<p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. А. Эйнштейн — создатель СТО.</p> <p>2. Из истории измерения скорости света: биографии учёных, ключевые эксперименты.</p> <p>3. Применение формул и выводов СТО в ядерной физике</p>			
<p>Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома</p> <p>Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка</p> <p>Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта</p> <p>Корпускулярно-волновой дуализм</p>	6	8	<p>Познакомиться с физической моделью «абсолютно чёрное тело».</p> <p>[Анализировать график зависимости спектральной плотности энергетической светимости от частоты электромагнитного излучения.]</p> <p>Формулировать квантовую гипотезу Планка.</p> <p>[Сравнивать природу электромагнитного излучения исходя из квантовой гипотезы Планка и классической волновой теории.]</p> <p>Наблюдать явление внешнего фотоэффекта и исследовать его особенности.</p> <p>Рассматривать устройство и физические основы работы вакуумного фотоэлемента.</p>
<p>Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка</p> <p>Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта</p> <p>Корпускулярно-волновой дуализм</p>	1	1	<p>Познакомиться с физической моделью «абсолютно чёрное тело».</p> <p>[Анализировать график зависимости спектральной плотности энергетической светимости от частоты электромагнитного излучения.]</p> <p>Формулировать квантовую гипотезу Планка.</p> <p>[Сравнивать природу электромагнитного излучения исходя из квантовой гипотезы Планка и классической волновой теории.]</p> <p>Наблюдать явление внешнего фотоэффекта и исследовать его особенности.</p> <p>Рассматривать устройство и физические основы работы вакуумного фотоэлемента.</p>
<p>Корпускулярно-волновой дуализм</p>	1	1	<p>Рассматривать устройство и физические основы работы вакуумного фотоэлемента.</p>

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>свойств света. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева</p> <p>Планетарная модель атома. Постулаты Бора</p> <p>Линейчатые спектры</p> <p>Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов. Соотношение неопределённости Гейзенберга</p> <p>[Решение задач]</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Исследовать с помощью графика зависимость силы фототока от напряжения при уменьшенной интенсивности света.</p> <p>Формулировать законы внешнего фотоэффекта.</p> <p>[Понимать противоречия, возникающие при объяснении: законов фотоэффекта с точки зрения волновой теории электромагнитного излучения, устойчивости атомов и происхождения линейчатых спектров атомов в рамках классической физики.]</p> <p>Объяснять законы фотоэффекта на основе уравнения Эйнштейна.</p> <p>Обсуждать волновую и корпускулярную модели описания свойств света.</p> <p>Изучать основные характеристики фотонов.</p> <p>Анализировать опыты Лебедева по измерению светового давления.</p> <p>[Объяснять давление света в рамках квантовой теории.]</p> <p>Выявлять основные свойства планетарной модели атома, модели атома Бора.</p> <p>Формулировать постулаты Бора.</p> <p>Наблюдать непрерывный и линейчатый спектры.</p>

		<p>Анализировать энергетическую диаграмму атома водорода. [Объяснить происхождение линейчатых спектров водородоподобных атомов, используя теорию Бора.] Изучать физическую сущность гипотезы де Бройля и соотношения неопределённости Гейзенберга. [Объяснить правило квантования Бора на основе гипотезы де Бройля. Анализировать результаты экспериментов по обнаружению волновых свойств отдельных фотонов, по наблюдению дифракции электронов.] Решать задачи на использование основных понятий квантовой теории электромагнитного излучения, постулатов Бора</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Явление фотоэффекта. 2. Опыты Столетова. 3. Давление света. Опыты Лебедева. 4. Сплошной (непрерывный) спектр. 5. Линейчатые спектры поглощения и испускания. 6. Энергетическая диаграмма атома водорода. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение теплового излучения тел. 2. «Ультрафиолетовая катастрофа». Квантовая гипотеза Планка. 3. Из истории открытия и исследования явления внешнего фотоэффекта. Вклад А. Г. Столетова. 4. Экспериментальное изучение законов внешнего фотоэффекта. 		

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
<p>5. Вакуумный фотоэлемент: устройство, физические основы работы, вольт-амперная характеристика, применение.</p> <p>6. Корпускулярно-волновой дуализм: гипотеза де Бройля, опыты по дифракции фотонов и электронов, соотношение неопределённостей Гейзенберга.</p> <p>7. Опыт Лебедева по измерению давления света: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение для истории физики.</p> <p>8. Различные модели атома и их применение.</p> <p>9. Получение и исследование сплошного (непрерывного) и линейчатого спектров.</p> <p>10. Лазеры: устройство, физические основы работы, типы, применение</p>			
Физика атомного ядра. Элементарные частицы	9	12	[Обсуждать вклад отечественных и зарубежных учёных в развитие физики атомного ядра и элементарных частиц.]
Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы. Удельная энергия связи атомного ядра	1	2	Повторять протонно-нейтронную модель атомного ядра.
Радиоактивность. Радиоактивные превращения. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада	1	1	Понимать смысл понятий и величин, используемых в физике атомного ядра: массового и зарядового чисел, удельной энергии связи атомного ядра, радиоактивного распада, периода полураспада, активности радиоактивного образца, ядерных реакций, ионизирующего излучения.
Период полураспада. Закон радиоактивного распада	1	1	
Ядерные реакции	1	1	Приводить примеры изотопов водорода.

<p>Ядерная энергетика. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Термоядерные реакции</p> <p>Ионизирующее излучение и его биологическое действие. Дозиметрия</p> <p>Элементарные частицы и их преобразования. Фундаментальные взаимодействия.</p> <p>[Решение задач]</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Изучение треков заряженных частиц по фотографиям.</p> <p>[2. Измерение естественного радиационного фона]</p> <p><i>Контрольная работа № 4 [№ 5]</i></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Рассматривать свойства ядерных сил, сильное (ядерное) взаимодействие нуклонов.</p> <p>Анализировать график зависимости удельной энергии связи атомного ядра от числа нуклонов в нём (массового числа).</p> <p>Изучать схему установки для исследования радиоактивного излучения.</p> <p>Понимать физическую природу альфа-, бета- и гамма-излучений.</p> <p>Применять правила смещения для объяснения альфа-распада и бета-распада (электронный распад).</p> <p>Изучать закон радиоактивного распада.</p> <p>Анализировать график зависимости числа радиоактивных ядер от времени для изотопа с периодом полураспада $T_{1/2}$.</p> <p>[Понимать статистический характер закона радиоактивного распада.]</p> <p>Изучать различные типы ядерных реакций.</p> <p>Записывать ядерные реакции, используя законы сохранения зарядового и массового чисел.</p> <p>[Рассчитывать энергетический выход ядерных реакций.]</p> <p>Объяснять цепную ядерную реакцию, устройство ядерного реактора по схемам.</p> <p>Обсуждать условия протекания управляемой цепной ядерной реакции, используя понятие критической массы, экологические проблемы, связанные с использованием атомных</p>
--	---	---	---

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>электростанций, условия протекания термоядерных реакций.</p> <p>Объяснить биологическое действие ионизирующего излучения, используя понятия поглощённой дозы излучения и эквивалентной дозы.</p> <p>Обсуждать источники естественного радиационного фона, меры предосторожности при работе с радиоактивными веществами.</p> <p>[Измерять естественный радиационный фон.]</p> <p>Приводить примеры фундаментальных частиц.</p> <p>Различать свойства элементарных частиц.</p> <p>Изучать треки заряженных частиц по фотографиям.</p> <p>[Познакомиться с классификацией элементарных частиц (по их массе).]</p> <p>Описывать фундаментальные взаимодействия</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Счётчики ионизирующих излучений и трековые детекторы.</p> <p>2. Схема цепной ядерной реакции.</p> <p>3. Дозиметр.</p> <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Из истории открытия элементарных частиц: электрона, протона, нейтрона, позитрона.</p> <p>2. Из истории открытия изотопов.</p>			

3. Изучение свойств ядерных сил.
4. Ядерные реакторы: устройство, физические основы работы, применение.
5. Вклад Э. Ферми и И. В. Курчатова в создание ядерной энергетики.
6. Аварии на АЭС. Обеспечение радиационной безопасности.
7. Методы защиты от ионизирующего излучения

Элементы астрофизики	4	8	Познакомиться с предметом и методами исследования астрофизики.
Вселенная и её объекты. Определение расстояний до небесных тел	1	1	Приводить примеры объектов Вселенной.
Строение Галактики. Закон Хаббла. Расширение Вселенной и её эволюция	1	2	Оценивать расстояния до различных космических объектов, используя такие понятия, как парсек, световой год, астрономическая единица.
Физическая природа Солнца и звёзд. Эволюция звёзд. Солнечная активность и её влияние на Землю	1	2	Рассматривать метод параллакса, радиолокационный метод для измерения расстояний до космических объектов.
Физическая природа тел Солнечной системы. Заключение [Решение задач]	1	1	Описывать строение нашей Галактики. Формулировать закон Хаббла и понимать физический смысл постоянной Хаббла. Познакомиться с гипотезой Большого взрыва. Сравнить звёзды, используя следующие параметры: размер, масса, температура поверхности.
			[Понимать, что эволюция звезды определяется массой её ядра. Познакомиться с особенностями нейтронных звёзд, пульсаров, чёрных дыр.] Объяснять физические процессы, происходящие на Солнце.

Основное содержание	Количество часов по вариантам		Основные виды учебной деятельности
	I	II	
			<p>Изучать строение солнечной атмосферы, проявления солнечной активности и её влияние на протекание процессов на Земле. [Обсуждать гипотезу происхождения Солнечной системы.]</p> <p>Рассматривать физическую природу планет земной группы, планет-гигантов и малых тел Солнечной системы, используя их параметры.</p> <p>[Решать задачи на определение расстояний до космических объектов и использование закона Хаббла.</p> <p>Обсуждать исторические этапы развития физической картины мира.]</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Астрономические наблюдения. 2. Знакомство с созвездиями и наблюдение суточного вращения звёздного неба. 3. Наблюдение движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы Кеплера и движение планет Солнечной системы. 2. Радиолокационный метод определения расстояний до тел Солнечной системы: физическая сущность и применение. 			

3. Звёзды: основные характеристики, спектральные классы, эволюция.
4. Из истории открытия фраунгоферовых линий.
5. Проявления солнечной активности и их влияние на протекание процессов на Земле.
6. Наблюдение за фазами Луны, лунного ландшафта.
7. Планеты Солнечной системы: химический состав атмосферы, внутреннее строение, рельеф, естественные спутники, магнитное поле

Итого	68	100
Резерв времени	2	5
Всего	70	105

Тематическое планирование

10 класс. Углублённый уровень

(5 часов в неделю)

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Научный метод познания	6	Обсуждать объекты изучения физики, современные проблемы физики как науки.
Физика и уровни познания природы. Научный метод познания и методы исследования физических явлений. Научные гипотезы	1	Изучать эмпирический и теоретический методы исследования природы, их взаимосвязь и общие логические формы.
Метод моделирования. Физические законы. Границы применимости физических законов. Физические теории. Структурные элементы физической теории. Элементы физической картины мира	1	Рассматривать схему естественно-научного метода познания (метода Галилея) и применять его к исследованию свободного падения тел. Выдвигать научные гипотезы при исследовании физических явлений и процессов. Наблюдать и моделировать физические явления и процессы.
Измерение физических величин. Международная система единиц. Погрешности измерений физических величин	2	Рассматривать виды теоретических моделей в физике, приводить их примеры. Выделять фундаментальные физические теории. Описывать структурные элементы физической теории.
Решение задач	2	

		<p>Измерять и находить физические величины с учётом абсолютной и относительной погрешностей прямого измерения.</p> <p>Рассчитывать относительные погрешности косвенных измерений физических величин.</p> <p>Конструировать таблицы и схемы, обобщающие учебный материал о физических явлениях, законах, теориях.</p> <p>Объяснять различия между теоретическими и материальными моделями.</p> <p>Интерпретировать физические теории на основе идей, понятий, законов и принципов, входящих в физическую картину мира</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Примеры фундаментальных экспериментов, входящих в эмпирический базис физической теории: опыты Галилея, броуновское движение, опыт Эрстеда, опыты Ньютона по дисперсии света и др. 2. Теоретические и материальные модели в физике. 3. Примеры измерительных приборов. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод Галилея: история создания, применение, значение для развития физики. 2. Теоретические модели в механике, молекулярной физике, электродинамике и квантовой физике. 3. Погрешности измерений физических величин: виды, причины возникновения, расчёт. 4. Измерение времени между ударами пуляса 		
<p>Основы кинематики</p>	<p>16</p>	<p>Изучать способы описания механического движения и применять их при решении задач.</p>
<p>Механическое движение. Система отсчёта. Способы описания движения.</p>	<p>2</p>	<p>Исследовать зависимость формы траектории движения тела от выбора системы отсчёта.</p>

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>Поступательное движение. Траектория движения. Путь. Перемещение. Равномерное прямолинейное движение. Скорость</p> <p>Относительность механического движения. Закон сложения (преобразования) скоростей. Относительные и инвариантные величины. Графики движения</p> <p>Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость. Мгновенная скорость при прямолинейном и криволинейном движении</p> <p>Равноускоренное прямолинейное движение. Ускорение. Свободное падение тел. Перемещение при равноускоренном прямолинейном движении</p> <p>Криволинейное движение. Угловая скорость. Равномерное движение по окружности. Центробежная сила. Ускорение. Координатный способ описания движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p>	<p>Формулировать правило определения знака проекции векторной величины.</p> <p>Изучать основные физические величины кинематики: перемещение, скорость, ускорение.</p> <p>Наблюдать относительность механического движения.</p> <p>Формулировать закон сложения (преобразования) скоростей.</p> <p>Получать формулы преобразования перемещений и скоростей при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую.</p> <p>Понимать различия между относительными и инвариантными величинами в физике.</p> <p>Измерять модуль перемещения, скорости, ускорения тела.</p> <p>Представлять результаты измерений и вычислений в виде уравнений (формул), графиков, таблиц.</p> <p>Записывать формулу определения средней скорости равномерного движения, уравнение равномерного прямолинейного движения тела, уравнение равноускоренного прямолинейного движения тела.</p>

<p>Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение модуля ускорения тела при равноускоренном прямолинейном движении.</p> <p>2. Изучение равноускоренного прямолинейного движения тела на модели.</p> <p>3. Исследование движения тела, брошенного горизонтально.</p> <p>4. Исследование равномерного движения тела по окружности</p> <p><i>Контрольная работа № 1</i></p>	<p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Объяснять направление вектора мгновенной скорости при прямолинейном и криволинейном движениях.</p> <p>Познакомиться с методом предельного перехода при изучении мгновенной скорости неравномерного движения тела.</p> <p>Наблюдать и моделировать равномерное и равноускоренное прямолинейное движения тела.</p> <p>Получать и анализировать уравнения движения тел.</p> <p>Исследовать равноускоренное прямолинейное движение (на примере свободного падения тел), движение тела, брошенного горизонтально, равномерное движение тела по окружности.</p> <p>Использовать графический метод определения проекции перемещения тела при равноускоренном прямолинейном движении.</p> <p>Читать и строить графики зависимости проекции перемещения тела от времени, проекции скорости движения от времени при равномерном и равноускоренном прямолинейном движениях.</p> <p>Понимать смысл основных физических величин, характеризующих равномерное движение тела по окружности: периода и частоты обращения, угловой скорости, линейной скорости, центростремительного ускорения.</p> <p>Выводить и анализировать формулу определения центростремительного ускорения тела.</p> <p>Использовать координатный способ описания движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.</p>
--	---	---

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость траектории, пути, перемещения, скорости движения от выбора системы отсчёта. 2. Сложные движений. 3. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движения. 4. Пример неравномерного движения. 5. Свободное падение тел в трубке Ньютона. 6. Движение тела, брошенного горизонтально. 7. Движение тел при стробоскопическом освещении. 8. Равномерное движение по окружности. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построение и анализ графиков движения тела. 2. Относительность механического движения. 3. Изучение сложения движений. 4. Измерение скорости движения спидометром. 5. Измерение скорости неравномерного движения тела. 6. Исследование свободного падения тел. 7. Измерение высоты подъёма тела при свободном падении. 8. Изучение равномерного движения тела по окружности. 9. Аналитический и графический способы решения задач по кинематике 		<p>Применять основные понятия и формулы кинематики к решению задач, решать основную задачу механики</p>

Динамика	17	Познакомиться с историческими этапами становления и развития динамики.
<p>Опыты Галилея. Закон инерции — первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Геоцентрическая и гелиоцентрическая системы отсчёта</p> <p>Инертность. Масса тела. Плотность вещества. Способы измерения массы</p> <p>Сила. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил</p> <p>Взаимодействие тел. Третий закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Законы Ньютона в неинерциальных системах отсчёта</p> <p>Гравитационные силы. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения. Опыт Кавендиша. Сила тяжести. Движение тела, брошенного под углом к горизонту</p> <p>Деформации. Сила упругости. Закон Гука. Силы упругости в твёрдых, жидких и газообразных телах</p> <p>Вес тела. Перегрузки. Невесомость</p> <p>Силы трения. Коэффициент трения скольжения. Сила сопротивления среды</p> <p>Решение задач</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>3</p>	<p>Понимать смысл таких физических моделей, как материальная точка, инерциальная система отсчёта. Наблюдать движение тел в инерциальных системах отсчёта.</p> <p>Различать инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.</p> <p>Анализировать геоцентрическую и гелиоцентрическую системы отсчёта.</p> <p>Наблюдать инертность тел в опыте с вращающимися металлическими цилиндрами, надетыми на стержень центробежной машины.</p> <p>Измерять массу тела разными способами.</p> <p>Познакомиться со свойством аддитивности массы.</p> <p>Приводить формулировки законов Ньютона.</p> <p>Сравнивать формулировку второго закона Ньютона, данную автором, с одной из современных формулировок этого закона.</p> <p>Использовать законы Ньютона для описания движения и взаимодействия тел в инерциальных системах отсчёта.</p> <p>Изучать принцип суперпозиции сил.</p> <p>Формулировать принцип относительности Галилея.</p> <p>Записывать и анализировать второй закон Ньютона для поступательного прямолинейного движения тела в неинерциальной системе.</p>

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение жёсткости пружины.</p> <p>2. Измерение коэффициента трения скольжения.</p> <p>[3. Исследование движения тела, брошенного под углом к горизонту]¹</p> <p><i>Контрольная работа № 2</i></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Познакомиться с историей установления закона всемирного тяготения.</p> <p>Приводить формулировки законов Кеплера, закона всемирного тяготения, закона Гука.</p> <p>Устанавливать связь между законами Ньютона и законами Кеплера.</p> <p>Изучать схему опыта Кавендиша.</p> <p>Рассматривать движение тела, брошенного под углом к горизонту.</p> <p>Анализировать экспериментальный график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины.</p> <p>Изучать виды деформаций, проявления упругих свойств твёрдых, жидких и газообразных тел.</p> <p>Различать силу тяжести и вес тела, силу трения покоя и силу трения скольжения.</p> <p>Определять модуль веса тела, находящегося в лифте, движущемся с ускорением.</p> <p>Обсуждать явление перегрузки и смысл коэффициента перегрузки.</p> <p>Объяснять и приводить примеры явления невесомости.</p> <p>Различать виды сил трения, приводить их примеры.</p>

		<p>Понимать смысл коэффициента трения скольжения и приводить его значения для некоторых материалов.</p> <p>Измерять модули сил тяжести, упругости, трения скольжения прямым и косвенным способами.</p> <p>Анализировать зависимость модуля силы сопротивления среды от модуля скорости тела относительно среды.</p> <p>Применять основные понятия, формулы и законы динамики к решению задач.</p> <p>Решать задачи на определение сил, действующих на тело (транспорт) при его движении, например на поворотах, на выпуклых и вогнутых поверхностях мостов</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Явление инерции. 2. Взаимодействие двух связанных тел, движущихся равномерно по окружности на центробежной машине. 3. Измерение сил, действующих на катки разной массы, прикреплённые одним концом к пружине, а другим — к рейке вращающегося диска. 4. Измерение массы тела. 5. Взаимодействие двух тел. 6. Взаимодействие двух тел посредством третьего тела. 7. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. 8. Деформация сдвига, кручения, сжатия и растяжения. 		

¹ В квадратных скобках указаны дополнительные фронтальные лабораторные работы, которые могут быть выполнены за счёт резерва учебного времени.

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>9. Зависимость силы упругости от деформации пружины.</p> <p>10. Вес тела при движении опоры с ускорением.</p> <p>11. Явление невесомости.</p> <p>12. Измерение сил трения.</p> <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Исследование Г. Галилеем движения тел по наклонной плоскости.</p> <p>2. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.</p> <p>3. Изучение инертности тел.</p> <p>4. Сложение сил, направленных вдоль одной прямой и под углом друг к другу.</p> <p>5. Законы Ньютона: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.</p> <p>6. Из истории становления и развития принципа относительности.</p> <p>7. Закон всемирного тяготения: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.</p> <p>8. Опыт Кавендиша по определению значения гравитационной постоянной: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.</p> <p>9. Изучение движения тела, брошенного под углом к горизонту. Баллистика.</p> <p>10. Виды упругих деформаций.</p> <p>11. Силы упругости в твёрдых телах, жидкостях и газах.</p> <p>12. Исследование явления невесомости.</p> <p>13. Силы трения: виды, причины возникновения, примеры проявления.</p> <p>14. Изучение сил сопротивления среды.</p> <p>15. Экспериментальное исследование независимости сил трения покоя от площади соприкасающихся тел</p>		

Законы сохранения в механике	13	
Импульс тела (материальной точки). Импульс тела и второй закон Ньютона	1	Познакомиться с историческими этапами становления и развития законов сохранения в механике, анализировать фрагменты работ Р. Декарта и Х. Гюйгенса.
Замкнутая система тел. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Из истории развития космонавтики	2	Получать и формулировать закон Ньютона в импульсной форме. Сравнивать изменение импульсов двух тел по графику.
Механическая работа. Мощность	1	Объяснять условие безопасного прыжка спортсмена с определённой высоты.
Работа силы тяжести, силы упругости и силы трения	1	Измерять импульс тела косвенным способом.
Механическая энергия. Кинетическая энергия. Теорема о кинетической энергии. Тормозной путь автомобиля	1	Понимать смысл физической модели «замкнутая система тел», понятий «внутренние силы» и «внешние силы».
Потенциальные силы. Потенциальная энергия. Теорема о потенциальной энергии. Выбор нулевого уровня потенциальной энергии	1	Получать закон сохранения импульса, используя законы Ньютона (для замкнутой системы тел, движущихся в инерциальных системах отсчёта). Наблюдать изменения импульса тел при их упругом соударении.
Закон сохранения полной механической энергии	1	Объяснять реактивное движение на основе закона сохранения импульса.
Абсолютно неупругое и абсолютно упругое столкновения тел	1	Обсуждать вклад отечественных и зарубежных учёных в развитие космонавтики.
Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i>	3	Записывать и анализировать формулу определения работы постоянной силы для общего случая.
1. Исследование свойства сохранения полной механической энергии в замкнутой системе тел.	1	Характеризовать производительность машин и двигателей, используя понятие мощности. Объяснять зависимость скорости движения транспортных средств от мощности двигателя.

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>[2. Сравнение масс взаимодействующих тел (шаров). 3. Измерение модуля мгновенной скорости движения тела двумя способами]</p>		<p>Записывать формулы определения работы силы упругости и силы тяжести. Объяснять зависимость работы силы трения от формы траектории движения тела и независимость работы силы упругости и силы тяжести от траектории движения тела. Записывать формулы определения кинетической энергии тела, потенциальной энергии взаимодействия тела и Земли, потенциальной энергии упруго деформированной пружины. Обосновывать выбор нулевого уровня потенциальной энергии при решении конкретных физических задач. Устанавливать связь между работой постоянной силы и изменением кинетической энергии тела, работой постоянной силы и изменением потенциальной энергии системы тел. Наблюдать изменения положения тела и потенциальной энергии, скорости движения тела и кинетической энергии. Рассчитывать тормозной путь автомобиля, используя теорему о кинетической энергии. Приводить примеры потенциальных и непотенциальных сил.</p>

		<p>Получать и анализировать формулу определения потенциальной энергии тел, взаимодействующих силами тяготения.</p> <p>Измерять работу постоянной силы, кинетическую и потенциальную энергии косвенным способом.</p> <p>Получать закон сохранения механической энергии на основе теорем о кинетической и потенциальной энергии (для замкнутой системы тел, движущихся в инерциальных системах отсчёта).</p> <p>Выводить формулу определения второй космической скорости и рассчитывать её модуль.</p> <p>Объяснять абсолютно неупругое и абсолютно упругое столкновения тел, используя законы сохранения в механике.</p> <p>Применять законы сохранения импульса и полной механической энергии к решению задач</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Закон сохранения импульса. 2. Реактивное движение (на модели ракеты). 3. Измерение работы силы тяжести, силы упругости и силы трения. 4. Кинетическая энергия движущегося тела. 5. Потенциальная энергия взаимодействующих тел. 6. Превращение механической энергии во внутреннюю энергию тела. 7. Столкновения тел (шаров). <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы сохранения в механике: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 		

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>2. Экспериментальные обоснования закона сохранения импульса.</p> <p>3. Изучение реактивного движения на модели ракеты.</p> <p>4. Из истории развития космонавтики.</p> <p>5. Изучение механической работы и мощности.</p> <p>6. Изучение движения тел под действием сил трения. Тормозной путь автомобиля.</p> <p>7. Изменение потенциальной энергии взаимодействующих тел и выбор нулевого уровня.</p> <p>8. Закон сохранения полной механической энергии: теоретические и экспериментальные обоснования.</p> <p>9. Космические скорости ракет.</p> <p>10. Применение законов сохранения в механике</p>		
<p>Вращательное движение твёрдого тела</p>	5	<p>Понимать особенности вращательного движения твёрдого тела с закреплённой осью и равноускоренного движения тела по окружности.</p> <p>Изучать основные физические величины, характеризующие вращательное движение твёрдого тела с закреплённой осью и движение тела по окружности: угловую скорость вращения твёрдого тела, угловое ускорение, угол поворота при вращательном движении с постоянным угловым ускорением, центростремительное и тангенциальное ускорения, момент инерции, момент импульса, кинетическую энергию вращающегося твёрдого</p>
<p>Вращательное движение твёрдого тела с закреплённой осью. Угловая скорость вращения твёрдого тела. Угловое ускорение. Равноускоренное движение тела по окружности. Ускорение тела при равноускоренном движении по окружности</p> <p>Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела. Момент импульса.</p>	1	
	2	

<p>Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальная лабораторная работа</i></p> <p>[Измерение модуля скорости скатывания цилиндра с наклонной плоскости]</p>	<p>2</p>	<p>тела, кинетическую энергию плоского движения твёрдого тела.</p> <p>Определить момент инерции однородной гантели, состоящей из двух равных грузов, соединённых упругим стержнем.</p> <p>Приводить формулы для определения моментов инерции некоторых тел.</p> <p>Получать и анализировать уравнение движения тела по окружности, основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела, закон сохранения момента импульса.</p> <p>Применять закон сохранения момента импульса для объяснения опытов со скамьёй Жуковского.</p> <p>Применять основные понятия и формулы вращательного движения твёрдого тела и равноускоренного движения тела по окружности к решению задач</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поступательное и вращательное движения твёрдых тел. 2. Равноускоренное движение тела по окружности. 3. Закон сохранения момента импульса. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналогия между поступательным и вращательным движениями твёрдого тела. 2. Вывод формул для определения моментов инерции некоторых тел. 3. Закон сохранения момента импульса: теоретические и экспериментальные обоснования. 4. Центробежный регулятор (регулятор Уатта): устройство, физические основы работы, применение 		

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Статика. Законы гидростатики и аэростатики	6	Применять при объяснении равновесия тел такие физические модели, как абсолютно твёрдое тело, центр масс, центр тяжести тела.
Условия равновесия материальной точки и твёрдого тела. Виды равновесия	1	Формулировать и объяснять условие равновесия материальной точки, первое условие равновесия твёрдого тела как условие неподвижности центра масс тела, второе условие равновесия твёрдого тела, используя понятие момента силы.
Простые механизмы. Условие равновесия рычага. Коэффициент полезного действия (КПД) механизмов и машин	1	Объяснять поворот рулевого колеса автомобиля под действием пары сил.
Давление. Закон Паскаля. Атмосферное давление. Закон Архимеда. Условие плавания тел	1	Приводить примеры видов равновесия твёрдых тел, простых механизмов.
Ламинарное и турбулентное движение жидкости. Закон сохранения энергии в динамике жидкости и газа	1	Формулировать условие равновесия рычага. Применять условие равновесия рычага для объяснения действия различных инструментов, используемых в технике и в быту.
Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i>	1	Подтверждать экспериментально преобразования сил и движений с помощью простых механизмов.
[1. Измерение коэффициента полезного действия наклонной плоскости. 2. Измерение атмосферного давления]	1	Теоретически доказывать, что, используя простой механизм, можно выиграть или в силе, или в расстоянии (на примере наклонной плоскости).
<i>Контрольная работа № 3</i>	1	Вычислять мощность и КПД механизмов и машин.

Решать задачи на применение «золотого правила» механики к равновесию сил, приложенных к подвижным и неподвижным блокам.

Применять условия равновесия твёрдых тел к решению задач.

Исследовать устройство и действие полиспаста.

Формулировать и объяснять на основе экспериментов закон Паскаля и закон Архимеда.

Объяснять опыт Торричелли по обнаружению атмосферного давления.

Измерять атмосферное давление с помощью барометра-анероида.

Наблюдать и анализировать действие архимедовой силы.

Измерять модуль архимедовой силы с помощью динамометра с учётом погрешностей измерений.

Решать задачи на применение законов Паскаля и Архимеда.

Объяснять с помощью законов гидр- и аэростатики условие плавания тел (подводных лодок, воздушных шаров, дирижаблей и других морских и воздушных судов).

Определить объём полости в теле с помощью законов Ньютона и Архимеда.

Рассматривать ламинарное и турбулентное движения жидкости.

Записывать и анализировать уравнение Бернулли для стационарного течения идеальной несжимаемой жидкости (ламинарного течения газа).

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Примеры простых механизмов. 2. Условие равновесия рычага. 3. «Золотое правило» механики. 4. Закон Паскаля (опыты с шаром Паскаля). 5. Давление внутри жидкости, на стенки и дно сосуда. 6. Опыт по обнаружению атмосферного давления. 7. Измерение атмосферного давления. 8. Устройство и действие жидкостного манометра, ареометра. 9. Действие силы Архимеда. 10. Закон Архимеда (опыты с ведёрком Архимеда). 11. Условие плавания тел. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Экспериментальная проверка теорем Архимеда о равновесии плоских фигур. 2. Простые механизмы: виды, физические основы работы, примеры применения. 3. Определение КПД наклонной плоскости и подвижного блока. 4. Исследование действия полиспаста и его характеристик. 5. Закон Паскаля: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 		<p>Обсуждать структурные элементы классической механики, границы применимости физических законов, используемых в этой теории</p>

<p>6. Опыт Торричелли по измерению атмосферного давления: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.</p> <p>7. Приборы для измерения атмосферного давления.</p> <p>8. Закон Архимеда: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.</p> <p>9. Экспериментальное исследование условия плавления тел.</p> <p>10. Из истории развития воздухоплавания.</p> <p>11. Применение и учёт условий равновесия твёрдого тела, законов гидростатики и аэростатики на транспорте.</p> <p>12. Уравнение Бернулли: математическая запись, формулировка, физическая сущность, примеры применения.</p> <p>13. Анализ структурных элементов механики как фундаментальной физической теории</p>	<p>7</p>	<p>Формулировать основные положения молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Рассматривать такие характеристики молекул, как размеры молекул, количество вещества, число Авогадро, относительная молекулярная масса и молярная масса.</p> <p>Понимать смысл и знать числовые значения постоянной Авогадро и атомной единицы массы.</p> <p>Оценивать размеры молекул (на примере растительного масла).</p> <p>Наблюдать броуновское движение и явление диффузии.</p> <p>Объяснять взаимодействие частиц вещества на основе моделей строения газов, жидкостей и твёрдых тел.</p>
<p>Методы изучения тепловых явлений. Температура</p> <p>Основные положения молекулярно-кинетической теории. Строение вещества. Масса и размеры молекул. Постоянная Авогадро. Тепловое движение частиц вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств веществ на основе этих моделей. Закон Дальтона</p> <p>Идеальный газ. Статистический метод описания теплового движения.</p>	<p>2</p>	<p>2</p>

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>Распределение молекул газа по скоростям</p> <p>Термодинамический метод. Термодинамическое равновесие. Равновесный термодинамический процесс. Температура. Шкала Цельсия. Идеальная газовая шкала. Термодинамическая (абсолютная) шкала температур. Абсолютная температура</p>	1	<p>Изучать закон кратных отношений Дальтона и обосновывать его важность для подтверждения атомно-молекулярной гипотезы.</p> <p>Понимать смысл таких физических моделей, как идеальный газ, термодинамическая система, равновесное состояние системы, равновесный процесс.</p> <p>Анализировать модель идеального газа, исходя из статистического метода.</p>
<p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальная лабораторная работа</i></p> <p>[Оценка размеров молекул масла]</p>	2	<p>Изучать понятия случайного события, вероятности случайного события, макро- и микросостояний и использовать их для характеристики распределения частиц идеального газа по объёму сосуда.</p> <p>Описывать распределение молекул газа по скоростям, используя диаграмму, графики и механическую модель — доску Гальтона.</p> <p>Описывать хаотичность молекулярного движения, используя вероятностно-статистические понятия.</p> <p>Анализировать график зависимости распределения броуновских частиц в эмульсии от высоты, полученный по результатам опыта Перрена.</p> <p>Рассматривать составляющие термодинамического метода на примере температуры.</p>

		<p>Изучать понятие температуры как параметра равновесного состояния термодинамической системы.</p> <p>Измерять температуру тел термометром с учётом погрешностей измерения.</p> <p>Устанавливать связи между макроскопическими и микроскопическими параметрами термодинамической системы.</p> <p>Объяснять устройство и действие газового термометра как прибора для прямого измерения температуры термодинамической системы.</p> <p>Обсуждать преимущества и недостатки идеальной газовой шкалы.</p> <p>Выражать значения температуры тела с помощью шкалы Цельсия, термодинамической шкалы температур.</p> <p>Анализировать общие составляющие термодинамического метода и естественнонаучного метода познания</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Модель хаотического движения молекул газа. 2. Модель броуновского движения. 3. Диффузия в жидкостях и в газах. 4. Доска Гальтона. 5. Термоскоп Галилея. 6. Измерение температуры тел термометром. 7. Газовый термометр. 8. Температурные шкалы. 		

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Основные виды учебной деятельности</p>
<p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Статистический и термодинамический методы в молекулярной физике. 2. Опыт Перрена по изучению теплового движения частиц. 3. Экспериментальные исследования явления диффузии в твёрдых телах, жидкостях и газах. 4. Закон кратных отношений Дальтона и его значение в становлении молекулярно-кинетической теории. 5. Распределение молекул газа по скоростям как пример статистической закономерности. 6. Конструирование доски Гальтона. 7. Температурные шкалы: история изобретения, принцип построения, применение. 8. Способы измерения температуры и учёт погрешностей измерений 		
<p>Молекулярно-кинетическая теория идеального газа</p> <p>Тепловое движение молекул газа. Опыт Штерна. Средняя квадратичная скорость и средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа</p> <p>Основное уравнение молекулярно-кинетической теории</p> <p>Температура и средняя кинетическая энергия молекул. Постоянная Больцмана</p>	<p>11</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Обсуждать вклад учёных в развитие молекулярно-кинетической теории идеального газа. Изучать опыт Штерна по измерению скоростей теплового движения частиц. Понимать смысл таких понятий, как средняя квадратичная скорость, средняя скорость, наиболее вероятная скорость, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа. Анализировать результаты опыта Штерна, используя график распределения молекул газа по скоростям при определённой температуре. Получать выражение, связывающее средний квадрат проекции скорости и среднее значение квадрата скорости поступательного движения молекул.</p>

<p>Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона — Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа</p> <p>Молекулярно-кинетическая теория и газовые законы</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Экспериментальная проверка закона Бойля — Мариотта.</p> <p>[2. Экспериментальная проверка уравнения состояния идеального газа]</p> <p><i>Контрольная работа № 4</i></p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Объяснять тепловое движение молекул идеального газа с помощью средней кинетической энергии их поступательного движения.</p> <p>Анализировать результаты опыта Штерна исходя из распределения молекул газа по скоростям, полученного теоретически Дж. Максвеллом.</p> <p>Описывать и объяснять условия, удовлетворяющие модели идеального газа.</p> <p>Анализировать основное уравнение молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Выводить основное уравнение молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Исследовать зависимость давления идеального газа от концентрации молекул и их средней кинетической энергии с помощью механической модели.</p> <p>Устанавливать связь между средней кинетической энергией поступательного движения молекул идеального газа и температурой.</p> <p>Знать значение постоянной Больцмана и универсальной газовой постоянной.</p> <p>Получать и исследовать зависимость давления идеального газа от концентрации его молекул и абсолютной температуры.</p> <p>Устанавливать связь между основными макроскопическими параметрами идеального газа при изопротессах.</p> <p>Выводить уравнение состояния идеального газа.</p> <p>Понимать физический смысл понятия внутренней энергии идеального газа.</p>
--	--	--

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Определять внутреннюю энергию идеального одноатомного газа.</p> <p>Объяснять изотермический, изохорный, изобарный процессы с точки зрения молекулярно-кинетической теории.</p> <p>Анализировать графики изопроцессов.</p> <p>Решать задачи на применение основного уравнения молекулярно-кинетической теории, уравнения состояния идеального газа, газовых законов.</p> <p>Обсуждать структурные элементы молекулярно-кинетической теории идеального газа, границы применимости физических законов, используемых в этой теории</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Модель опыта Штерна (с помощью вращающегося диска и принадлежностей; комплекта «Вращательное движение»).</p> <p>2. Механическая модель, иллюстрирующая зависимость давления идеального газа от концентрации частиц.</p> <p>3. Изменение давления газа с изменением температуры при постоянном объёме, изменение объёма газа с изменением температуры (при постоянном давлении) и с изменением давления (при постоянной температуре).</p> <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Опыт Штерна по измерению скоростей теплового движения молекул: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.</p>		

2. Вклад Р. Клаузиуса в становление молекулярно-кинетической теории идеального газа.
3. Газовые законы: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики.
4. Исследование изопроцессов с помощью прибора для изучения газовых законов — силфона

Основы термодинамики	10	Обсуждать вклад учёных в развитие термодинамики.
Внутренняя энергия термодинамической системы. Адиабатический процесс. Работа идеального газа в термодинамике	1	Приводить примеры термодинамических систем. Обобщить понятие внутренней энергии макроскопической системы с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
Количество теплоты. Опыт Джозуэ. Первый закон термодинамики. Удельная теплоёмкость вещества	1	Обсуждать равновесное состояние системы, равновесный процесс как идеализованные объёмы термодинамики.
Применение первого закона термодинамики к изопроцессам	1	Наблюдать и экспериментально исследовать изменение внутренней энергии термодинамической системы при совершении работы внешними силами, против внешних сил, а также при теплообмене.
Тепловой двигатель. КПД теплового двигателя. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно	2	Наблюдать и экспериментально исследовать изменение внутренней энергии термодинамической системы за счёт механической работы при адиабатическом процессе.
Виды тепловых двигателей. Холодильные машины. Холодильный коэффициент холодильника. Экологические проблемы использования тепловых двигателей	2	Определять работу идеального газа при изобарном процессе с помощью графиков в координатах $p - V$.
Решение задач	3	Анализировать графики адиабатического и изотермического процессов. Изучать схему опыта Джоуля.

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Формулировать первый закон термодинамики как закон сохранения энергии для тепловых процессов.</p> <p>Записывать уравнение первого закона термодинамики и формулу определения удельной теплоёмкости вещества.</p> <p>Изучать первый закон термодинамики на примере двух термодинамических систем с теплопроводящей границей, находящихся в адиабатической оболочке.</p> <p>Применять первый закон термодинамики к объяснению изопроцессов.</p> <p>Рассматривать устройство и принцип действия теплового двигателя по схеме.</p> <p>Приводить формулировки второго закона термодинамики.</p> <p>Объяснять тепловые процессы с помощью второго закона термодинамики.</p> <p>Обсуждать гипотетические устройства — вечный двигатель первого рода и вечный двигатель второго рода.</p> <p>Приводить примеры обратимых и необратимых процессов.</p>

Интерпретировать статистический характер второго закона термодинамики, используя фрагмент работы Л. Больцмана.
Рассматривать цикл Карно.
Находить и сравнивать КПД тепловых двигателей.
Записывать формулу определения максимально возможного КПД идеального теплового двигателя.
Различать физическую модель (схема устройства и действия теплового двигателя) и техническую модель тепловой машины.
Познакомиться с различными видами тепловых двигателей, их устройством и физическими основами работы.
Рассматривать простейшую тепловую машину, работающую как холодильная установка.
Понимать смысл физической величины «холодильный коэффициент» и рассчитывать его значения для разных холодильных машин.
Рассматривать устройство и физические основы работы теплового насоса и кондиционера.
Обсуждать и оценивать экологические проблемы, связанные с использованием тепловых машин.
Решать задачи на применение первого закона термодинамики, составление уравнения теплового баланса.
Обсуждать структурные элементы термодинамики, границы применимости физических законов, используемых в этой теории

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение внутренней энергии термодинамической системы при совершении работы внешних сил (воздушное огниво) и против внешних сил (газ в пробирке). 2. Адиабатический процесс. 3. Примеры применения первого закона термодинамики к изопроцессам. 4. Различная удельная теплоёмкость металлов (прибор Тиндаля). 5. Модели тепловых двигателей. 6. Холодильные машины. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование термодинамической системы, в которой изменяется состояние газа при постоянном давлении (на модели). 2. Изучение адиабатического процесса. 3. Опыт Джоуля: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 4. Первый закон термодинамики: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 5. Исследование обратимых и необратимых тепловых процессов. 6. Второй закон термодинамики: формулировка, статистическая природа, анализ работы тепловых машин. 7. Исследование работы теплового двигателя за цикл (на модели). 8. Тепловые машины: виды, устройство, физические основы работы, значения КПД, применение. 9. Холодильные машины: виды, устройство, физические основы работы, применение. 10. Экологические проблемы использования тепловых машин: анализ и пути решения 		

<p>Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы</p>	<p>13</p>	<p>Сравнивать строение и свойства жидкостей и твёрдых тел.</p>
<p>Фаза. Насыщенный и ненасыщенный пары. Критическая температура. Опыты Авенариуса. Парообразование. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации жидкости. Кипение Влажность воздуха</p> <p>Поверхностное натяжение жидкости</p> <p>Явления смачивания и несмачивания. Капиллярные явления</p> <p>Кристаллические и аморфные тела. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления вещества</p> <p>Жидкие кристаллы. Наночастицы</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение относительной влажности воздуха.</p> <p>2. Определение удельной теплоты плавления льда.</p> <p>[3. Измерение коэффициента поверхностного натяжения воды]</p> <p><i>Контрольная работа № 5</i></p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Рассматривать фазовые переходы, происходящие между жидкостью и газом, жидкостью и твёрдым телом.</p> <p>Понимать физический смысл таких понятий, как насыщенный пар, ненасыщенный пар, критическая температура, температура кипения, удельная теплота парообразования и конденсации жидкости, абсолютная и относительная влажность воздуха, температура плавления, удельная теплота плавления вещества.</p> <p>Изучать опыты Авенариуса по исследованию критического состояния вещества.</p> <p>Анализировать изотермы водяного пара, сжимаемого изотермически, при разных значениях температуры.</p> <p>Объяснять устройство и физические основы работы конденсационного и волосного гигрометров, сосуда Дьюара.</p> <p>Измерять влажность воздуха с помощью психрометра.</p> <p>Вычислять относительную влажность воздуха.</p> <p>Обсуждать роль влажности воздуха в жизни человека.</p> <p>Анализировать условие перехода вещества из газообразной фазы в жидкую фазу.</p> <p>Исследовать с помощью графиков процессы кипения воды и плавления вещества.</p>

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Наблюдать и объяснять особенности поверхностного слоя жидкости.</p> <p>Понимать смысл и приводить формулы определения таких физических величин, как поверхностная энергия, коэффициент поверхностного натяжения, сила поверхностного натяжения.</p> <p>Анализировать зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры.</p> <p>Наблюдать возникновение силы поверхностного натяжения и получать формулу её определения.</p> <p>Объяснять направление вектора силы поверхностного натяжения.</p> <p>Рассчитывать коэффициент поверхностного натяжения жидкости.</p> <p>Приводить примеры проявления поверхностного натяжения и капиллярных явлений в природе.</p> <p>Наблюдать явления смачивания и несмачивания.</p> <p>Объяснять явления смачивания и несмачивания на основе молекулярно-кинетической теории, подъём смачивающей жидкости в капилляре.</p> <p>Получать и анализировать формулу определения высоты подъёма жидкости в капилляре.</p> <p>Сравнивать средние расстояния между частицами вещества в трёх его агрегатных состояниях.</p>

		<p>Наблюдать и объяснять анизотропию свойств монокристаллов, изотропию свойств поликристаллов. Рассматривать типы кристаллических решёток, виды твёрдых тел (по характеру расположения частиц). Наблюдать рост кристаллов. Измерять удельную теплоту плавления льда. Применять термодинамический и статистический методы при объяснении фазовых переходов. Изучать структуру, строение, свойства и области применения жидких кристаллов и наночастиц. Решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих фазовые переходы</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тепловое расширение жидкости. 2. Явление испарения. 3. Конденсация паров воды на стакане со льдом. 4. Постоянство температуры кипения жидкости при постоянном давлении. 5. Устройство психрометра и гигрометра. 6. Измерение относительной влажности воздуха с помощью психрометра. 7. Поверхностное натяжение жидкости. 8. Образование мыльных плёнок на каркасах разной формы. 9. Явления смачивания и несмачивания. 10. Капиллярные явления. 11. Образцы кристаллических и аморфных тел. 12. Модели кристаллических решёток. 13. Анизотропия монокристаллов. 14. Отсутствие анизотропии у аморфных тел. 15. Превращение вещества из твёрдого состояния в жидкое (на примере таяния льда). 		

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучение критического состояния вещества. 2. Опыты Авенариуса по исследованию критического состояния: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 3. Экспериментальное исследование фазовых переходов, происходящих между жидкостью и газом. 4. Сосуд Дьюара: устройство, физические основы работы, применение. 5. Измерение влажности воздуха разными способами. 6. Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости. 7. Получение и исследование мыльных плёнок на каркасах разной формы. 8. Исследование капиллярных явлений. 9. Поверхностное натяжение и капиллярные явления в природе. 10. Конструирование моделей кристаллических решёток. <ol style="list-style-type: none"> 11. Изучение анизотропии монокристаллов. 12. Исследование свойств аморфных тел. 13. Рост кристаллов. 14. Экспериментальное исследование процессов плавления и кристаллизации вещества. 15. Жидкие кристаллы: структура, свойства, применение. 16. Наночастицы: структура, свойства, применение. 17. Анализ структурных элементов молекулярной физики как фундаментальной физической теории 		

<p>Электромагнитное поле. Напряжённость электростатического поля</p>	<p>9</p>	<p>Рассматривать основополагающие идеи М. Фарадея и Дж. Максвелла, которые легли в основу электродинамики.</p>
<p>Электрический заряд и его свойства. Закон сохранения электрического заряда Взаимодействие электрических зарядов. Опыты Кулона. Закон Кулона — основной закон электростатики. Кулоновские силы Электростатическое поле. Напряжённость электростатического поля. Электростатические поля и их воздействие на организм человека Принцип суперпозиции электростатических полей Линии напряжённости электростатического поля. Однородное электростатическое поле Движение заряженной частицы в однородном электростатическом поле Решение задач</p>	<p>1 1 1 1 1 1 1 3</p>	<p>Обсуждать особенности электростатического поля как частного случая проявления электромагнитного поля в выбранной системе отсчёта. Анализировать свойства электрического заряда. Объяснять результаты опытов Грея и Дюфе по электростатике. Применять физическую модель «точечный заряд» при изучении электрических взаимодействий покоящихся заряженных тел. Формулировать закон сохранения электрического заряда и закон Кулона. Изучать закон сохранения электрического заряда в замкнутой системе с помощью электрометров. Рассматривать схему устройства крутильных весов Кулона. Определять направления векторов кулоновских сил. Наблюдать силовое действие электростатического поля на внесённый в него электрический заряд. Получать формулу определения модуля напряжённости электростатического поля, используя закон Кулона и законы Ньютона в инерциальной системе отсчёта. Объяснять направление вектора напряжённости электростатического поля в произвольной точке поля.</p>

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Обсуждать воздействие электростатических полей большой напряжённости на организм человека и меры защиты от них.</p> <p>Анализировать график зависимости модуля напряжённости электростатического поля от расстояния для равномерно заряженной сферы.</p> <p>Изучать экспериментально и формулировать принцип суперпозиции электростатических полей.</p> <p>Применять принцип суперпозиции электростатических полей к расчёту модуля напряжённости системы, состоящей из двух (и более) точечных неподвижных зарядов.</p> <p>Обсуждать свойства знаковой модели электростатического поля — линий напряжённости — и применять её при анализе картин электростатических полей.</p> <p>Изобразить однородное электростатическое поле с помощью линий напряжённости.</p> <p>Изучать движение заряженной частицы в однородном электростатическом поле, используя метод аналогий.</p> <p>Анализировать траекторию движения электрона между двумя отклоняющими пластинами электронно-лучевой трубки.</p>

		Решать задачи на применение закона Кулона, принципа суперпозиции электростатических полей, определение силовых характеристик электростатического поля
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электризация тел. 2. Два вида электрических зарядов. 3. Устройство и действие электрометра. 4. Закон сохранения электрического заряда. 5. Закон Кулона. 6. Картины электростатических полей. 7. Движение заряженной частицы в однородном электростатическом поле. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вклад У. Гильберта в изучение электрических и магнитных явлений. 2. Исследование свойств электрического заряда. 3. Экспериментальные работы С. Грея и Ш. Дюфа по электростатике. 4. Закон Кулона: история установления, примеры и границы применения, значение для развития физики. 5. Экспериментальное исследование принципа суперпозиции электростатических полей. 6. Исследование движения заряженной частицы в однородном электростатическом поле 		
Разность потенциалов. Энергия электростатического поля	11	Понимать физический смысл и записывать формулы определения энергетических характеристик электростатического поля: потенциальной энергии взаимодействия электрических зарядов, потенциала, разности потенциалов (напряжения), энергии электростатического поля заряженного конденсатора.
Потенциальная энергия заряда в однородном электростатическом поле. Работа сил однородного электростатического поля. Потенциальная энер-	1	

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>гия взаимодействия точечных неподвижных зарядов</p> <p>Потенциал электростатического поля и разность потенциалов (напряжение)</p> <p>Связь между напряжённостью электростатического поля и напряжённостью электрического поля и напряжённостью магнитного поля</p> <p>Проводники в электростатическом поле. Явление электростатической индукции</p> <p>Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость вещества</p> <p>Электрическая ёмкость. Конденсаторы</p> <p>Энергия электростатического поля. Объёмная плотность энергии электростатического поля</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальная лабораторная работа</i></p> <p>[Измерение электроёмкости плоского конденсатора]</p> <p><i>Контрольная работа № 6</i></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>1</p>	<p>Обсуждать потенциальность электростатического поля.</p> <p>Показывать, что однородное электростатическое поле обладает энергией (косвенно на опыте) и работа сил однородного электростатического поля не зависит от формы траектории движущегося заряда.</p> <p>Рассматривать потенциальную энергию взаимодействия точечных неподвижных зарядов.</p> <p>Применять метод аналогии между потенциальной энергией гравитационного взаимодействия материальных точек и потенциальной энергией взаимодействия точечных неподвижных зарядов.</p> <p>Анализировать графики зависимости потенциальной энергии взаимодействия точечных неподвижных зарядов от расстояния между ними.</p> <p>Измерять разность потенциалов между двумя проводниками с помощью электрометра.</p> <p>Устанавливать связь между напряжённостью электростатического поля и напряжением.</p> <p>Исследовать работу сил электростатического поля по перемещению пробного заряда по замкнутой траектории.</p> <p>Обсуждать свойство эквипотенциальных поверхностей.</p>

Сравнивать эквипотенциальные поверхности однородного электростатического поля и поля, образованного точечным зарядом.

Исследовать дискретность электрического заряда, используя модель опыта Милликана.

Рассматривать схему опыта, доказывающего существование свободных носителей заряда в металлах.

Приводить примеры проводников и диэлектриков.

Наблюдать явление электростатической индукции, способ электризации через влияние, явление поляризации диэлектрика, находящегося в электростатическом поле.

Объяснять явления электростатической индукции и поляризации диэлектрика.

Понимать смысл физической величины «диэлектрическая проницаемость вещества» и приводить её значения для разных диэлектриков.

Записывать закон Кулона для электростатического взаимодействия точечных неподвижных зарядов в среде, формулы определения электроёмкости единичного конденсатора, электроёмкости конденсатора с диэлектриком, энергии электростатического поля заряженного конденсатора, объёмной плотности энергии электростатического поля.

Анализировать результаты опыта Эпинуса по наблюдению явления электростатической индукции.

Исследовать экспериментально зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между пластинами, площади пластин и заполняющей конденсатор среды.

Основное содержание	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. 2. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. 3. Электрический ветер. 4. Виды конденсаторов. 5. Батарея конденсаторов. 6. Электроёмкость плоского конденсатора. 7. Энергия заряженного конденсатора. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Графические зависимости потенциальной энергии взаимодействия точечных неподвижных зарядов от расстояния между ними. 2. Исследование потенциала заряженного проводника. 		<p>Рассматривать последовательное и параллельное соединения конденсаторов и рассчитывать их параметры.</p> <p>Устанавливать экспериментально, что электростатическое поле заряженного конденсатора обла- дает энергией.</p> <p>Получать формулу определения энергии электро- статического поля заряженного конденсатора.</p> <p>Решать задачи на определение энергетических характеристик однородного электростатического поля, параметров конденсаторов</p>

3. Исследование дискретности электрического заряда на модели экспериментальной установки Р. Миллика.

4. Экспериментальное обнаружение существования свободных носителей заряда в металлах.

5. Изучение распределения электрических зарядов на поверхностях проводников.

6. Исследование способа электризации через влияние.

7. Электростатическая защита чувствительных измерительных приборов.

8. Изучение поляризации диэлектрика.

9. Конденсаторы: виды, устройство, физические основы работы, применение.

10. Исследование электроёмкости плоского конденсатора.

11. Расчёт параметров батарей конденсаторов, состоящей из последовательно (или параллельно) соединённых конденсаторов

Итого	124
Физический практикум	15
Практикум по подготовке к ЕГЭ	28
Резерв времени	8
Всего	175

Тематическое планирование

11 класс. Углублённый уровень (5 часов в неделю)

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Законы постоянного тока	21	<p>Обсуждать историю развития теории электромагнитного поля Максвелла.</p> <p>Использовать физическую модель «электронный газ» для объяснения возникновения электрического тока в металлах.</p> <p>Выводить и анализировать формулу определения модуля скорости дрейфа электронов в проводнике.</p> <p>Понимать смысл и записывать формулы определения основных физических величин, характеризующих постоянный ток и его источники: силы тока, напряжения, ЭДС, работы и мощности тока.</p> <p>Объяснять условия существования постоянного тока.</p> <p>Рассматривать устройство и физические основы работы различных источников постоянного тока.</p> <p>Измерять силу тока с помощью амперметра и напряжение с помощью вольтметра с учётом максимальной абсолютной и относительной погрешностей измерения.</p>
Электронная проводимость металлов. Модель электронного газа. Постоянный ток. Сила тока. Источники постоянного тока	1	
Сторонние силы. Электродвижущая сила	1	
Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Удельное электрическое сопротивление вещества	1	
Зависимость электрического сопротивления металлического проводника от температуры. Сверхпроводимость	1	
Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля — Ленца. Закон Ома для полной (замкнутой) цепи. Короткое замыкание	2	

<p>Расчёт электрических цепей. Смешанное соединение проводников</p> <p>Электрический ток в вакууме и в газах. Вакуумный диод. Виды самостоятельного разряда. Плазма</p> <p>Электрический ток в растворах и расплавах электролитов.</p> <p>Электролиз. Законы Фарадея для электролиза</p> <p>Электрический ток в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковые приборы</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.</p> <p>2. Определение элементарного заряда при электролизе.</p> <p>[3. Изучение работы полупроводникового диода]</p> <p><i>Контрольная работа № 1</i></p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>4</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Объяснять роль сторонних сил, действующих в источнике тока.</p> <p>Обсуждать природу сторонних сил.</p> <p>Определять знак ЭДС в зависимости от направления обхода контура.</p> <p>Использовать метод гидродинамической аналогии при объяснении роли сторонних сил, действующих в источнике тока.</p> <p>Обсуждать зависимость электрического сопротивления металлического проводника от температуры. Познакомиться с явлением сверхпроводимости, с понятием критической температуры.</p> <p>Формулировать и записывать основные законы постоянного тока: закон Ома для участка цепи, закон Джоуля — Ленца, закон Ома для полной (замкнутой) цепи.</p> <p>Сравнивать проводники по их удельным электрическим сопротивлениям.</p> <p>Обсуждать причины возникновения короткого замыкания, устройства для защиты электрических цепей.</p> <p>Собирать и испытывать электрические цепи с разным соединением проводников (в том числе с помощью мультиметра), рассчитывать их параметры.</p> <p>Использовать метод эквивалентных схем и метод определения точек с равным потенциалом при решении задач.</p> <p>Исследовать электрическую цепь — мостик Уитстона.</p>
--	---	---

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Измерять электрическое сопротивление проводника с помощью омметра, удельное сопротивление проводника.</p> <p>Различать носители электрического заряда в металлах, вакууме, газах, растворах и расплавах электролитов, полупроводниках.</p> <p>Изучать устройство и физические основы работы вакуумного диода.</p> <p>Наблюдать и объяснять газовый разряд, явление электролиза, обсуждать примеры практического применения электролиза.</p> <p>Изучать явление термоэлектронной эмиссии.</p> <p>Различать виды самостоятельного разряда: условия возникновения, примеры практического использования.</p> <p>Измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.</p> <p>Обсуждать носители электрического заряда в плазме, свойства плазмы.</p> <p>Наблюдать и объяснять действие электронно-лучевой трубки.</p> <p>Изучать механизм диссоциации молекул.</p> <p>Изучать законы Фарадея для электролиза, применять их к решению задач, устанавливать физический смысл постоянной Фарадея.</p>

		<p>Изучать метод определения электрического заряда одновалентного иона.</p> <p>Обсуждать примеры практического использования явления электролиза.</p> <p>Анализировать качественное различие между металлом и полупроводником по характеру зависимости удельного электрического сопротивления от температуры.</p> <p>Объяснять зависимость удельного электрического сопротивления проводника от температуры.</p> <p>Рассматривать механизм электропроводности полупроводников.</p> <p>Обсуждать возникновение собственной и примесной проводимости, электронной и дырочной проводимости полупроводников.</p> <p>Объяснять свойства $p-n$-перехода.</p> <p>Приводить примеры полупроводниковых приборов.</p> <p>Обнаруживать уменьшение удельного электрического сопротивления полупроводников при их нагревании или освещении.</p> <p>Исследовать одностороннюю проводимость полупроводникового диода.</p> <p>Анализировать вольт-амперную характеристику полупроводникового диода</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Источники постоянного тока. 2. Измерение силы тока и напряжения. 		

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>3. Зависимость электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.</p> <p>4. Закон Ома для участка электрической цепи.</p> <p>5. Реостат и магазин сопротивлений.</p> <p>6. Падение потенциала вдоль проводника с током.</p> <p>7. Соединения проводников в электрической цепи.</p> <p>8. Тепловое действие тока.</p> <p>9. Счётчик электрической энергии.</p> <p>10. Устройства для защиты электрических цепей.</p> <p>11. Электронно-лучевая трубка.</p> <p>12. Явление термоэлектронной эмиссии.</p> <p>13. Электрический ток в газах.</p> <p>14. Виды самостоятельного разряда.</p> <p>15. Явление электролиза.</p> <p>16. Действие терморезистора и фоторезистора.</p> <p>17. Полупроводниковый диод.</p> <p>18. Транзистор.</p> <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p>		<p>1. Основные положения классической электронной теории.</p> <p>2. Источники постоянного тока: виды, устройство, физические основы работы, гидродинамическая аналогия, применение.</p> <p>3. Измерение силы тока и напряжения: шунты и добавочные сопротивления.</p> <p>4. Расчёт погрешностей измерений силы тока и напряжения.</p> <p>5. Изучение действия сторонних сил в источнике постоянного тока.</p>

<p>6. Падение потенциала вдоль проводника с током.</p> <p>7. Закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи: экспериментальное изучение, примеры и границы применения, значение для развития физики.</p> <p>8. Реостаты, потенциометры, магазины сопротивлений: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>9. Исследование зависимости удельного электрического сопротивления проводника от температуры.</p> <p>10. Явление сверхпроводимости: история открытия, свойства сверхпроводников и их применение в различных областях науки и техники.</p> <p>11. Изучение теплового действия тока.</p> <p>12. Короткое замыкание. Устройство для защиты электрических цепей.</p> <p>13. Расчёт смешанного соединения проводников в электрической цепи.</p> <p>14. Исследование мостика Уитстона.</p> <p>15. Электровакуумные приборы (вакуумный диод, электронно-лучевая трубка): устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>16. Самостоятельный газовый разряд: виды, физическая сущность, примеры применения.</p> <p>17. Плазма — четвёртое агрегатное состояние вещества.</p> <p>18. Исследование явления электролиза.</p> <p>19. Законы Фарадея для электролиза: история установления, примеры применения, значение для развития физики.</p> <p>20. Б.С. Якоби — изобретатель гальванопластики.</p> <p>21. Изучение свойств $p-n$-перехода.</p> <p>22. Полупроводниковые приборы: устройство, физические основы работы, применение</p>	<p>Магнитное поле</p> <p>Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Индукция магнитного поля. Одно- родное магнитное поле. Линии ин-</p>	<p>12</p> <p>2</p>	<p>Обсуждать вклад У. Гильберга в изучение электрических и магнитных явлений.</p> <p>Рассматривать опыты Эрстеда и Ампера. Понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих</p>
--	---	---------------------------	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>дукции магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей</p> <p>Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера. Опыты Ампера. Взаимодействие проводников с токами. Способы определения единицы силы тока — ампера</p> <p>Действие магнитного поля на рамку с током. Электрический двигатель</p> <p>Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. Масс-спектрограф. Радиационные пояса Земли</p> <p>Магнитный поток. Индуктивность контура. Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля</p> <p>Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость среды. Структура и свойства ферромагнетиков</p> <p>Решение задач</p>	<p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>3</p>	<p>магнитное поле и свойства замкнутого контура с током: магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, магнитного потока, индуктивности контура, работы силы Ампера, энергии магнитного поля.</p> <p>Наблюдать и объяснять действие магнитного поля на проводник с током, взаимодействие двух параллельных проводников с токами, картины магнитных полей.</p> <p>Изучать принцип суперпозиции магнитных полей.</p> <p>Исследовать магнитное поле полосового магнита и магнитное поле катушки с током.</p> <p>Обсуждать свойства знаковой модели магнитного поля — линии индукции — и применять её при анализе картин магнитных полей.</p> <p>Различать однородное магнитное поле и вихревое магнитное поле.</p> <p>Формулировать правило буравчика (правого винта), закон Ампера, правило левой руки (для определения направления силы Ампера и силы Лоренца).</p> <p>Изучать способы определения единицы силы тока — ампера.</p> <p>Наблюдать и объяснять вращение рамки с током в магнитном поле.</p>

<p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Изучение действия магнитного поля на проводник с током.</p> <p>2. Изучение работы электродвигателя постоянного тока.</p> <p>3. Исследование магнитных свойств вещества]</p>		<p>Объяснять действие сил Ампера на рамку с током в магнитном поле.</p> <p>Изучать устройство и физические основы работы электродвигателя постоянного тока на модели, электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы.</p> <p>Обсуждать экологические аспекты работы электродвигателей, примеры их практического применения.</p> <p>Наблюдать отклонение потока заряженных частиц в магнитном поле.</p> <p>Изучать устройство, физические основы работы масс-спектрографа, метод определения удельного заряда в масс-спектрографе и примеры практического использования этого прибора.</p> <p>Рассматривать движение заряженных частиц в магнитном поле Земли.</p> <p>Исследовать движение заряженных частиц в радиационных поясах Земли (на модели).</p> <p>Анализировать формулу определения магнитного потока в зависимости от расположения плоскости контура.</p> <p>Показывать экспериментально, что магнитное поле катушки с током обладает энергией.</p> <p>Измерять индуктивность катушки с током.</p> <p>Получать выражение для элементарной работы силы Ампера с помощью графика зависимости магнитного потока от создающего его тока.</p> <p>Обсуждать гипотезу молекулярных токов Ампера.</p>
---	--	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Магнитное поле тока. 2. Опыты Эрстеда и Ампера. 3. Картины магнитных полей. 4. Действие магнитного поля на проводник с током. 5. Вращение рамки с током в однородном магнитном поле. 6. Модель коллекторного электродвигателя постоянного тока. 		<p>Приводить примеры диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков.</p> <p>Сравнивать магнитные свойства диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков (в том числе используя понятие магнитной проницаемости среды).</p> <p>Изучать структуру ферромагнетиков, магнитные свойства магнитно-мягких и магнитно-жестких ферромагнетиков, примеры их практического использования, понятие температуры (точки) Кюри.</p> <p>Анализировать кривую намагничивания для поликристаллического железа, полученную А. Г. Столетовым.</p> <p>Решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих магнитное поле, на применение закона Ампера</p>

7. Отклонение потока заряженных частиц в магнитном поле.

8. Магнитные свойства вещества.

9. Метод порошковых фигур.

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Опыт Эрстеда и Ампера: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.

2. Получение и анализ картин магнитных полей.

3. Исследование магнитного взаимодействия проводников с токами.

4. Способы определения единицы силы тока — ампера.

5. Исследование поворота рамки с током в однородном магнитном поле.

6. Изучение действия стрелочных электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы.

7. Электродвигатели постоянного тока: устройство, физические основы работы, значения КПД, применение.

8. Электромагниты (электрический звонок, электромагнитное реле): устройство, физические основы работы, применение.

9. Масс-спектрограф: устройство, физические основы работы, применение.

10. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли: радиационные пояса, полярные сияния, магнитосфера Земли.

11. Магнитные свойства диа-, пара- и ферромагнетиков.

12. Ферромагнетики: доменная структура, точка Кюри, магнитно-мягкие и магнитно-жесткие материалы, примеры применения.

13. Анализ кривой намагничивания для поликристаллического железа, полученной А. Г. Столетовым

Электромагнитная индукция

8

Наблюдать и объяснять опыты Фарадея, используя современные приборы.

Опыт Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Вихревое электрическое поле ЭДС индукций

1

Понимать особенности вихревого электрического поля.

Исследовать возникновение индукционного тока в проводящем витке (проводящем контуре) при замыкании и размыкании цепи.

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца Способы получения индукционного тока. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Вихревые токи (токи Фуко) Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i> 1. Наблюдение явления электромагнитной индукции. Исследование способов получения ЭДС индукции. [2. Измерение модуля индукции магнитного поля. 3. Изучение явления самоиндукции] <i>Контрольная работа № 2</i></p>	<p>1 1 2 1 1</p>	<p>Объяснять возникновение ЭДС индукции в замкнутом контуре, движущемся в однородном магнитном поле. Наблюдать возникновение ЭДС индукции в замкнутом проводящем контуре, движущемся равномерно и перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородном магнитном поле. Формулировать закон электромагнитной индукции и правило Ленца. Показывать экспериментально, что сила индукционного тока в замкнутом проводящем контуре прямо пропорциональна скорости изменения пронизывающего его магнитного потока. Исследовать экспериментально правило Ленца. Объяснять способы получения индукционного тока в замкнутом контуре на основе закона электромагнитной индукции. Наблюдать и объяснять явление самоиндукции. Изучать токи при замыкании и размыкании электрической цепи, содержащей катушку индуктивности. Наблюдать возникновение индукционных токов в массивных проводниках. Рассматривать примеры полезного использования и вредного действия вихревых токов.</p>

		<p>Объяснять действие детекторов для обнаружения металлических предметов в ручной клади и на транспорте. Применять закон электромагнитной индукции, формулы определения ЭДС индукции и самоиндукции при решении задач</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Явление электромагнитной индукции. 2. Возникновение ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле. 3. Правило Ленца. 4. Способы получения индукционного тока. 5. Явление самоиндукции. 6. Вихревые токи. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опыты Фарадея: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 2. Исследование возникновения индукционного тока в витке при замыкании и размыкании цепи. 3. Закон электромагнитной индукции: экспериментальное изучение, примеры и границы применения, значение для развития физики. 4. Теоретическое и экспериментальное обоснование правила Ленца. 5. Изучение явления самоиндукции. 6. Вихревые токи: причины возникновения, примеры учёта и использования 	<p>15</p>	<p>Приводить примеры колебательных движений. Понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих колебательное и волновое движение: периода и частоты колебаний, циклической частоты, периода колебаний пружинного и математического маятников, длины и скорости распространения волны.</p>
<p>Механические колебания и волны</p> <p>Свободные колебания. Колебательные системы. Период, частота и амплитуда колебаний. Гармонические колебания. Геометрическая модель коле-</p>	<p>2</p>	

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>бательного движения. Циклическая частота</p> <p>Свободные колебания пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника</p>	2	<p>Рассматривать условия, при которых в колебательных системах возникают и поддерживаются свободные колебания.</p> <p>Изучать такие физические модели, как гармонические колебания, пружинный маятник, математический маятник, уединённый волновой «всплеск», гармоническая волна, и использовать их для описания колебательных и волновых процессов.</p>
<p>Свободные колебания математического маятника. Период колебаний математического маятника. Фаза колебаний</p> <p>Преращение энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Механический резонанс. Автоколебания</p>	2	<p>Изучать уравнение гармонических колебаний с помощью геометрической модели колебательного движения.</p> <p>Анализировать выражение для модуля скорости гармонических колебаний, используя первую производную координаты по времени.</p> <p>Наблюдать и объяснять свободные колебания пружинного и математического маятников.</p> <p>Исследовать зависимость периода колебаний груза на пружине от массы груза и жёсткости пружины.</p>
<p>Механические волны. Продольные и поперечные волны. Длина и скорость распространения волны. Уравнение гармонической волны. Звук и его характеристики</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Исследование колебаний пружинного маятника.</p>	1	<p>Изучать уравнение гармонических колебаний с помощью геометрической модели колебательного движения.</p> <p>Анализировать выражение для модуля скорости гармонических колебаний, используя первую производную координаты по времени.</p> <p>Наблюдать и объяснять свободные колебания пружинного и математического маятников.</p> <p>Исследовать зависимость периода колебаний груза на пружине от массы груза и жёсткости пружины.</p> <p>Определять ускорение свободного падения с помощью математического маятника.</p> <p>Находить выражение для проекции ускорения свободных колебаний пружинного маятника.</p>

<p>2. Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника <i>Контрольная работа № 3</i></p>	<p>1</p>	<p>Проверить экспериментально формулы определения периодов колебаний пружинного и математического маятников. Записывать и анализировать уравнение гармонических колебаний, уравнение колебаний груза на пружине, уравнение движения математического маятника, в том числе с использованием понятия фазы колебаний. Находить частоты колебаний связанных математических маятников. Анализировать графики гармонических колебаний: зависимости координаты тела от времени; потенциальной энергии пружинного маятника от координаты; амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы; смещения частиц упругой среды от положения равновесия при распротранении волны вдоль оси X. Рассматривать превращение энергии при гармонических колебаниях пружинного и математического маятников. Объяснять причину потерь энергии в реальных колебательных системах. Наблюдать и объяснить вынужденные колебания и механический резонанс в колебательных системах, распротранение механических волн в упругой среде. Сравнивать свободные и вынужденные колебания. Обсуждать примеры полезного использования и вредного действия механического резонанса.</p>
---	----------	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Объяснять схему простейшей автоколебательной системы — часов с анкерным ходом — и возникновение в ней автоколебаний.</p> <p>Описывать свойства, особенности распространения и механизм возникновения (на модели) поперечных и продольных волн.</p> <p>Наблюдать колебания звучащего тела.</p> <p>Объяснять условия распространения звуковых волн, возникновение эхо.</p> <p>Получать и анализировать уравнение гармонической волны, распространяющейся в положительном направлении оси X.</p> <p>Приводить значения скорости распространения звука в различных средах.</p> <p>Понимать физический смысл таких характеристик, как громкость звука и высота тона.</p> <p>Применять понятия и законы механики при решении задач на расчёт основных физических величин, характеризующих колебательное и волновое движение</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Периодические движения. 2. Свободные колебания тела на пружине. 3. Свободные колебания груза на нити. 4. Вынужденные колебания. 		

5. Резонанс в механических системах.
6. Образование и распространение поперечных и продольных волн.
7. Источники звука.
8. Условия распространения звука.
9. Громкость звука и высота тона.
10. Отражение звуковых волн.

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Экспериментальное исследование механических колебательных систем.
2. Получение и анализ уравнения гармонических колебаний для разных колебательных систем.
3. Исследование колебательной системы, состоящей из двух параллельно (или последовательно) соединённых одинаковых упругих пружин.
4. Исследование математических маятников разной длины.
5. Механический резонанс: экспериментальное изучение, физическая сущность, анализ резонансных кривых, примеры полезного использования и вредного действия.
6. Автоколебания в природе и в технике.
7. Источники и приёмники звука.
8. Экспериментальное изучение основных характеристик звука.
9. Исследование отражения звуковых волн.
10. Наблюдение акустического резонанса.
11. Ультразвук и инфразвук: основные свойства и применение

Электромагнитные колебания и волны	17	Рассматривать возникновение свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре. Наблюдать и анализировать осциллограмму переменного тока.
Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Формула Томсона	2	Понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания и волны: периода собственных электромагнитных колебаний,

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток	1	циклической частоты собственных электромагнитных колебаний, амплитуды, периода и частоты гармонических электромагнитных колебаний,
Метод векторных диаграмм. Резистор в цепи переменного тока	1	действующих значений силы переменного тока и переменного напряжения, активного, ёмкостного и индуктивного сопротивлений, длины и скорости распространения электромагнитной волны.
Конденсатор в цепи переменного тока. Явление магнитоэлектрической индукции	1	Объяснять причину потерь энергии в реальных колебательных контурах, процессы, происходящие в идеальном колебательном контуре за один период, с использованием закона сохранения энергии.
Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока	1	Выражать зависимость заряда от времени в идеальном колебательном контуре.
Резонанс в электрических цепях Трансформатор. Коэффициент трансформации. Потери энергии в трансформаторе. КПД трансформатора.	1	Подтверждать экспериментально формулу Томсона. Изучать переменный ток как вынужденные электромагнитные колебания.
Производство, передача и использование электрической энергии	2	Сравнивать вынужденные и свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре.
Открытый колебательный контур. Процесс образования электромагнитных волн в открытом колебательном контуре. Гармоническая электромагнитная волна. Длина и скорость распространения электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн	2	Строить и анализировать графики зависимости мгновенного значения переменного напряжения и силы переменного тока от времени. Устанавливать гармонический характер переменного тока на основе закона электромагнитной индукции.

<p>Спектр электромагнитных волн. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы</p> <p>Принципы радиосвязи и телевидения. Детекторный радиоприёмник. Особенности распространения радиоволн</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>[1. Измерение силы тока в цепи переменного тока, содержащей конденсатор.</p> <p>2. Измерение индуктивного сопротивления катушки и её индуктивности]</p> <p><i>Контрольная работа № 4</i></p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>1</p>	<p>Исследовать электромагнитные колебания в цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление (или конденсатор, или катушку индуктивности); в <i>RLC</i>-контуре.</p> <p>Применять метод векторных диаграмм для объяснения гармонических электромагнитных колебаний силы тока и напряжения на резисторе, конденсаторе и катушке индуктивности в цепи переменного тока.</p> <p>Находить выражения для средней мощности переменного тока, выделяемой на резисторе за период, и для активного сопротивления резистора в цепи переменного тока.</p> <p>Объяснять явление магнитоэлектрической индукции.</p> <p>Находить теоретически и подтверждать экспериментально формулу определения ёмкостного сопротивления.</p> <p>Показывать экспериментально, что катушка индуктивности в цепи переменного тока обладает индуктивным сопротивлением.</p> <p>Находить формулу определения закона Ома для цепи переменного тока.</p> <p>Решать задачи на расчёт активного, ёмкостного и индуктивного сопротивлений, использование закона Ома для цепи переменного тока.</p> <p>Наблюдать и объяснять резонанс в электрических цепях.</p> <p>Анализировать резонансные кривые при различных сопротивлениях резистора.</p>
--	-------------------------------------	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
		<p>Изучать устройство и действие (на примере холостого режима работы) трансформатора, устройство индукционного генератора переменного тока, назначение повышающего и понижающего трансформаторов при передаче электрической энергии на большие расстояния.</p> <p>Объяснять потери энергии в трансформаторе.</p> <p>Изучать коэффициент трансформации, КПД трансформатора и приводить значения КПД современных трансформаторов.</p> <p>Рассматривать схему передачи электроэнергии на большие расстояния.</p> <p>Изучать возникновение электромагнитных волн в открытом колебательном контуре.</p> <p>Познакомиться с историей обнаружения электромагнитных волн.</p> <p>Исследовать устройство и физические основы работы вибратора и резонатора Герца.</p> <p>Анализировать с помощью схем процесс образования электромагнитных волн в открытом колебательном контуре.</p> <p>Объяснять поперечность электромагнитных волн, используя модель гармонической электромагнитной волны.</p>

		<p>Изучать экспериментально свойства электромагнитных волн.</p> <p>Анализировать спектр электромагнитных волн, условно разделённый на несколько диапазонов по длине волны (частоте): основные источники излучений, примеры практического использования.</p> <p>Обсуждать влияние электромагнитных излучений на живые организмы.</p> <p>Приводить примеры видов радиосвязи.</p> <p>Рассматривать устройства, входящие в систему радиосвязи (радиопередатчик и радиоприёмник), процессы модуляции и детектирования, передачи изображений с помощью радиоволн.</p> <p>Изучать устройство и физические основы работы детекторного приёмника.</p> <p>Обсуждать особенности распространения радиоволн.</p> <p>Решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих электромагнитные колебания и волны, трансформаторы</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возникновение электромагнитных колебаний в колебательном контуре. 2. Осциллограмма переменного тока. 3. Резистор в цепи переменного тока. 4. Конденсатор в цепи переменного тока. 5. катушка индуктивности в цепи переменного тока. 6. Резонанс в электрических цепях. 7. Устройство трансформатора и генератора переменного тока. 		

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>8. Излучение и приём электромагнитных волн. 9. Свойства электромагнитных волн. 10. Принципы радиосвязи и телевидения. <i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i> 1. Метод аналогии и его использование при изучении механических и электромагнитных колебаний. 2. Изучение процессов, происходящих в идеальном колебательном контуре. 3. Аналитический и графический способы изучения гармонических электромагнитных колебаний. 4. Индукционный генератор переменного тока: устройство, физические основы работы, применение. 5. Метод векторных диаграмм и его использование при изучении цепей переменного тока. 6. Экспериментальное исследование активного, ёмкостного и индуктивного сопротивлений. 7. Исследование последовательного <i>RLLC</i>-контра. 8. Резонанс в электрических цепях: экспериментальное изучение, физическая сущность, анализ резонансных кривых, примеры применения. 9. Трансформаторы: устройство, физические основы работы, применение. 10. Потери энергии в трансформаторе: причины и способы уменьшения. 11. Производство и передача электроэнергии: достижения и проблемы. 12. Экологически чистые виды электроэнергетики. 13. Опыты Герца: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. 14. Исследование свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.</p>		

15. Изучение спектра электромагнитных волн: диапазоны частот (длин волн), источники излучений, примеры применения.

16. Вклад А. С. Попова и Г. Маркони в развитие радиосвязи.

17. Виды и применение радиосвязи.

18. Физические основы передачи изображений с помощью радиоволн.

19. Анализ структурных элементов элементов электродинамики как фундаментальной физической теории

Геометрическая оптика	13	Рассматривать исторические этапы развития геометрической оптики.
Закон прямолинейного распространения света. Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале. Построение изображений в вогнутом сферическом зеркале	2	Изучать такие физические модели, как точечный источник света, световой луч, однородная и изотропная среда, плоская световая волна, тонкая линза, и использовать их для описания оптических явлений. Формулировать основные законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления
Закон преломления света. Полное (внутреннее) отражение света. Ход лучей в треугольной стеклянной призме. Дисперсия света. Опыты Ньютона	2	света; принцип Гюйгенса. Анализировать процесс распространения световой волны, используя фрагмент работы Х. Гюйгенса. Объяснять явления прямолинейного распространения, отражения, преломления и полного (внутреннего) отражения света с помощью принципа Гюйгенса.
Линзы. Построение изображений в тонкой собирающей и рассеивающей линзах. Формула тонкой линзы Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их коррекция. Оптические приборы. Угловые увеличения	2	Указывать особенности зеркального и диффузного отражения света. Различать вогнутые и выпуклые сферические зеркала.
Решение задач	4	Строить изображение предмета в плоском и вогнутом сферическом зеркалах.

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Измерение показателя преломления стекла.</p> <p>[2. Определение фокусного расстояния тонкой рассеивающей линзы.</p> <p>3. Измерение оптической силы тонкой собирающей линзы]</p>	1	<p>Выводить формулы закона отражения света и закона преломления света.</p> <p>Измерять показатель преломления стекла.</p> <p>Наблюдать явление дисперсии света.</p> <p>Наблюдать ход лучей в треугольной стеклянной призме, в световоде.</p> <p>Объяснять результаты опытов Ньютона по исследованию дисперсии света.</p> <p>Приводить примеры различных типов линз (по форме ограничивающих поверхностей).</p> <p>Понимать смысл основных понятий и величин, характеризующих тонкие линзы: главной оптической оси, побочных оптических осей, оптического центра, фокальных плоскостей, главных фокусов, побочных фокусов, фокусного расстояния, оптической силы, линейного увеличения.</p> <p>Записывать формулу определения оптической силы тонкой линзы, формулу тонкой линзы, формулу определения линейного увеличения тонкой линзы.</p> <p>Получать формулу тонкой линзы.</p> <p>Рассматривать ход световых лучей в тонкой собирающей и рассеивающей линзах.</p> <p>Рассчитывать оптическую силу тонкой собирающей и рассеивающей линз, системы близко расположенных тонких линз.</p>

		<p>Изучать оптическую систему глаза, дефекты зрения (близорукость и дальнозоркость) и их коррекцию. Объяснить построение изображений в лупе, микроскопе, телескопе-рефракторе, используя понятие углового увеличения. Решать задачи на использование основных понятий, формул и законов геометрической оптики</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прямолинейное распространение света. 2. Закон отражения света. 3. Изображение предмета в плоском зеркале. 4. Изображение предмета в сферическом зеркале. 5. Закон преломления света. 6. Ход световых лучей в призме. 7. Дисперсия белого света. 8. Получение изображений с помощью линз. 9. Оптическая система глаза. 10. Принцип действия лупы, проекционного аппарата, фотоаппарата, микроскопа, телескопа-рефрактора. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы геометрической оптики: экспериментальное изучение, примеры и границы применения, значение для развития физики. 2. Конструирование и испытание камеры-обскуры. 3. Вклад Х. Гюйгенса в развитие оптики. 4. Принцип Гюйгенса: физическая сущность и применение к объяснению законов геометрической оптики. 5. Плоские и сферические зеркала: устройство, построение изображений предмета, примеры применения. 		

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>6. Явление полного (внутреннего) отражения света: экспериментальное изучение, примеры применения.</p> <p>7. Исследование зависимости отклонения светового луча, выходящего из призмы, от преломляющего угла призмы.</p> <p>8. Опыт Ньютона по наблюдению и исследованию дисперсии света: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение.</p> <p>9. Явления отражения, преломления и дисперсии света в природе.</p> <p>10. Экспериментальные исследования собирающих и рассеивающих линз.</p> <p>11. Расчёт параметров оптической системы, состоящей из нескольких тонких линз.</p> <p>12. Дефекты зрения и их коррекция.</p> <p>13. Оптические приборы: устройство, физические основы увеличения, применение.</p> <p>14. Оптические телескопы и радиотелескопы: история создания, физические основы работы, применение</p>	<p>11</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p>	<p>Получать интерференционную и дифракционную картину для волн разной природы.</p> <p>Понимать физической смысл основных понятий и величин, используемых в волновой оптике: интенсивности волн, когерентных источников волн, геометрической разности хода; условий интерференционных максимумов и минимумов, условий дифракционных максимумов и минимумов (при дифракции света на одной щели).</p> <p>Наблюдать явления интерференции, дифракции и поляризации электромагнитных волн и света,</p>
<p>Световые волны</p> <p>Интерференция волн. Когерентные источники волн</p> <p>Интерференция света. Опыт Юнга. Интерференция в тонких плёнках. Пролетная оптика. Интерферометры</p> <p>Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракционная решётка. Разрешающая способность оптического прибора</p>		

<p>Поляризация света Решение задач <i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Наблюдение явления интерференции и дифракции света. 2. Оценка длины световой волны. [3. Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решётки] <i>Контрольная работа № 5</i></p>	<p>1 3 1 1 1</p>	<p>анализировать интерференционные и дифракционные картины. Изучать особенности частотной модуляции. Рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света. Наблюдать и объяснять возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона. Приводить примеры практического использования явления интерференции света. Изучать схему Ллойда для получения когерентных световых волн. Формулировать принцип Гюйгенса — Френеля. Наблюдать дифракцию плоских световых волн на узкой щели. Изучать устройство и действие дифракционной решётки, разрезающую способность оптического прибора и дифракционной решётки. Анализировать условия, при которых наблюдаются главные максимумы и минимумы, дополнительные минимумы при дифракции света на дифракционной решётке. Измерять длину световой волны с помощью дифракционной решётки. Подтверждать экспериментально поперечность электромагнитных волн. Решать задачи на использование основных понятий и формул волновой оптики</p>
---	--	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Интерференция и дифракция волн. Интерференция и дифракция света. Интерференция в тонких плёнках. Кольца Ньютона. Дифракционная решётка. Поляризация волн. Поляризация света. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Наблюдение и исследование интерференции и дифракции волн. Опыт Юнга: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение. Исследование интерференционной картины когерентных световых волн с помощью зеркала Ллойда. Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля. Интерференция в тонких плёнках: экспериментальное изучение и применение. Интерферометры: виды, устройство, физические основы работы, применение. Изучение дифракции света с помощью дифракционной решётки. Наблюдение и исследование поляризации электромагнитных волн 	5	
<p>Элементы специальной теории относительности</p> <p>Представления о пространстве и времени в классической механике. Постулаты специальной теории относительности. Событие — одно из</p>	2	<p>Обсуждать представления о пространстве и времени с позиций классической механики. Понимать трудности, которые возникают при рассмотрении принципа относительности Галилея на электромагнитные явления. Познакомиться с формулировками постулатов СТО и их физической сущностью.</p>

<p>основных понятий СТО. Относительность одновременности событий. Относительность промежутков времени. Массовые и безмассовые частицы. Релятивистский импульс. Энергия покоя. Формула Эйнштейна. Релятивистская (полная) энергия. Принцип соответствия</p> <p>Дефект масс и энергия связи атомного ядра</p> <p>Решение задач</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Приводить экспериментальные данные, подтверждающие независимость скорости света от движения источника.</p> <p>Анализировать относительность одновременности событий, релятивистский эффект замедления времени. Изучать схему опыта Физо по измерению модуля скорости света.</p> <p>Исследовать классический и релятивистский законы сложения скоростей.</p> <p>Анализировать с помощью релятивистского закона сложения скоростей и принципа соответствия границы применимости классической механики.</p> <p>Обсуждать особенности массовых и безмассовых частиц.</p> <p>Записывать и анализировать формулы определения релятивистского импульса массовой частицы, релятивистской (полной) энергии, энергии связи атомного ядра, формулу Эйнштейна (закон взаимосвязи массы и энергии), выражение, связывающее релятивистский импульс, полную энергию и массу частицы.</p> <p>Объяснять причину дефекта масс.</p> <p>Решать задачи на использование основных формул и понятий СТО</p>
<p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. А. Эйнштейн — создатель СТО. 2. Из истории измерения скорости света: биографии учёных, ключевые эксперименты. 3. Сравнительный анализ классического и релятивистского законов сложения скоростей. 4. Применение формул и выводов СТО в ядерной физике 		

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома	12	Исследовать свойства теплового излучения, используя физическую модель «абсолютно чёрное тело». Анализировать график зависимости спектральной плотности энергетической светимости от частоты электромагнитного излучения.
Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. «Ультрафиолетовая катастрофа». Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка	1	Обсуждать «ультрафиолетовую катастрофу». Формулировать квантовую гипотезу Планка. Приводить значение постоянной Планка.
Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Явление внутреннего фотоэффекта	1	Сравнивать природу электромагнитного излучения исходя из квантовой гипотезы Планка и классической волновой теории.
Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	2	Изучать схему установки опыта Столегова для наблюдения внешнего фотоэффекта.
Корпускулярно-волновой дуализм	1	Наблюдать явление внешнего фотоэффекта и исследовать его особенности.
свойств света. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева	1	Рассматривать устройство, физические основы работы и вольт-амперную характеристику вакуумного фотоэлемента.
Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Основные положения теории атома водорода	1	Познакомиться с явлением внутреннего фотоэффекта.
Линейчатые спектры. Метод спектрального анализа. Лазеры	1	Изучать устройство и физические основы работы полупроводникового фотоэлемента.
Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов.	1	Исследовать зависимость силы фототока от напряжения при уменьшенной интенсивности света.

<p>Соотношение неопределённости Гейзенберга. Опыты Вавилова Решение задач <i>Фронтальная лабораторная работа</i> [Изучение линейчатых спектров] <i>Контрольная работа № 6</i></p>	<p>3</p> <p>1</p>	<p>Формулировать законы внешнего фотоэффекта. Понимать противоречия, возникающие при объяснении: законов фотоэффекта с точки зрения волновой теории электромагнитного излучения; устойчивости атомов и происхождения линейчатых спектров атомов в рамках классической физики. Объяснять законы фотоэффекта на основе уравнения Эйнштейна. Анализировать экспериментальные данные по проверке уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, получать выражение для расчёта постоянной Планка. Обсуждать волновую и корпускулярную модели описания свойств света. Изучать основные характеристики фотонов. Анализировать опыты Лебедева по измерению светового давления. Объяснять давление света в рамках квантовой теории. Повторять основные положения планетарной модели атома, модели атома Бора. Формулировать постулаты Бора. Применять постулаты Бора к движению электрона в атоме водорода. Анализировать выражение для полной энергии атома водорода в стационарном состоянии. Наблюдать непрерывный и линейчатый спектры. Анализировать энергетическую диаграмму атома водорода.</p>
---	-------------------	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Явление фотоэффекта. 2. Опыты Столетова. 3. Давление света. Опыты Лебедева. 4. Сплошной (непрерывный) спектр. 		<p>Объяснять происхождение линейчатых спектров с позиций теории Бора.</p> <p>Изучать устройство, физические основы работы и примеры практического использования лазеров.</p> <p>Обсуждать метод спектрального анализа и примеры его применения в различных областях науки и техники.</p> <p>Изучать физическую сущность гипотезы де Бройля и соотношения неопределённости Гейзенберга.</p> <p>Объяснять правило квантования Бора на основе гипотезы де Бройля.</p> <p>Анализировать результаты экспериментов по обнаружению волновых свойств отдельных фотонов, по наблюдению дифракции электронов.</p> <p>Познакомиться с опытами Вавилова по наблюдению квантовых флуктуаций света.</p> <p>Решать задачи на использование основных понятий квантовой теории электромагнитного излучения, постулатов Бора</p>

5. Линейчатые спектры поглощения и испускания.
 6. Энергетическая диаграмма атома водорода.
 7. Индуцированное излучение. Лазеры.
- Примерные темы проектных и исследовательских работ*
1. Изучение теплового излучения тел.
 2. «Ультрафиолетовая катастрофа». Квантовая гипотеза Планка.
 3. Из истории открытия и исследования явления внешнего фотоэффекта.
Вклад А. Г. Столетова.
 4. Экспериментальное изучение законов внешнего фотоэффекта.
 5. Вакуумный фотоэлемент: устройство, физические основы работы, вольт-амперная характеристика, применение.
 6. Экспериментальная проверка уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.
 7. Экспериментальное определение постоянной Планка.
 8. Корпускулярно-волновой дуализм: гипотеза де Бройля, опыты по дифракции фотонов и электронов, соотношение неопределённости Гейзенберга.
 9. Опыты Лебедева по измерению давления света: экспериментальная установка, проведение, результаты, значение для истории физики.
 10. Полупроводниковый фотоэлемент: устройство, физические основы работы, применение.
 11. Различные модели атома и их применение.
 12. Опыты Франка и Герца: экспериментальная установка, проведение, результаты и их теоретическая интерпретация.
 13. Получение и исследование сплошного (непрерывного) и линейчатого спектров.
 14. Метод спектрального анализа: физическая сущность и применение.
 15. Лазеры: устройство, физические основы работы, типы, применение.
 16. Опыты Вавилова по наблюдению квантовых флуктуаций света.
 17. Принципы соответствия в специальной теории относительности и квантовой физике

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Физика атомного ядра. Элементарные частицы	14	Изучать вклад отечественных и зарубежных учёных в развитие физики атомного ядра и элементарных частиц.
Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы. Методы наблюдения и регистрации заряженных частиц	1	Повторять протонно-нейтронную модель атомного ядра.
Ядерные силы. Диаграммы Фейнмана. Удельная энергия связи атомного ядра	1	Понимать физический смысл понятий и величин, используемых в физике атомного ядра: массового и зарядового чисел, удельной энергии связи атомного ядра, радиоактивного распада, периода полураспада, активности радиоактивного образца, ядерных реакций, ионизирующего излучения.
Радиоактивность. Радиоактивные превращения. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада	1	Приводить примеры изотопов водорода.
Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Определение возраста Земли	1	Изучать устройство и физические основы работы камеры Вильсона, счётчика Гейгера — Мюллера, сцинтилляционного счётчика, пузырьковой камеры.
Ядерные реакции	1	Рассматривать свойства ядерных сил, сильное (ядерное) взаимодействие нуклонов.
Ядерная энергетика. Критическая масса. Коэффициент размножения нейтронов. Экологические проблемы работы атомных электростанций.	1	Описывать взаимодействие между нуклонами с помощью диаграмм Фейнмана.
Термоядерные реакции		Анализировать график зависимости удельной энергии связи атомного ядра от числа нуклонов в нём (массового числа).
Ионизирующее излучение и его биологическое действие. Дозиметрия.	1	Изучать схему установки для исследования радиоактивного излучения.
Применение радиоактивных изотопов		

<p>в сельском хозяйстве, промышленности и медицине</p> <p>Элементарные частицы и их превращения. Классификация элементарных частиц. Кварки. Фундаментальные взаимодействия</p> <p>Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p> <p>1. Изучение треков заряженных частиц по фотографиям.</p> <p>2. Измерение естественного радиационного фона</p>	<p>1</p> <p>4</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Понимать физическую природу альфа-, бета- и гамма-излучений.</p> <p>Применять правила смещения для объяснения альфа-распада и бета-распада (электронный распад).</p> <p>Изучать закон радиоактивного распада.</p> <p>Анализировать график зависимости числа радиоактивных ядер от времени для изотопа с периодом полураспада $T_{1/2}$.</p> <p>Понимать статистический характер закона радиоактивного распада.</p> <p>Познакомиться с методом определения возраста Земли (с помощью закона радиоактивного распада).</p> <p>Рассматривать различные типы ядерных реакций.</p> <p>Записывать ядерные реакции, используя законы сохранения зарядового и массового чисел.</p> <p>Рассчитывать энергетический выход ядерных реакций.</p> <p>Объяснять цепную ядерную реакцию, устройство ядерного реактора по схемам.</p> <p>Обсуждать условие протекания управляемой цепной ядерной реакции, используя понятие критической массы и коэффициента размножения нейтронов, экологические проблемы, связанные с использованием атомных электростанций, особенностями термоядерных реакций.</p> <p>Рассматривать схему устройства атомной бомбы.</p> <p>Объяснять биологическое действие ионизирующего излучения, используя понятия поглощенной дозы излучения и эквивалентной дозы.</p>
--	-------------------------------------	--

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Счётчики ионизирующих излучений и трековые детекторы. 2. Схема цепной ядерной реакции. 3. Дозиметр. 		<p>Обсуждать источники естественного радиационного фона, меры предосторожности при работе с радиоактивными веществами. Измерять естественный радиационный фон. Изучать примеры практического использования радиоактивных изотопов. Объяснять устройство и физические основы работы дозиметра. Приводить примеры фундаментальных частиц. Рассматривать свойства элементарных частиц. Изучать треки заряженных частиц по фотографиям. Познакомиться с классификацией элементарных частиц (по их массе). Рассматривать кварковый состав протона и нейтрона. Описывать фундаментальные взаимодействия. Решать задачи на использование основных законов и понятий физики атомного ядра</p>

Примерные темы проектных и исследовательских работ

1. Из истории открытия элементарных частиц: электрона, протона, нейтрона, позитрона.
2. Из истории открытия изотопов.
3. Детекторы ионизирующих излучений: виды, устройство, физические основы работы, применение.
4. Изучение свойств ядерных сил.
5. Альфа-распад и бета-распад: физическая сущность, правила смещения, примеры ядерных реакций.
6. Определение возраста Земли.
7. Метод радиоуглеродного анализа: физическая сущность и применение.
8. Ускорители заряженных частиц: виды, устройство, физические основы работы, применение.
9. Ядерные реакторы: устройство, физические основы работы, применение.
10. Вклад Э. Ферми и И. В. Курчагова в создание ядерной энергетики.
11. Аварии на АЭС. Обеспечение радиационной безопасности.
12. Управляемый термоядерный синтез: проблемы и перспективы.
13. Методы защиты от ионизирующего излучения.
14. Классификация и структура адронов

Элементы астрофизики

Вселенная и её объекты. Определение расстояний до небесных тел
 Строение Галактики. Местная группа. Типы галактик. Квazarы. Закон Хаббла. Расширение Вселенной и её эволюция. Реликтовое излучение
 Физическая природа Солнца и звёзд.
 Эволюция звёзд

9

1
 2
 1

Познакомиться с объектами и методами исследования астрофизики.
 Приводить примеры объектов Вселенной, типов галактик (по внешнему виду).
 Оценивать расстояния до различных космических объектов, используя такие понятия, как парсек, световой год, астрономическая единица.
 Рассматривать метод параллакса, радиолокационный метод для измерения расстояний до космических объектов.

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
Солнечная активность и её влияние на Землю. Гипотеза происхождения Солнечной системы	1	Определять примерное число звёзд в нашей Галактике.
Физическая природа тел Солнечной системы. Заключение	2	Изучать строение нашей Галактики, механизм возникновения излучения квазара.
Решение задач	1	Формулировать закон Хаббла и понимать физический смысл постоянной Хаббла.
<i>Контрольная работа № 7</i>	1	Изучать гипотезу Большого взрыва, представления об эволюции звёзд. Объяснять явление разбегания галактик, используя эффект Доплера. Сравнивать звёзды, используя следующие параметры: размер, массу, температуру поверхности. Понимать, что эволюция звезды определяется массой её ядра. Указывать особенности нейтронных звёзд, пульсаров, чёрных дыр. Анализировать диаграмму «спектр — светимость». Объяснять физические процессы, происходящие на Солнце. Рассматривать строение солнечной атмосферы, примеры проявления солнечной активности и её влияния на протекание процессов на нашей планете. Обсуждать гипотезу происхождения Солнечной системы.

		<p>Рассматривать физическую природу планет земной группы, планет-гигантов и малых тел Солнечной системы, используя их параметры.</p> <p>Проводить наблюдения за фазами Луны, а также наблюдения лунного ландшафта.</p> <p>Решать задачи на определение расстояний до космических объектов, использование закона Хаббла.</p> <p>Обсуждать исторические этапы развития физической картины мира.</p> <p>Понимать физическую картину мира как модель природы</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Астрономические наблюдения. 2. Знакомство с созвездиями и наблюдения суточного вращения звёздного неба. 3. Наблюдение движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд. <p><i>Примерные темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы Кеплера и движения планет Солнечной системы. 2. Радиолокационный метод определения расстояний до тел Солнечной системы: физическая сущность и применение. 3. Квазары: история открытия, механизм генерации излучения, примеры. 4. Закон Хаббла: история установления, примеры применения, значение для развития астрофизики. 5. Г. А. Гамов и гипотеза Большого взрыва. 6. Из истории открытия реликтового излучения. 7. Эффект красного смещения: наблюдение и объяснение на основе эффекта Доплера. 8. Звёзды: основные характеристики, спектральные классы, эволюция. 		

Основное содержание по темам	Количество часов	Основные виды учебной деятельности
<p>9. Пульсары: история открытия, механизм генерации излучения, примеры.</p> <p>10. Анализ диаграммы «спектр — светимость»: группы звёзд, их температуры и мощности светового излучения.</p> <p>11. Из истории открытия фраунгоферовых линий.</p> <p>12. Проявления солнечной активности и их влияние на протекание процессов на Земле.</p> <p>13. Наблюдение за фазами Луны, лунного ландшафта.</p> <p>14. Наблюдение солнечных пятен и установление закономерности их появления.</p> <p>15. Планеты Солнечной системы: химический состав атмосферы, внутреннее строение, рельеф, естественные спутники, магнитное поле</p>		
Итого	137	
Физический практикум	10	
Практикум по подготовке к ЕГЭ	20	
Резерв времени	8	
Всего	175	

Учебно-методическое обеспечение

Рабочая программа по физике. 10–11 классы (авторы: Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, В. В. Кудрявцев, С. А. Холина).

УМК «Физика. 10 класс»

1. Физика. 10 класс. Базовый и углублённый уровни. Учебник (авторы: Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, С. А. Холина и др.).
2. Физика. 10 класс. Базовый и углублённый уровни. Электронная форма учебника (авторы: Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, С. А. Холина и др.).
3. Физика. 10 класс. Методическое пособие (авторы: А. А. Синявина, С. А. Холина, В. В. Кудрявцев).
4. Физика. 10 класс. Самостоятельные и контрольные работы. Учебное пособие (авторы: А. А. Синявина, С. А. Холина, В. В. Кудрявцев).
5. Физика. 10 класс. Тетрадь для лабораторных работ (авторы: А. А. Синявина, С. А. Холина, В. В. Кудрявцев).

УМК «Физика. 11 класс»

1. Физика. 11 класс. Базовый и углублённый уровни. Учебник (авторы: Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, С. А. Холина и др.).
2. Физика. 11 класс. Базовый и углублённый уровни. Электронная форма учебника (авторы: Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, С. А. Холина и др.).
3. Физика. 11 класс. Методическое пособие (авторы: Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина, С. А. Холина и др.).
4. Физика. 11 класс. Самостоятельные и контрольные работы. Учебное пособие (авторы: А. А. Синявина, С. А. Холина, В. В. Кудрявцев).
5. Физика. 11 класс. Тетрадь для лабораторных работ (авторы: А. А. Синявина, С. А. Холина, В. В. Кудрявцев).

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Планируемые результаты обучения физике	15
Содержание курса физики 10–11 классов	38
Базовый уровень	38
Углублённый уровень	42
Тематическое планирование.	
10 класс. Базовый уровень	51
Тематическое планирование.	
11 класс. Базовый уровень	77
Тематическое планирование.	
10 класс. Углублённый уровень	104
Тематическое планирование.	
11 класс. Углублённый уровень	142
Учебно-методическое обеспечение	181