

**Рабочая программа  
учебного предмета  
«Инженерный практикум»  
(10-11 классы)**

## **1. Планируемые результаты**

### **Личностные результаты:**

Гражданское воспитание:

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

Патриотическое воспитание:

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

Духовно-нравственное воспитание:

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

Эстетическое воспитание:

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

Трудовое воспитание:

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

Экологическое воспитание:

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

Ценности научного познания:

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

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

— самосознания, включающего способность понимать своё эмоциональное состояние, видеть направления развития собственной эмоциональной сферы, быть уверенным в себе;

— саморегулирования, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за своё поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому;

— внутренней мотивации, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей;

— эмпатии, включающей способность понимать эмоциональное состояние других, учитывать его при осуществлении общения, способность к сочувствию и сопереживанию;

— социальных навыков, включающих способность выстраивать отношения с другими людьми, заботиться, проявлять интерес и разрешать конфликты.

### **Метапредметные результаты:**

Универсальные познавательные действия

Базовые логические действия:

— самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;

— определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;

— выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;

— разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;

— вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;

— координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;

— развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

Базовые исследовательские действия:

— владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;

— владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;

— владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;

— выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;
- давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретённый опыт;
- уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;
- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

#### Работа с информацией:

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

#### Универсальные коммуникативные действия

##### Общение:

- осуществлять общение на уроках физики и во внеурочной деятельности;
- распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты;
- развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств.

##### Совместная деятельность:

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы;
- выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
- оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;
- предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

#### Универсальные регулятивные действия

##### Самоорганизация:

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

#### Самоконтроль:

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

#### Принятие себя и других:

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

#### Предметные результаты:

##### 10 класс

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

- понимать роль физики в экономической, технологической, экологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики в современной научной картине мира; значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — механики, молекулярной физики и термодинамики; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;
- различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): инерциальная система отсчёта, абсолютно твёрдое тело, материальная точка, равноускоренное движение, свободное падение, абсолютно упругая деформация, абсолютно упругое и абсолютно неупругое столкновения, модели газа, жидкости и твёрдого (кристаллического) тела, идеальный газ, точечный заряд, однородное электрическое поле;
- различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;
- анализировать и объяснять механические процессы и явления, используя основные положения и законы механики (относительность механического

движения, формулы кинематики равноускоренного движения, преобразования Галилея для скорости и перемещения, законы Ньютона, принцип относительности Галилея, закон всемирного тяготения, законы сохранения импульса и механической энергии, связь работы силы с изменением механической энергии, условия равновесия твёрдого тела); при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости физических законов: преобразований Галилея, второго и третьего законов Ньютона, законов сохранения импульса и механической энергии, закона всемирного тяготения;

—анализировать и объяснять тепловые процессы и явления, используя основные положения МКТ и законы молекулярной физики и термодинамики (связь давления идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения и концентрацией его молекул, связь температуры вещества со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, связь давления идеального газа с концентрацией молекул и его температурой, уравнение Менделеева—Клапейрона, первый закон термодинамики, закон сохранения энергии в тепловых процессах); при этом использовать математическое выражение законов, указывать условия применимости уравнения Менделеева—Клапейрона;

—анализировать и объяснять электрические явления, используя основные положения и законы электродинамики (закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, потенциальность электростатического поля, принцип суперпозиции электрических полей, при этом указывая условия применимости закона Кулона; а также практически важные соотношения: законы Ома для участка цепи и для замкнутой электрической цепи, закон Джоуля—Ленца, правила Кирхгофа, законы Фарадея для электролиза);

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

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

- проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений: при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;
- проводить косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;
- проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;
- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, практикума и учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
- решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;
- решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
- использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;
- анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;
- применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий: при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию и оценивать её достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;
- проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-

исследовательских работ; работать в группе с исполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

—проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

## **11 класс**

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

—понимать роль физики в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики в современной научной картине мира; роль астрономии в практической деятельности человека и дальнейшем научно-техническом развитии; значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории — электродинамики, специальной теории относительности, квантовой физики; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе;

—различать условия применимости моделей физических тел и процессов (явлений): однородное электрическое и однородное магнитное поля, гармонические колебания, математический маятник, идеальный пружинный маятник, гармонические волны, идеальный колебательный контур, тонкая линза; моделей атома, атомного ядра и квантовой модели света;

—различать условия (границы, области) применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;

—анализировать и объяснять электромагнитные процессы и явления, используя основные положения и законы электродинамики и специальной теории относительности (закон сохранения электрического заряда, сила Ампера, сила Лоренца, закон электромагнитной индукции, правило Ленца, связь ЭДС самоиндукции в элементе электрической цепи со скоростью изменения силы тока; постулаты специальной теории относительности Эйнштейна);

—анализировать и объяснять квантовые процессы и явления, используя положения квантовой физики (уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, первый и второй постулаты Бора, принцип соотношения неопределённостей Гейзенберга, законы сохранения зарядового и массового чисел и энергии в ядерных реакциях, закон радиоактивного распада);

—описывать физические процессы и явления, используя величины: напряжённость электрического поля, потенциал электростатического поля, разность потенциалов, электродвижущая сила, индукция магнитного поля, магнитный поток, сила Ампера, индуктивность, электродвижущая сила самоиндукции, энергия магнитного поля проводника с током, релятивистский импульс, полная энергия, энергия покоя свободной частицы, энергия и импульс фотона, массовое число и заряд ядра, энергия связи ядра;



- объяснять особенности протекания физических явлений: электромагнитная индукция, самоиндукция, резонанс, интерференция волн, дифракция, дисперсия, полное внутреннее отражение, фотоэлектрический эффект (фотоэффект), альфа- и бета-распады ядер, гамма-излучение ядер; физические принципы спектрального анализа и работы лазера;
- определять направление индукции магнитного поля проводника с током, силы Ампера и силы Лоренца;
- строить изображение, создаваемое плоским зеркалом, тонкой линзой, и рассчитывать его характеристики;
- применять основополагающие астрономические понятия, теории и законы для анализа и объяснения физических процессов, происходящих в звёздах, в звёздных системах, в межгалактической среде; движения небесных тел, эволюции звёзд и Вселенной;
- проводить исследование зависимостей физических величин с использованием прямых измерений: при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учётом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;
- проводить косвенные измерения физических величин; при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;
- проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;
- описывать методы получения научных астрономических знаний;
- соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках учебного эксперимента, практикума и учебно-исследовательской и проектной деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
- решать расчётные задачи с явно заданной и неявно заданной физической моделью: на основании анализа условия выбирать физические модели, отвечающие требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчёты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учётом полученных результатов;
- решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов школьного курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;
- использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов, технических устройств и технологических процессов;
- приводить примеры вклада российских и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, в объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий;

—анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

—применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий: при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников; критически анализировать получаемую информацию и оценивать её достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

—проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ; работать в группе с исполнением различных социальных ролей, планировать работу группы, рационально распределять деятельность в нестандартных ситуациях, адекватно оценивать вклад каждого из участников группы в решение рассматриваемой проблемы;

—проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

## **2. Содержание учебного предмета**

### **10 класс**

#### **РАЗДЕЛ 1. НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ**

Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике. Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы).

Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная).

Моделирование физических явлений и процессов (материальная точка, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость, идеальный газ, точечный заряд). Гипотеза. Физический закон, границы его применимости. Физическая теория.

#### ***Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум 1***

1. Знакомство с цифровой лабораторией по физике. Примеры измерения физических величин при помощи компьютерных датчиков.

#### **РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИКА**

##### **Тема 1. Кинематика**

Прямая и обратная задачи механики. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат.

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

Криволинейное движение. Центробежное (нормальное), касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки.

*Технические устройства и технологические процессы:* шестерёнчатые передачи, скоростные лифты.

### ***Демонстрации***

1. Способы исследования движений.
2. Иллюстрация предельного перехода и измерение мгновенной скорости.
3. Преобразование угловой скорости в редукторе.
4. Сравнение путей, траекторий, скоростей движения одного и того же тела в разных системах отсчёта.

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

1. Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости.
2. Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении.
3. Изучение движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью.
4. Исследование зависимости периода обращения конического маятника от его параметров.

## **Тема 2. Динамика**

Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры).

Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера.

Вес тела, движущегося с ускорением.

Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.

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

### ***Демонстрации***

1. Наблюдение движения тел в инерциальных и неинерциальных системах отсчёта.
2. Принцип относительности.
3. Качение двух цилиндров или шаров разной массы с одинаковым ускорением относительно неинерциальной системы отсчёта.
4. Сравнение равнодействующей приложенных к телу сил с произведением массы тела на его ускорение в инерциальной системе отсчёта.
5. Равенство сил, возникающих в результате взаимодействия тел.
6. Измерение масс по взаимодействию.
7. Центробежные механизмы.

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

1. Измерение равнодействующей сил при движении бруска по наклонной плоскости.
2. Проверка гипотезы о независимости времени движения бруска по наклонной плоскости на заданное расстояние от его массы.
3. Исследование зависимости сил упругости, возникающих в пружине и резиновом образце, от их деформации.
4. Изучение движения системы тел, связанных нитью, перекинутой через лёгкий блок.
5. Измерение коэффициента трения по величине углового коэффициента зависимости  $F_{\text{тр}}(N)$ .

6. Исследование движения бруска по наклонной плоскости с переменным коэффициентом трения.
7. Изучение движения груза на валу с трением.

### **Тема 3. Статика твёрдого тела**

Абсолютно твёрдое тело. Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела.

Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.

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

**Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум**

1. Конструирование кронштейнов и расчёт сил упругости.
2. Изучение устойчивости твёрдого тела, имеющего площадь опоры.

### **Тема 4. Законы сохранения в механике**

Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс.

Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях.

Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы. Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической энергии.

*Технические устройства и технологические процессы:* гироскоп, фигурное катание на коньках.

#### **Демонстрации**

1. Измерение мощности силы.
2. Изменение энергии тела при совершении работы.
3. Взаимные превращения кинетической и потенциальной энергий при действии на тело силы тяжести и силы упругости.
4. Сохранение энергии при свободном падении.

**Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум**

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

## **РАЗДЕЛ 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

### **Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории**

Абсолютная температура (шкала температур Кельвина). Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ идеального газа).

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

*Технические устройства и технологические процессы:* получение наноматериалов.

### **Демонстрации**

1. Модели движения частиц вещества.
2. Видеоролик с записью реального броуновского движения.
3. Диффузия жидкостей.
4. Модель опыта Штерна.
5. Притяжение молекул.
6. Модели кристаллических решёток.
7. Наблюдение и исследование изопроецессов.

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

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

### **Тема 2. Термодинамика. Тепловые машины**

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

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

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

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

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

Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче.

Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы.

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

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

Максимальное значение КПД. Экологические аспекты использования тепловых двигателей. Тепловое загрязнение окружающей среды.

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

### ***Демонстрации***

1. Изменение температуры при адиабатическом расширении.
2. Сравнение удельных теплоёмкостей веществ.
3. Способы изменения внутренней энергии.
4. Исследование адиабатного процесса.

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

1. Исследование процесса остывания вещества.
2. Исследование адиабатного процесса.
3. Изучение взаимосвязи энергии межмолекулярного взаимодействия и температуры кипения жидкостей.

## **Тема 3. Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы**

Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций.

Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне).

Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса.

Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.

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

### ***Демонстрации***

1. Тепловое расширение.
2. Измерение силы поверхностного натяжения.
3. Опыты с мыльными плёнками.
4. Смачивание.
5. Капиллярные явления.
6. Модели неньютоновской жидкости.
7. Виды деформаций.
8. Наблюдение малых деформаций.

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

1. Изучение закономерностей испарения жидкостей.

2. Измерение удельной теплоты плавления льда.
3. Изучение свойств насыщенных паров.
4. Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении.
5. Измерение коэффициента поверхностного натяжения.
6. Измерение модуля Юнга.
7. Исследование зависимости деформации резинового образца от приложенной к нему силы.

## РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

### Тема 1. Электрическое поле

Элементарный электрический заряд. Его действие на электрические заряды.

Пробный заряд. Однородное электрическое поле.

Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного).

Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей.

Условие равновесия зарядов.

Параллельное соединение конденсаторов. Последовательное соединение конденсаторов.

Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.

*Технические устройства и технологические процессы:* генератор Ван де Граафа.

#### *Демонстрации*

1. Электрическое поле заряженных шариков.
2. Электрическое поле двух заряженных пластин.
3. Модель электростатического генератора (Ван де Граафа).
4. Устройство и действие конденсатора постоянной и переменной ёмкости.
5. Зарядка и разрядка конденсатора через резистор.

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

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

### Тема 2. Постоянный электрический ток

Напряжение  $U$  и ЭДС  $E$ . Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения.

Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа.

Тепловая мощность, выделяемая на резисторе.

Мощность источника тока. Конденсатор в цепи постоянного тока.

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

### ***Демонстрации***

1. Исследование зависимости силы тока от напряжения для резистора, лампы накаливания и светодиода.
2. Исследование зависимости силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.
3. Способы соединения источников тока, ЭДС батарей.
4. Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.

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

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

### **Тема 3. Токи в различных средах**

Электрическая проводимость различных веществ. Законы Фарадея для электролиза.

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

### ***Демонстрации***

1. Законы электролиза Фарадея.
2. Сравнение проводимости металлов и полупроводников.

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

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

## **ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ**

Способы измерения физических величин с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов и компьютерных датчиковых систем. Абсолютные и относительные погрешности измерений физических величин. Оценка границ погрешностей. Проведение косвенных измерений, исследований зависимостей физических величин, проверка предложенных гипотез (выбор из работ, описанных в тематических разделах «Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум»).

## **МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ**



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

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

**Математика:** Решение системы уравнений. Линейная функция, парабола, гипербола, их графики и свойства. Тригонометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс; основное тригонометрическое тождество. Векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов.

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

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

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

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

## **11 класс**

### **РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

#### **Тема 4. Магнитное поле**

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

*Технические устройства и технологические процессы:* электромагнитов, тестер-мультиметр, электродвигатель Якоби.

#### **Демонстрации**

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

**Ученический эксперимент, лабораторные работы, практикум**

1. Исследование магнитного поля постоянных магнитов.
2. Исследование свойств ферромагнетиков.
3. Измерение силы Ампера.
4. Изучение зависимости силы Ампера от силы тока.
5. Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера.

### **Тема 5. Электромагнитная индукция**

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

ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле.

Правило Ленца. Индуктивность. Катушка индуктивности в цепи постоянного тока.

Явление самоиндукции. ЭДС самоиндукции.

Энергия магнитного поля катушки с током.

Электромагнитное поле.

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

### **Демонстрации**

1. Падение магнита в алюминиевой (медной) трубе.
2. Исследование зависимости ЭДС самоиндукции от скорости изменения силы тока в цепи.

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

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

## **РАЗДЕЛ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

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

Кинематическое и динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания.

Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения.

Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника.

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

Автоколебания.

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

### **Демонстрации**

1. Запись колебательного движения.
2. Наблюдение независимости периода малых колебаний груза на нити от амплитуды.

3. Исследование затухающих колебаний и зависимости периода свободных колебаний от сопротивления.

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

5. Закон сохранения энергии при колебаниях груза на пружине.

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

1. Измерение периода свободных колебаний нитяного и пружинного маятников.

2. Изучение законов движения тела в ходе колебаний на упругом подвесе.

3. Изучение движения нитяного маятника.

4. Преобразование энергии в пружинном маятнике.

5. Исследование убывания амплитуды затухающих колебаний.

6. Исследование вынужденных колебаний.

#### **Тема 2. Электромагнитные колебания**

Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре.

Затухающие электромагнитные колебания.

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

Резонанс токов. Резонанс напряжений.

Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии.

#### ***Демонстрации***

1. Зависимость частоты свободных колебаний от индуктивности и ёмкости контура.

2. Генератор незатухающих электромагнитных колебаний.

3. Модель электромагнитного генератора.

4. Вынужденные синусоидальные колебания.

5. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока.

6. Резонанс при последовательном соединении резистора, катушки индуктивности и конденсатора.

7. Устройство и принцип действия трансформатора.

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

1. Изучение трансформатора.

2. Наблюдение электромагнитного резонанса.

3. Исследование работы источников света в цепи переменного тока.

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

Шумовое загрязнение окружающей среды.

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

#### ***Демонстрации***

1. Зависимость длины волны от частоты колебаний.

2. Акустический резонанс.

3. Свойства ультразвука и его применение.
4. Наблюдение связи громкости звука и высоты тона с амплитудой и частотой колебаний.
5. Обнаружение инфракрасного и ультрафиолетового излучений.

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

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

**Тема 4. Оптика**

Сферические зеркала. Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред.

Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет.

Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от её геометрии и относительного показателя преломления.

Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.

Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая система.

Примеры классических интерференционных схем.

*Технические устройства и технологические процессы:* просветление оптики.

***Демонстрации***

1. Законы отражения света.
2. Исследование преломления света.
3. Применение поляридов для изучения механических напряжений.

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

1. Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз.
2. Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы.
3. Получение изображения в системе из двух линз.
4. Конструирование телескопических систем.
5. Наблюдение дифракции, интерференции и поляризации света.
6. Изучение поляризации света, отражённого от поверхности диэлектрика.
7. Изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях.
8. Наблюдение и исследование дифракционного спектра.
9. Измерение длины световой волны.
10. Получение спектра излучения светодиода при помощи дифракционной решётки.

**РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

Пространственно-временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности.

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

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

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

## РАЗДЕЛ 7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

### Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм

Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза Планка о квантах.

Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.

*Технические устройства и технологические процессы:* спектрометр, туннельный микроскоп.

#### *Демонстрации*

1. Исследование зависимости сопротивления полупроводников от освещённости.

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

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

### Тема 2. Физика атома

Опыты по исследованию строения атома. Лазер.

#### *Демонстрации*

1. Устройство и действие счётчика ионизирующих частиц.
2. Определение длины волны лазерного излучения.

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

1. Исследование спектра разреженного атомарного водорода и измерение постоянной Ридберга.

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

Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия. Проблемы управляемого термоядерного синтеза.

Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.

Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия.

Единство физической картины мира.

*Технические устройства и технологические процессы:* термоядерный реактор, магнитно-резонансная томография.

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

1. Исследование радиоактивного фона с использованием дозиметра.
2. Изучение поглощения бета-частиц алюминием.

## РАЗДЕЛ 8. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ

Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов.

Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия.

## ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ

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

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

## ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ

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

Роль физики и астрономии в экономической, технологической, социальной и этической сферах деятельности человека; роль и место физики и астрономии в современной научной картине мира; значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории; роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира, место физической картины мира в общем ряду современных естественно-научных представлений о природе.

## МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ

Изучение курса физики углублённого уровня в 11 классе осуществляется с учётом содержательных межпредметных связей с курсами математики, биологии, химии, географии и технологии.

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

**Математика:** Решение системы уравнений. Тригонометрические функции: синус, косинус, тангенс, котангенс; основное тригонометрическое тождество. Векторы и их проекции на оси координат, сложение векторов. Производные элементарных функций. Признаки подобия треугольников, определение площади плоских фигур и объёма тел.

**Биология:** электрические явления в живой природе, колебательные движения в живой природе, экологические риски при производстве электроэнергии, электромагнитное загрязнение окружающей среды, ультразвуковая диагностика в медицине, оптические явления в живой природе.

**Химия:** строение атомов и молекул, кристаллическая структура твёрдых тел, механизмы образования кристаллической решётки, спектральный анализ.

**География:** магнитные полюса Земли, залежи магнитных руд, фотосъёмка земной поверхности, сейсмограф.

**Технология:** применение постоянных магнитов, электромагнитов, электродвигатель Якоби, генератор переменного тока, индукционная печь, линии электропередач, электродвигатель, радар, радиоприёмник, телевизор, антенна, телефон, СВЧ-печь, ультразвуковая диагностика в технике, проекционный аппарат, волоконная оптика, солнечная батарея, спутниковые приёмники, ядерная энергетика и экологические аспекты её развития.

### 3. Тематическое планирование

Тематическое планирование составлено с учетом Рабочей программы воспитания. Памятные даты выделены курсивом

**10 класс (68 часов)**

№	Тема	Кол-во уроков	ЦОР, ЭОР
<b>РАЗДЕЛ 1. НАУЧНЫЙ МЕТОД ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ (2 ч)</b>			
1.	<p>Эксперимент и теория в процессе познания природы. Наблюдение и эксперимент в физике. Способы измерения физических величин (аналоговые и цифровые измерительные приборы, компьютерные датчиковые системы).</p> <p>Погрешности измерений физических величин (абсолютная и относительная).</p> <p><i>День знаний</i></p>	1	
2.	<p>Моделирование физических явлений и процессов (материальная точка, абсолютно твёрдое тело, идеальная жидкость, идеальный газ, точечный заряд). Гипотеза. Физический закон, границы его применимости. Физическая теория. Знакомство с цифровой лабораторией по физике. Примеры измерения</p>	1	

	физических величин при помощи компьютерных датчиков. <i>Великие открытия</i>		
3.	Входная контрольная работа №1	1	
<b>РАЗДЕЛ 2. МЕХАНИКА (13 ч)</b>			
	<b>Кинематика</b>	<b>3</b>	
4.	Прямая и обратная задачи механики. Радиус-вектор материальной точки, его проекции на оси системы координат. Траектория.	1	
5.	Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Зависимость координат, скорости и ускорения материальной точки от времени и их графики.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/4718/start/47325/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/4718/start/47325/</a>
6.	Криволинейное движение. касательное (тангенциальное) и полное ускорение материальной точки.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3711/start/47122/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3711/start/47122/</a>
	<b>Динамика</b>	<b>4</b>	
7.	Неинерциальные системы отсчёта (определение, примеры).	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/6286/start/47238/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/6286/start/47238/</a>
8.	Зависимость ускорения свободного падения от высоты над поверхностью планеты и от географической широты. Движение небесных тел и их спутников. Законы Кеплера. <i>Освоение Космоса</i>	1	
9.	Вес тела, движущегося с ускорением.	1	
10.	Давление. Гидростатическое давление. Сила Архимеда.	1	



	<i>Великие мировые ученые - физики</i>		
	<b>Статика твёрдого тела</b>	<b>2</b>	
11.	Сложение сил, приложенных к твёрдому телу. Центр тяжести тела.	1	
12.	Условия равновесия твёрдого тела. Устойчивое, неустойчивое, безразличное равновесие.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/4720/start/270767/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/4720/start/270767/</a>
	<b>Законы сохранения в механике</b>	<b>4</b>	
13.	Центр масс системы материальных точек. Теорема о движении центра масс.	1	
14.	Момент импульса материальной точки. Представление о сохранении момента импульса в центральных полях. Работа силы на малом и на конечном перемещении. Графическое представление работы силы.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5895/start/138339/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5895/start/138339/</a>
15.	Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле. Потенциальная энергия тела в гравитационном поле однородного шара (внутри и вне шара). Вторая космическая скорость. Третья космическая скорость. <i>Космос: прошлое, будущее, настоящее</i>	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/6290/start/197453/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/6290/start/197453/</a>
16.	Уравнение Бернулли для идеальной жидкости как следствие закона сохранения механической	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5896/start/47771/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5896/start/47771/</a>

	энергии.		
	<b>РАЗДЕЛ 3. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (20 ч)</b>		
	<b>Основы молекулярно-кинетической теории</b>	<b>6</b>	
17.	Абсолютная температура (шкала температур Кельвина).	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5898/start/15462/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5898/start/15462/</a>
18.	Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ идеального газа).	1	
19.	Исследование процесса установления теплового равновесия при теплообмене между горячей и холодной водой.	1	
20.	Изучение изотермического процесса (рекомендовано использование цифровой лаборатории).	1	
21.	Изучение изохорного процесса.	1	
22.	Изучение изобарного процесса.	1	
	<b>Термодинамика. Тепловые машины</b>	<b>8</b>	
23.	Задание внешних условий для ТД системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры ТД системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне.	1	
24.	Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация ТД системы к тепловому равновесию	1	

25.	<p>Модель идеального газа в термодинамике — система уравнений: уравнение Менделеева—Клапейрона и выражение для внутренней энергии. Условия применимости этой модели: низкая концентрация частиц, высокие температуры. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа.</p> <p><i>Великие русские ученые</i></p>	1	
26.	<p>Квазистатические и нестатические процессы. Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на <math>pV</math>-диаграмме.</p>	1	
27.	<p>Теплопередача как способ изменения внутренней энергии ТД системы без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение.</p>	1	
28.	<p>Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Удельная теплота сгорания топлива. Расчёт количества теплоты при теплопередаче.</p>	1	
29.	<p>Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Количество теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии ТД системы.</p>	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/4723/start/15578/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/4723/start/15578/</a>

30.	<p>Второй закон термодинамики для равновесных процессов: через заданное равновесное состояние ТД системы проходит единственная адиабата. Абсолютная температура.</p> <p>Второй закон термодинамики для неравновесных процессов: невозможно передать теплоту от более холодного тела к более нагретому без компенсации (Клаузиус). Необратимость природных процессов.</p>	1	
	<b>Агрегатные состояния вещества. Фазовые переходы</b>	<b>6</b>	
31.	<p>Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара</p>	1	
32.	<p>Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций.</p>	1	
33.	<p>Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение. Ангармонизм тепловых колебаний частиц вещества как причина теплового расширения тел (на качественном уровне).</p>	1	
34.	<p>Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса.</p>	1	

35.	Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.	1	
36.	Полугодовая контрольная работа №2		
<b>РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (18 ч)</b>			
	<b>Электрическое поле</b>	<b>8</b>	
37.	Элементарный электрический заряд.	1	
38.	Действие электрического поля на электрические заряды. Пробный заряд. Однородное электрическое поле.	1	
39.	Потенциальность электростатического поля	1	
40.	Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для электростатического поля (как однородного, так и неоднородного).	1	
41.	Поле точечного заряда. Поле равномерно заряженной сферы. Поле равномерно заряженного по объёму шара. Поле равномерно заряженной бесконечной плоскости. Картины линий напряжённости этих полей и эквипотенциальных поверхностей	1	
42.	Параллельное соединение конденсаторов.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/37">https://resh.edu.ru/subject/lesson/37</a>

	Последовательное соединение конденсаторов.		53/start/48777/
43.	Движение заряженной частицы в однородном электрическом поле.	1	
44.	Конденсатор. Соединение конденсаторов. Наблюдение превращения энергии заряженного конденсатора в энергию излучения светодиода. Распределение разности потенциалов (напряжения) при последовательном соединении конденсаторов. Исследование разряда конденсатора через резистор.	1	
	<b>Постоянный электрический ток</b>	<b>8</b>	
45.	Напряжение $U$ и ЭДС $E$ .	1	
46.	Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и площади поперечного сечения.	1	
47.	Расчёт разветвлённых электрических цепей. Правила Кирхгофа.	1	
48.	Тепловая мощность, выделяемая на резисторе.	1	
49.	Конденсатор в цепи постоянного тока.	1	
50.	Исследование зависимости ЭДС гальванического элемента от времени при коротком замыкании.	1	
51.	Исследование разности потенциалов между полюсами источника тока от силы тока в цепи.	1	
52.	Исследование зависимости	1	

	полезной мощности источника тока от силы тока.		
	<b>Токи в различных средах</b>	<b>2</b>	
53.	Электрическая проводимость различных веществ	1	
54.	Законы Фарадея для электролиза.	1	
	<b>ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ (10 ч)</b>		
55.	Лабораторная работа №1 «Измерение ускорения при прямолинейном равноускоренном движении по наклонной плоскости».	1	
56.	Лабораторная работа №2 «Исследование зависимости пути от времени при равноускоренном движении».	1	
57.	Лабораторная работа №3 «Изучение движения тела по окружности с постоянной по модулю скоростью»	1	
58.	Лабораторная работа №4 «Измерение удельной теплоты плавления льда»	1	
59.	Лабораторная работа №5 «Измерение удельного сопротивления проводников»		1
60.	Лабораторная работа №6 «Исследование зависимости силы тока от напряжения для лампы накаливания»	1	
61.	Лабораторная работа №7 «Измерение абсолютной влажности воздуха и оценка массы паров в помещении»	1	

62.	Лабораторная работа №8 «Измерение коэффициента поверхностного натяжения»	1	
63.	Лабораторная работа №9 «Измерение модуля Юнга»	1	
64.	Лабораторная работа №10 «Исследование зависимости деформации резинового образца от приложенной к нему силы»	1	
	<b>Повторение</b>	<b>4</b>	
65.	Итоговая контрольная работа №3	1	
66.	Повторение (Механика)	1	
67.	Повторение (Термодинамика)	1	
68.	Повторение (Законы постоянного тока)	1	
	<b>11 класс</b>		
<b>РАЗДЕЛ 4. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (6 ч)</b>			
	<b>Магнитное поле</b>	<b>3</b>	
1.	Магнитное поле в веществе. Ферромагнетики, пара- и диа-магнетики. <i>День знаний</i>	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5902/start/8703/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5902/start/8703/</a>
2.	Исследование магнитного поля постоянных магнитов.	1	
3.	Исследование свойств ферромагнетиков	1	
	<b>Электромагнитная индукция</b>	<b>3</b>	
4.	Токи Фуко.	1	
5.	Катушка индуктивности в цепи постоянного тока.	1	
6.	Исследование явления самоиндукции.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5905/start/46858/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5905/start/46858/</a>



<b>РАЗДЕЛ 5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (28 ч)</b>			
	<b>Механические колебания</b>	<b>6</b>	
7.	Кинематическое и динамическое описание. Энергетическое описание (закон сохранения механической энергии). Вывод динамического описания гармонических колебаний из их энергетического и кинематического описания.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/4907/start/78497/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/4907/start/78497/</a>
8.	Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения.	1	
9.	Период малых свободных колебаний математического маятника.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3795/start/270796/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3795/start/270796/</a>
10.	Период свободных колебаний пружинного маятника.	1	
11.	Понятие о затухающих колебаниях.	1	
12.	Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая. Влияние затухания на вид резонансной кривой. Автоколебания.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5903/start/46945/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5903/start/46945/</a>
	<b>Электромагнитные колебания</b>	<b>7</b>	
13.	Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре	1	
14.	Затухающие электромагнитные колебания.	1	
15.	Синусоидальный переменный ток. Резистор,	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/59">https://resh.edu.ru/subject/lesson/59</a>

	конденсатор и катушка индуктивности в цепи синусоидального переменного тока.		04/start/72014/
16.	Резонанс токов. Резонанс напряжений.	1	
17.	Идеальный трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии.	1	
18.	Изучение трансформатора	1	
19.	Наблюдение электромагнитного резонанса	1	
	<b>Механические и электромагнитные волны</b>	<b>3</b>	
20.	Шумовое загрязнение окружающей среды.	1	
21.	Изучение параметров звуковой волны.	1	
22.	Изучение распространения звуковых волн в замкнутом пространстве.	1	
	<b>Оптика</b>	<b>12</b>	
23.	Сферические зеркала	1	
24.	Относительный показатель преломления. Постоянство частоты света и соотношение длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух оптических сред.	1	
25.	Ход лучей в призме. Дисперсия света. Сложный состав белого света. Цвет. Полное внутреннее	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3818/start/47999/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3818/start/47999/</a>
26.	Зависимость фокусного расстояния тонкой сферической линзы от её геометрии и относительного показателя преломления.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3843/start/270825/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3843/start/270825/</a>

27.	Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси. Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах.	1	
28.	Получение изображения в системе из плоского зеркала и линзы.	1	
29.	Получение изображения в системе из двух линз.	1	
30.	Оптические приборы. Разрешающая способность. Глаз как оптическая система.	1	
31.	Конструирование телескопических систем	1	
32.	Наблюдение интерференции. Примеры классических интерференционных схем. Изучение интерференции лазерного излучения на двух щелях.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5906/start/197573/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5906/start/197573/</a>
33.	Наблюдение дифракции света. Наблюдение и исследование дифракционного спектра. Получение спектра излучения светодиода при помощи дифракционной решётки.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3866/start/151456/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3866/start/151456/</a>
34.	Наблюдение поляризации света. Изучение поляризации света, отражённого от поверхности диэлектрика.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3853/start/48173/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3853/start/48173/</a>
	<b>РАЗДЕЛ 6. ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (2 ч)</b>		
	<b>Основы СТО</b>	<b>2</b>	
35.	Пространственно-	1	<a href="https://resh.edu.ru">https://resh.edu.ru</a>

	временной интервал. Преобразования Лоренца. Условие причинности.		<a href="/subject/lesson/5907/start/48231/">/subject/lesson/5907/start/48231/</a>
36.	Определение импульса и энергии релятивистских частиц (по фотографиям треков заряженных частиц в магнитном поле).	1	
<b>РАЗДЕЛ 7. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (11 ч)</b>			
	<b>Корпускулярно-волновой дуализм</b>	<b>5</b>	
37.	Равновесное тепловое излучение (излучение абсолютно чёрного тела). Закон смещения Вина. Гипотеза Планка о квантах.	1	
38.	Длина волны де Бройля и размеры области локализации движущейся частицы. Дифракция электронов на кристаллах.	1	
39.	Специфика измерений в микромире. Соотношения неопределённостей Гейзенберга.	1	
40.	Исследование фоторезистора.	1	
41.	Исследование зависимости силы тока через светодиод от напряжения.	1	
	<b>Физика атома</b>	<b>2</b>	
42.	Опыты по исследованию строения атома.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5845/start/151635/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5845/start/151635/</a>
43.	Исследование спектра разреженного атомарного водорода и измерение постоянной Ридберга	1	
	<b>Физика атомного ядра и элементарных частиц</b>	<b>4</b>	
44.	Радиоактивные изотопы в природе. Свойства ионизирующего	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/5909/start/48492/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/5909/start/48492/</a>

	излучения. Влияние радиоактивности на живые организмы. Естественный фон излучения. Дозиметрия. Исследование радиоактивного фона с использованием дозиметра.		
45.	Фундаментальные взаимодействия. Барионы, мезоны и лептоны. Представление о Стандартной модели. Кварк-глюонная модель адронов.	1	<a href="https://resh.edu.ru/subject/lesson/3900/start/8732/">https://resh.edu.ru/subject/lesson/3900/start/8732/</a>
46.	Физика за пределами Стандартной модели. Тёмная материя и тёмная энергия. Единство физической картины мира.	1	
47.	Изучение поглощения бета-частиц алюминием.	1	
<b>РАЗДЕЛ 8. ЭЛЕМЕНТЫ АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКИ (2 ч)</b>			
	<b>Элементы астрофизики</b>	<b>2</b>	
48.	Применимость законов физики для объяснения природы космических объектов. <i>Космос: прошлое, настоящее, будущее.</i> <i>Наследие К.Э. Циолковского</i>	1	
49.	Методы астрономических исследований. Современные оптические телескопы, радиотелескопы, внеатмосферная астрономия.	1	
	<b>ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ</b>	<b>13</b>	
50.	Лабораторная работа №1 «Измерение силы Ампера. Изучение зависимости	1	

	силы Ампера от силы тока»		
51.	Лабораторная работа №2 «Определение магнитной индукции на основе измерения силы Ампера»	1	
52.	Лабораторная работа №3 «Исследование явления самоиндукции»	1	
53.	Лабораторная работа №4 «Сборка модели электромагнитного генератора»	1	
54.	Лабораторная работа №5 «Измерение периода свободных колебаний нитяного маятников»	1	
55.	Лабораторная работа №6 «Изучение движения нитяного маятника»	1	
56.	Лабораторная работа №7 «Исследование убывания амплитуды затухающих колебаний»	1	
57.	Лабораторная работа №8 «Исследование вынужденных колебаний»	1	
58.	Лабораторная работа №9 «Измерение периода свободных колебаний пружинного маятников»	1	
59.	Лабораторная работа №10 «Исследование работы источников света в цепи переменного тока»	1	
60.	Лабораторная работа №11 «Измерение фокусного расстояния рассеивающих линз»	1	
61.	Лабораторная работа №12 «Измерение длины световой волны»		
62.	Лабораторная работа №13 «Измерение постоянной	1	

	Планка на основе исследования фотоэффекта»		
	<b>ОБОБЩАЮЩЕЕ ПОВТОРЕНИЕ</b>	<b>6</b>	
63.	Итоговая контрольная работа (ВПР)	1	
64.	Повторение (электромагнетизм)	1	
65.	Повторение (колебания и волны)	1	
66.	Повторение (оптика)	1	
67.	Повторение (квантовая физика)	1	
68.	Повторение (квантовая физика)	1	