



## **ПРОГРАММА СРЕДНЕГО (ПОЛНОГО) ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. ФИЗИКА. 10—11 классы. Углубленный уровень**

*Авторы: Г. Я. Мякишев, О. А. Крысанова*

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

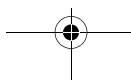
Предлагаемая рабочая программа реализуется в учебниках Г. Я. Мякишева, А. З. Синякова: «Физика. Механика. 10 класс». «Физика. Молекулярная физика. Термодинамика. 10 класс». «Физика. Колебания и волны. 11 класс». «Физика. Квантовая физика. 11 класс». Программа составлена на основе Фундаментального ядра содержания общего образования и Требований к результатам обучения, представленных в Стандарте среднего (полного) общего образования.

Программа определяет содержание и структуру учебного материала, последовательность его изучения, пути формирования системы знаний, умений и способов деятельности, развития, воспитания и социализации учащихся. Программа может использоваться в общеобразовательных учреждениях, реализующих углубленное обучение физике, в том числе и физико-математический профиль.

Программа включает пояснительную записку, в которой прописаны требования к личностным, предметным и метапредметным результатам обучения; содержание курса с перечнем разделов с указанием числа часов, отводимых на их изучение; тематическое планирование с определением основных видов учебной деятельности школьников (на уровне учебных действий и универсальных учебных действий); рекомендации по оснащению учебного процесса.

### **Общая характеристика учебного предмета**

Школьный курс физики является системообразующим для естественнонаучных предметов, поскольку физические законы являются основой содержания курсов химии, биологии, географии и астрономии. Физика вооружает



школьников научным методом познания, позволяющим получать объективные знания об окружающем мире. Освоение учащимися методов научного познания является основополагающим компонентом процессов формирования их научного мировоззрения, развития познавательных способностей, становления школьников субъектами учебной деятельности.

**Цели изучения физики в средней школе следующие:**

- формирование системы знаний об общих физических закономерностях, законах, теориях, представлений о действии во Вселенной физических законов, открытых в земных условиях;

- формирование умения исследовать и анализировать разнообразные физические явления и свойства объектов, объяснять принципы работы и характеристики приборов и устройств, объяснять связь основных космических объектов с геофизическими явлениями;

- овладение умениями выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования;

- овладение методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, описания и анализа полученной измерительной информации, определения достоверности полученного результата;

- формирование умений прогнозировать, анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности.

В основу курса физики положены как традиционные принципы построения учебного содержания (*принципы научности, доступности, системности*), так и идея, получившая свое развитие в связи с внедрением новых образовательных стандартов, — *принцип метапредметности*. Метапредметность как способ формирования системного мышления обеспечивает формирование целостной картины мира в сознании школьника. Метапредметность — принцип интеграции содержания образования, развивающий принципы *генерализации и гуманитаризации*. В соответствии с принципом генерализации выделяются такие стержневые понятия курса физики как энергия, взаимодействие, вещество, поле, структурные уровни материи. Реализация принципа гуманитаризации предполагает использование гуманитарного потенциала физической науки, осмысление связи

развития физики с развитием общества, мировоззренческих, нравственных, экологических проблем. Принцип метапредметности позволяет (на уровне вопросов, заданий после параграфов) в содержании физики выделять физические понятия, явления, процессы в качестве объектов для дальнейшего исследования в межпредметных и надпредметных (социальной практике) областях (метапонятия, метаявления, метапроцессы). Проектирование исследования учащегося на метапредметном уровне опирается как на его личные интересы, склонности к изучению физики, так и на общекультурный потенциал физической науки.

Для достижения метапредметных образовательных результатов (одним из индикаторов может служить сформированность регулятивных, познавательных и коммуникативных универсальных учебных действий) возможно использование следующих средств и форм обучения: межпредметные и метапредметные задания, метапредметный урок (предметный урок и метапредметная тема), межпредметный и метапредметный проекты, элективные метакурсы, спроектированные на основании метапредметных заданий, системообразующим объектом в которых выступают физические понятия, явления, процессы и т. д.

В соответствии с целями обучения физике учащихся средней школы и сформулированными выше принципами, положенными в основу курса физики, он имеет следующее содержание и структуру.

В 10 классе изучаются следующие разделы: механика, молекулярная физика и термодинамика, электростатика, постоянный электрический ток. Курс физики в 10 классе начинается с введения «Зарождение и развитие научного взгляда на мир», описывающего методологию физики как исследовательской науки, отражающую процессуальный компонент (механизм) как становления, формирования, развития физических знаний, так и достижения современных образовательных результатов при обучении школьников физике (личностных, предметных и метапредметных).

В программу курса физики 11 класса включено изучение разделов «Электродинамика» (кроме тем «Электростатика» и «Постоянный электрический ток»), «Колебания и волны», «Оптика» и «Квантовая физика».

Программа курса предусматривает выполнение обязательного лабораторного практикума, выполняющего функцию источника получения новых знаний учащимися. При выполнении лабораторных работ школьники обучаются планированию и организации эксперимента, систематизации и



методам обработки результатов измерений, сравнению результатов измерений, полученных при одинаковых и различных условиях эксперимента и др. При подготовке к выполнению лабораторных работ учащиеся самостоятельно изучают различные вопросы, связанные как с проведением физического эксперимента, так и с его содержанием.

### **Место предмета в учебном плане**

Программа по физике для среднего общего образования составлена из расчета 5 учебных часов в неделю (350 учебных часов за два года обучения) для изучения физики учащимися на углубленном уровне. На выполнение лабораторного практикума отводится около 20% учебного времени. Профильный курс физики является углубленным содержанием продолжением курса физики для основной школы.

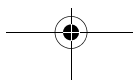
### **Результаты освоения курса**

**Личностными результатами** обучения физике в средней школе являются:

- положительное отношение к российской физической науке;
- оговность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- умение управлять своей познавательной деятельностью.

**Метапредметными результатами** обучения физике в средней школе являются:

- использование умений различных видов познавательной деятельности (наблюдение, эксперимент, работа с книгой, решение проблем, знаково-символическое оперирование информацией и др.);
- применение основных методов познания (системно-информационный анализ, моделирование, экспериментирование и др.) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- владеть интеллектуальными операциями — формулирование гипотез, анализ, синтез, оценка, сравнение, обобщение, систематизация, классификация, выявление причинно-следственных связей, поиск аналогии — в межпредметном и метапредметном контекстах;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации (проявление инновационной активности);



- умение определять цели, задачи деятельности, находить и выбирать средства достижения цели, реализовывать их и проводить коррекцию деятельности по реализации цели;
- использование различных источников для получения физической информации;
- умение выстраивать эффективную коммуникацию.

**Предметными результатами** обучения физике в средней школе на профильном уровне являются:

- давать определения изученным понятиям;
- объяснять основные положения изученных теорий;
- описывать и интерпретировать демонстрационные и самостоятельно проведенные эксперименты, используя естественный (родной) и символичный языки физики;
- самостоятельно планировать и проводить физический эксперимент, соблюдая правила безопасной работы с лабораторным оборудованием;
- исследовать физические объекты, явления, процессы;
- самостоятельно классифицировать изученные объекты, явления и процессы, выбирая основания классификации;
- обобщать знания и делать обоснованные выводы;
- структурировать учебную информацию, представляя результат в различных формах (таблица, схема и др.);
- критически оценивать физическую информацию, полученную из различных источников, оценивать ее достоверность;
- объяснять принципы действия машин, приборов и технических устройств, с которыми каждый человек постоянно встречается в повседневной жизни, владеть способами обеспечения безопасности при их использовании, оказания первой помощи при травмах, связанных с лабораторным оборудованием и бытовыми техническими устройствами;
- самостоятельно конструировать новое для себя физическое знание, опираясь на методологию физики как исследовательской науки и используя различные информационные источники;
- применять приобретенные знания и умения при изучении физики для решения практических задач, встречающихся как в учебной практике, так и в повседневной человеческой жизни;
- анализировать, оценивать и прогнозировать последствия для окружающей среды бытовой и производственной деятельности человека, связанной с использованием техники.



## СОДЕРЖАНИЕ КУРСА 10 класс (175 ч, 5 ч в неделю)

---

### **Введение (4 ч)**

*Зарождение и развитие научного взгляда на мир.* Необходимость познания природы. Наука для всех. Зарождение и развитие современного научного метода исследования.

*Основные особенности физического метода исследования.* Физика — экспериментальная наука. Приближенный характер физических теорий. Особенности изучения физики. Познаваемость мира.

Классическая механика Ньютона и границы ее применимости.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильмы. Посвященные зарождению и развитию современного научного метода познания, развитию физической науки, применению физических методов исследования в других областях научного знания.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *знать*: предмет и методы исследования физики. Структуру физических теорий, метод научного познания, особенности изучения физики.

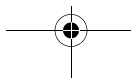
### **Механика (64 ч)**

*Кинематика точки. Основные понятия кинематики (18 ч).* Движение точки и тела. Прямолинейное движение точки. Координаты. Система отсчета. Средняя скорость при неравномерном движении. Мгновенная скорость. Описание движения на плоскости. Радиус-вектор. Ускорение. Скорость при движении с постоянным ускорением. Зависимость координат и радиуса-вектора от времени при движении с постоянным ускорением. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Равномерное движение точки по окружности. Центробежное ускорение. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения. Угловая скорость. Относительность движения. Преобразования Галилея.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— стрельба из пружинной пушки; движение водяной струи, вытекающей из бокового отверстия сосуда;

- равномерное и неравномерное движения;
- относительность движения.



### Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: поступательное движение; движение по окружности с постоянной по модулю скоростью; движение тела, брошенного под углом к горизонту; свободное падение тел; относительность движения;

— *знать* определения физических понятий: средняя скорость, мгновенная скорость, среднее ускорение, мгновенное ускорение, радиус-вектор, тангенциальное, нормальное и полное ускорения, центростремительное ускорение, угловая скорость;

— *понимать* смысл основных физических законов (принципов) уравнений: кинематические уравнения движения в векторной и скалярной формах для различных видов движения, преобразования Галилея;

— *измерять*: мгновенную скорость и ускорение при равномерном прямолинейном движении, центростремительное ускорение при равномерном движении по окружности;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет относительности движения).

*Динамика. Законы механики Ньютона (10 ч).* Основное утверждение механики. Материальная точка. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Сила. Связь между силой и ускорением. Второй закон Ньютона. Масса. Третий закон Ньютона. Понятие о системе единиц. Основные задачи механики. Состояние системы тел в механике. Принцип относительности в механике.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

— явление инерции (видео-демонстрация<sup>1</sup>);  
— связь между силой и ускорением (с помощью компьютерного или натурального эксперимента).

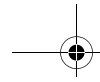
### Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: инерция, взаимодействие;

— *знать* определения физических понятий: материальная точка, модель в физике, инерциальная система отсчета, сила, масса, состояние системы тел;

— *понимать* смысл основных физических законов (принципов) уравнений: основное утверждение механики, законы Ньютона, принцип относительности в механике;

<sup>1</sup> В учебном процессе используются как готовые видео-демонстрации (цифровые образовательные ресурсы), так и собственные ученические и/или учительские коллекции.



- *измерять*: массу, силу;
- использовать полученные знания в повседневной жизни (на пример, учет инерции).

*Силы в механике (10 ч).* Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Равенство инертной и гравитационной масс. Первая космическая скорость. Деформация и сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость и перегрузки. Сила трения. Природа и виды сил трения. Сила сопротивления при движении тел в вязкой среде.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- явления (всемирного тяготения, деформации, трения (в том числе, в вязкой среде), невесомости и перегрузки (видео-демонстрации)).

**Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: всемирного тяготения, упругости, трения, невесомости и перегрузки;
- *знать* определения физических понятий: сила всемирного тяготения, инертная и гравитационная массы, первая космическая скорость, сила упругости, вес тела, силы трения;
- *понимать* смысл основных физических законов: закон всемирного тяготения, закон Гука;
- *измерять*: силу всемирного тяготения, силу упругости, силу трения, вес тела;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет трения при движении по различным поверхностям).

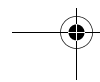
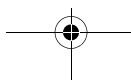
*Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции (4 ч).* Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно с постоянным ускорением. Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- различные неинерциальные системы отсчета (видео-демонстрации).

**Предметные результаты** изучения данной темы:

- *знать* определения физических понятий: неинерциальная система отсчета, силы инерции;
- *понимать* смысл основных физических законов: второй закон Ньютона для неинерциальной системы отсчета;
- *измерять*: центробежную силу;





— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет невесомости и перегрузок при движении в неинерциальных системах отсчета (лифт, самолет, поезд)).

*Законы сохранения в механике (10 ч).* Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивная сила. Уравнение Мещерского. Реактивный двигатель. Успехи в освоении космического пространства. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Столкновение упругих шаров. Уменьшение механической энергии под действием сил трения.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— реактивная сила (видео-демонстрации, натуральный эксперимент).

##### **Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: взаимодействие;
- *знать* определения физических понятий: импульс, работа силы, мощность, кинетическая энергия, потенциальная энергия, механическая (полная) энергия, консервативные и диссипативные силы, замкнутая (изолированная) система;
- *понимать* смысл основных физических законов (принципов) уравнений: закон сохранения импульса, уравнение Мещерского, закон сохранения механической энергии, теорема об изменении кинетической энергии, уравнение изменения механической энергии под действием сил трения;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, оценивание работы различных сил (при подъеме, скольжении или качении грузов), сравнение мощности различных двигателей).

*Движение твердых и деформируемых тел (4 ч).* Абсолютно твердое тело и виды его движения. Центр масс твердого тела. Теорема о движении центра масс. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— вращательное движение твердого тела.

##### **Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: вращательное движение;
- *знать* определения физических понятий: абсолютно твердое тело, центр масс, момент инерции, момент силы, момент импульса, угловое ускорение, внешние и внутренние силы;

— *понимать* смысл основных физических законов (принципов) уравнений: теорема о движении центра масс, основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела, закон сохранения момента импульса;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет законов вращательного движения при обучении фигурному катанию, гимнастической подготовке, обучении прыжкам в воду с высокого трамплина).

**Статика (4 ч).** Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Центр тяжести. Виды равновесия.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- виды равновесия;
- нахождение центра тяжести.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: равновесия твердого тела;
- *знать* определения физических понятий: момент силы, центр тяжести;
- *понимать* смысл основных физических законов (принципов): условия равновесия твердого тела;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при поиске устойчивого положения в различных обстоятельствах).

**Механика деформируемых тел (4 ч).** Виды деформаций твердых тел. Механические свойства твердых тел. Пластичность и хрупкость. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Гидродинамика. Ламинарное и турбулентное течения. Уравнение Бернулли. Подъемная сила крыла самолета.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- механические свойства твердых тел (видео-демонстрации и натурный эксперимент);
- закон Паскаля;
- закон Архимеда;
- ламинарное и турбулентное течения (видео-демонстрации).

**Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: деформации твердых тел, давление в жидкостях и газах, полет тел;
- *знать* определения физических понятий: механическое напряжение, относительное и абсолютное удлинения;

— *понимать* смысл основных физических законов уравнений: законы Гука, Паскаля и Архимеда, уравнение Бернулли;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при обучении плаванию различными техниками).

#### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (12 ч)

1. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.
2. Изучение второго закона Ньютона.
3. Исследование модели движения тела, брошенного под углом к горизонту.
4. Изучение закона сохранения импульса при соударении стальных шаров.
5. Изучение закона сохранения механической энергии.
6. Измерение КПД электродвигателя при поднятии груза.

#### Молекулярная физика. Термодинамика (34 ч)

*Развитие представлений о природе теплоты. Физика и механика. Тепловые явления. Краткий очерк развития представлений о природе тепловых явлений. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория.*

##### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильмы по тематике «Развитие представлений о тепловых явлениях».

##### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *знать* специфику статистической физики и термодинамики.

*Основы молекулярно-кинетической теории.* Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса молекул. Моль. Постоянная Авогадро. Броуновское движение. Силы взаимодействия молекул. Строение газообразных, жидких и твердых тел.

##### ДЕМОНСТРАЦИИ

— механическая/компьютерная модель броуновского движения;

— строения газообразных, жидких и твердых тел (видео-демонстрации);

— видеофильм про туннельный микроскоп, зондовый сканирующий микроскоп.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: броуновское движение, взаимодействие молекул;

— *знать* определения физических понятий: количество вещества, молярная масса;

— *понимать* смысл основных физических принципов: основные положения молекулярно-кинетической теории;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет различных свойств газообразных, жидких и твердых тел).

*Температура. Газовые законы.* Состояние макроскопических тел в термодинамике. Температура. Тепловое равновесие. Равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Газовые законы. Идеальный газ. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Газовый термометр. Применение газов в технике.

**ДЕМОНСТРАЦИИ**

— измерение температуры;  
— изотермический, изобарный и изохорный процессы;  
— видеофильм про применение газов в технике, различные температурные шкалы.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: тепловое равновесие;

— *знать* определения физических понятий: микроскопические и микроскопические тела, температура, равновесные и неравновесные процессы, идеальный газ, изотермический, изобарный и изохорный процессы, абсолютная температура;

— *понимать* смысл основных физических законов/уравнений: газовые законы, уравнение состояния идеального газа;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет свойств газов).

*Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.* Системы с большим числом частиц и законы механики. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура — мера средней кинетической энергии. Распределение Максвелла. Измерение скоростей молекул газа. Внутренняя энергия идеального газа.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

- статистическая закономерность распределения;
- модель давления газа.

### **Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: взаимодействие молекул;
- *знать* определения физических понятий: температура, средняя скорость движения молекул газа, средняя квадратичная скорость, средняя арифметическая скорость, число степеней свободы, внутренняя энергия идеального газа;
- *понимать* смысл основных физических принципов/уравнений: основное уравнение молекулярно-кинетической теории, распределение Максвелла;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при оперировании понятием «внутренняя энергия» в повседневной жизни).

*Законы термодинамики.* Работа в термодинамике. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. Статистическое истолкование необратимости процессов в природе. Тепловые двигатели. Максимальный КПД тепловых двигателей.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

- адиабатный процесс (видео-демонстрация);
- видеофильмы про необратимость процессов в природе
- модель теплового двигателя.

### **Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: необратимость процессов в природе;
- *знать* определения физических понятий: работа в термодинамике, количество теплоты, теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость, теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении, обратимый процесс, адиабатный процесс, вероятность макроскопического состояния (термодинамическая вероятность), КПД двигателя, цикл Карно;
- *понимать* смысл основных физических принципов / принципов уравнений: законы термодинамики, теорема Карно, принципы действия тепловой и холодильной машин;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет необратимости процессов в природе при проведении различных экспериментов).

*Взаимные превращения жидкостей и газов. Равновесие между жидкостью и газом. Насыщенные пары. Изотермы реального газа. Критическая температура. Критическое состояние. Кипение. Сжижение газов. Влажность воздуха.*

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- испарение различных жидкостей;
- различные стадии кипения.

#### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: испарение, конденсация, равновесие между жидкостью и газом, критическое состояние, кипение, сжижение газов, влажность воздуха;

— *знать* определения физических понятий: насыщенный и ненасыщенный пар, изотермы реального газа, критическая температура, абсолютная и относительная влажность воздуха, точка росы, удельная теплота парообразования / конденсации, парциальное давление водяного пара;

— *понимать* смысл основных физических законов / уравнений: зависимость температуры кипения жидкости от давления, диаграмма равновесных состояний жидкости и газа, зависимость удельной теплоты парообразования от температуры;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, уметь пользоваться приборами для измерения влажности, учет влажности при организации собственной жизнедеятельности).

*Поверхностное натяжение в жидкостях. Молекулярная картина поверхностного слоя. Поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления.*

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- поверхностное натяжение;
- смачивание;
- капиллярные явления.

#### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: поверхностное натяжение, смачивание, капиллярные явления;

— *знать* определения физических понятий: поверхностная энергия, сила поверхностного натяжения, мениск, давление под искривленной поверхностью жидкости, высота поднятия жидкости в капилляре;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов уравнений: зависимость высоты поднятия жидкости в капилляре от поверхностного натяжения, радиуса канала капилляра и плотности жидкости; влияние кривизны поверхности на давление внутри жидкости;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет капиллярных явлений в быту).

*Твердые тела и их превращение в жидкости.* Кристаллические тела. Кристаллическая решетка. Аморфные тела. Жидкие кристаллы. Дефекты в кристаллах. Объяснение механических свойств твердых тел на основе молекулярно-кинетической теории. Плавление и отвердевание. Изменение объема тела при плавлении и отвердевании. Тройная точка.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- кристаллические и аморфные тела;
- видеофильм про жидкие кристаллы.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: плавление и отвердевание, изменение объема тела при плавлении и отвердевании, дефекты в кристаллах;

— *знать* определения физических понятий: кристаллические и аморфные тела, кристаллическая решетка, жидкие кристаллы, удельная теплота плавления, полиморфизм, анизотропия, фазовые переходы первого и второго рода, тройная точка;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов: зависимость температуры плавления от давления, зависимость типа кристалла от характера взаимодействия атомов и молекул, образующих кристалл;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при замораживании продуктов, при покупке мониторов, изготовленных на технологии «жидких кристаллов»).

*Тепловое расширение твердых и жидких тел.* Тепловое расширение тел. Тепловое линейное расширение. Тепловое объемное расширение. Учет и использование теплового расширения тел в технике.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- тепловое расширение тел (видео-демонстрация или натурный эксперимент).

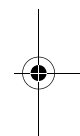
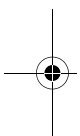


### **Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: тепловое линейное и объемное расширение, расширение воды;
- *знать* определения физических понятий: температурные коэффициенты линейного и объемного расширения;
- *понимать* смысл основных физических уравнений: взаимосвязь между температурными коэффициентами линейного и объемного расширения;
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет расширения тел при нагревании, особенностей воды при замораживании).

### **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (8 ч)**

1. Опытная проверка закона Гей-Люссака.
2. Определение процентного содержания влаги в мокром снеге.
3. Изучение распределения молекул идеального газа по скоростям (компьютерное моделирование).
4. Изучение идеальной тепловой машины Карно (компьютерное моделирование).
5. Изучение теплового взаимодействия (компьютерное моделирование).
6. Измерение модуля Юнга резины.
7. Измерение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел.
8. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.



### **Электродинамика (34 ч)**

*Введение.* Роль электромагнитных сил в природе и технике. Электрический заряд и элементарные частицы.

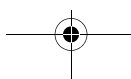
#### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

— видеофильм про электромагнитные силы в природе и технике.

### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *знать*: понятия электрический заряд, элементарные частицы.

*Электростатика.* Электризация тел. Закон Кулона. Единицы электрического заряда. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика.





Оценка предела прочности и модуля Юнга ионных кристаллов.

Близкодействие и действие на расстоянии. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Линии напряженности электрического поля. Теорема Гаусса. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков.

Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле. Энергия взаимодействия точечных зарядов. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов. Связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Измерение разности потенциалов. Экспериментальное определение элементарного электрического заряда.

Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского заряда. Различные типы конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженных конденсаторов и проводников. Применения конденсаторов.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— электризация тел.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: электризация тел, взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика, электростатическая защита, поляризация диэлектрика;

— *знать* определения физических понятий: электрическое поле, электростатическое поле, напряженность электрического поля, линии напряженности электрического поля, однородное поле, поверхностная плотность электрического заряда, объемная плотность электрического заряда, поток напряженности электрического поля, потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле, энергия взаимодействия точечных зарядов, потенциал электростатического поля, эквипотенциальные поверхности, электрическая емкость, емкость плоского конденсатора, энергия электрического поля;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: закон Кулона, принцип суперпозиции полей, теорема Гаусса, применение теоремы Гаусса к расчету различных электростатических полей, связь между напряженностью электростатического поля и разностью по-

тенциалов, зависимость емкости системы конденсаторов от типа их соединения;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет в быту явления электризации тел).

*Постоянный электрический ток.* Электрический ток. Плотность тока. Сила тока. Электрическое поле проводника с током. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Зависимость электрического сопротивления от температуры. Сверхпроводимость. Работа и мощность тока. Закон Джоуля — Ленца. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления.

Электродвижущая сила. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Работа и мощность тока на участке цепи, содержащем ЭДС. Расчет сложных электрических цепей.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильм про сверхпроводимость.

#### Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: сопротивление, сверхпроводимость;

— *знать* определения физических понятий: электрический ток, плотность тока, сила тока, напряжение проводника, сопротивление проводника, работа тока, мощность тока. Электродвижущая сила (ЭДС), шунт к амперметру, добавочное сопротивление;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: закон Ома для участка цепи, закон Ома в дифференциальной форме, зависимость электрического сопротивления от температуры, закон Джоуля—Ленца, закономерности последовательного и параллельного соединения проводников, закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, правила Кирхгофа;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, при соблюдении правил техники безопасности при работе с электрическими приборами, понимание принципа работы аккумулятора).

#### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (8 ч)

1. Измерение емкости конденсатора.
2. Измерение удельного сопротивления проводника.

3. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.
4. Изучение цепи постоянного тока, содержащей ЭДС.
5. Сборка и градуировка омметра.
6. Расширение предела измерения вольтметра/амперметра.

### **Резервное время (11 ч)**

11 класс (175 ч, 5 ч в неделю)

---

### **Электродинамика (32 ч)**

*Электрический ток в различных средах.* Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость металлов. Справедливость закона Ома. Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Закон электролиза. Техническое применение электролиза. Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Различные типы самостоятельного разряда и их техническое применение. Плазма. Электрический ток в вакууме. Двухэлектродная электронная лампа — диод. Трехэлектродная электронная лампа — триод. Электронные пучки. Электронно-лучевая трубка. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная электропроводимость полупроводников. Электронно-дырочный переход (*p-n*-переход). Полупроводниковый диод. Транзистор. Термисторы и фоторезисторы.

#### **ДЕМОНСТРАЦИИ**

— видеофильм про техническое применение электролиза, плазму, различные типы самостоятельного разряда и их техническое применение;

— полупроводниковая электроника: электронные лампы разных габаритов, полупроводниковые диоды и транзисторы, печатные платы и сборка на них электронных схем. Интегральные схемы (как отдельные функциональные элементы), большие интегральные схемы (БИС).

#### **Предметные результаты изучения данной темы:**

— *объяснять* явления: электронная проводимость металлов, электрический ток в растворах и расплавах электролитов, электрический ток в газах, электрический ток в вакууме, электрический ток в полупроводниках;

— *знать* определения физических понятий: проводники, диэлектрики, носители электрического заряда, электролитическая диссоциация, самостоятельный и несамоостоятельный разряды, электронная эмиссия, вольтамперная характеристика, диод, триод, электронно-лучевая трубка, донорные и акцепторные примеси, *p-n*-переход;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов: границы применимости закона Ома, закон электролиза;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, использование знаний полупроводниковой физики при выборе различной цифровой техники).

**Магнитное поле тока.** Магнитные взаимодействия. Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции. Поток магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Закон Био—Савара—Лапласа. Закон Ампера. Системы единиц для магнитных взаимодействий. Применения закона Ампера. Электроизмерительные приборы. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Применение силы Лоренца. Циклический ускоритель.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— проводник с током — источник и индикатор магнитного поля;

— опыт Эрстеда;

— видеофильм про современные ускорители заряженных частиц.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: возникновение магнитного поля, магнитные взаимодействия, действие магнитного поля на проводник с током, действие магнитного поля на движущийся заряд;

— *знать* определения физических понятий: магнитная индукция, поток магнитной индукции, линии магнитной индукции, сила Ампера, сила Лоренца, векторное произведение, радиационные пояса Земли, масс-спектрограф;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов уравнений: принцип суперпозиции, закон Био—Савара—Лапласа (в векторной и скалярной формах), закон Ампера (в векторной и скалярной формах). формула для расчета силы Лоренца (в векторной и скалярной формах), правила определения направления сил Ампера и Лоренца, связь между скоростью света и магнитной и электрической посто-

янными, теорема о циркуляции вектора магнитной индукции;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, понимание информации об изменении магнитного поля Земли и его влиянии на самочувствие человека, использование знаний при работе с электроизмерительными приборами).

*Электромагнитная индукция.* Открытие электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции в движущихся проводниках. Индукционные токи в массивных проводниках. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— явление электромагнитной индукции;  
— принцип генерации переменного тока;  
— индукционные токи в массивных проводниках (видео-демонстрация);  
— трансформация переменного тока.

#### Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: электромагнитная индукция, самоиндукция;

— *знать* определения физических понятий: вихревое электрическое поле, ЭДС индукции в движущихся проводниках, индукционный ток, индуктивность, энергия магнитного поля;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: правило Ленца, закон электромагнитной индукции, фундаментальное свойство электромагнитного поля (Дж. Максвелл);

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, понимать причину потерь энергии в электротехнических устройствах).

*Магнитные свойства вещества.* Магнитная проницаемость — характеристика магнитных свойств веществ. Три класса магнитных веществ. Объяснение пара- и диамагнетизма. Основные свойства ферромагнетиков. О природе ферромагнетизма. Применение ферромагнетиков.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильм про парамагнетики, диамагнетики и ферромагнетики.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: парамагнетизм, диамагнетизм, ферромагнетизм;
- *знать* определения физических понятий: магнитная проницаемость, намагниченность, спин электрона, домены, магнитный гистерезис;
- *понимать* смысл основных физических уравнений: зависимость намагниченности ферромагнетика от величины магнитной индукции поля в отсутствие среды (кривая намагничивания);
- *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет явления намагничивания и размагничивания при работе с цифровыми носителями информации).

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (8 ч)**

1. Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников.
2. Изучение процесса прохождения электрического тока в растворах электролитов.
3. Изучение полупроводникового диода.
4. Изучение процессов выпрямления переменного тока.
5. Изучение процесса прохождения тока в биполярном транзисторе.

**Колебания и волны (36 ч)**

*Механические колебания.* Классификация колебаний. Уравнение движения груза, подвешенного на пружине. Уравнение движения математического маятника. Гармонические колебания. Период и частота гармонических колебаний. Фаза колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Превращения энергии. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение гармонических колебаний. Спектр колебаний. Автоколебания.

**ДЕМОНСТРАЦИИ**

- различные виды колебательного движения;
- резонанс;
- видеофильм про автоколебания.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

- *объяснять* явления: колебательное движение, свободные, затухающие и вынужденные колебания, резонанс, ав-

токолебания, превращение энергии при гармонических колебаниях;

— *знать* определения физических понятий: гармонические колебания, пружинный и математический маятники, период, частота, циклическая (круговая) частота, амплитуда, фаза гармонических колебаний, скорость и ускорение при гармонических колебаниях, спектр колебаний, собственная частота;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: зависимость частоты и периода свободных колебаний от свойств системы, уравнения движения для груза, подвешенного на пружине, и математического маятника, уравнения движения для затухающих и вынужденных колебаний, метод векторных диаграмм, закон сохранения энергии для гармонических колебаний;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет явления резонанса, понимание функционирования сердца человека как автоколебательной системы).

*Электрические колебания.* Свободные и вынужденные электрические колебания. Процессы в колебательном контуре. Формула Томсона. Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Ламповый генератор. Генератор на транзисторе.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— переменный ток (видео-демонстрация).

#### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: свободные и вынужденные электрические колебания, процессы в колебательном контуре, резистор в цепи переменного тока, катушка индуктивности в цепи переменного тока, емкость в цепи переменного тока, резонанс в электрической цепи;

— *знать* определения физических понятий: переменный электрический ток, действующие значения силы тока и напряжения, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности, обратная связь в генераторе на транзисторе;

— *понимать* смысл основных физических законов: / формула Томсона, закон Ома для цепи переменного тока;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, понимание обратной связи).

*Производство, передача, распределение и использование электрической энергии.* Генерирование электрической энергии. Генератор переменного тока. Трансформатор. Выпрямление переменного тока. Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора трехфазного тока. Соединение потребителей электрической энергии. Асинхронный электродвигатель. Трехфазный трансформатор. Производство и использование электрической энергии. Передача и распределение электрической энергии. Эффективное использование электрической энергии.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильм про производство, передачу, распределение и эффективное использование электрической энергии.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: генерирование электрической энергии, выпрямление переменного тока, соединение потребителей электрической энергии, передача и распределение электрической энергии;

— *знать* определения физических понятий: генератор переменного тока, трансформатор, коэффициент полезного действия трансформатора, трехфазный ток, асинхронный электродвигатель;

— *понимать* смысл основных физических законов уравнений: закон Ома для цепи переменного тока, мощность в цепи переменного тока;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, эффективное использование электроэнергии в быту, понимание включенности каждого потребителя электроэнергии в энергосистему города / региона / страны).

*Механические волны. Звук.* Волновые явления. Поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Продольные волны. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны как свободные колебания тел. Волны в среде. Звуковые волны. Скорость звука. Музыкальные звуки и шумы.

Громкость и высота звука. Тембр. Диапазоны звуковых частот. Акустический резонанс. Излучение звука. Ультразвук и инфразвук. Интерференция волн. Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн. Преломление волн. Дифракция волн.



## ДЕМОНСТРАЦИИ

— различные виды волн (видео-демонстрация или натуральный эксперимент).

### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: волновой процесс, излучение звука, интерференция и дифракция волн, отражение и преломление волн, акустический резонанс, образование стоячей волны, музыкальные звуки и шумы;

— *знать* определения физических понятий: поперечные и продольные волны, плоская и сферическая волны, энергия волны, длина волны, скорость распространения волны, скорость звука, громкость и высота звука, тембр, волновая поверхность, луч, волновой фронт, инфразвук, ультразвук, когерентные волны, интерференционная картина;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: уравнение бегущей волны, принцип Гюйгенса, условия максимума и минимума интерференции, закон преломления волн;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, уметь отличать музыкальные звуки от шума).

*Электромагнитные волны.* Связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями. Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Излучение электромагнитных волн. Классическая теория излучения. Энергия электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Изобретение радио А. С. Поповым. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование колебаний. Простейший радиоприемник. Супергетеродинный приемник. Распространение радиоволн. Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи.

## ДЕМОНСТРАЦИИ

— опыты Герца;

— видеофильм про радиосвязь и телевидение;

— свойства электромагнитных волн.

### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: возникновение электромагнитного поля, передача электромагнитных взаимодействий, поглощение, отражение, преломление, интерференция электромагнитных волн, распространение радиоволн, радиолокация, образование видеосигнала;

— *знать* определения физических понятий: ток смещения, электромагнитная волна, вибратор Герца, скорость рас-



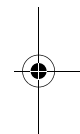
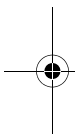
пространения электромагнитных волн, энергия электромагнитной волны, плотность потока электромагнитного излучения, детектирование, амплитудная модуляция;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями, классическая теория излучения, принципы радиосвязи;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, понимать принципы функционирования мобильной (сотовой) связи, понимать тенденции развития телевидения (переход «на цифру»)).

### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (12 ч)

1. Изучение цепи переменного тока.
2. Изучение резонанса в цепи переменного тока.
3. Измерение коэффициента мощности цепи переменного тока.
4. Изучение однофазного трансформатора.
5. Измерение емкости конденсатора и индуктивности катушки.
6. Изучение автоколебаний.
7. Ознакомление с процессами модуляции и демодуляции (детектирования) электромагнитных колебаний.
8. Изучение поперечных волн в струне с закрепленными концами.
9. Изучение свойств звуковых волн.



### Оптика (18 ч)

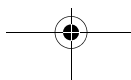
Развитие взглядов на природу света.

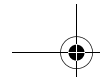
*Геометрическая оптика.* Световые лучи. Закон прямолинейного распространения света. Фотометрия. Сила света. Освещенность. Яркость. Фотометры.

Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Отражение света. Плоское зеркало. Сферическое зеркало. Построение изображений в сферическом зеркале. Увеличение зеркала.

Преломление света. Полное отражение. Преломление света в плоскопараллельной пластинке и треугольной призме.

Преломление на сферической поверхности. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула линзы. Построение изображений в тонкой линзе. Увеличение линзы. Освещенность изображения, даваемого линзой. Не-





достатки линз. Фотоаппарат. Проекционный аппарат. Глаз. Очки. Лупа. Микроскоп. Зрительные трубы. Телескопы.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

— тень и полутень, зеркальное и рассеянное отражение, равенство угла отражения углу падения;

— преломление света, полное внутреннее отражение;

— прохождение света через плоскопараллельную пластинку и треугольную призму;

— прохождение света через собирающую и рассеивающую линзы с разным фокусным расстоянием;

— видеофильм про оптические приборы.

#### **Предметные результаты** изучения данной темы:

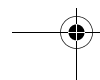
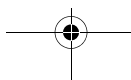
— *объяснять* явления: прямолинейное распространение света, отражение и преломление света, полное отражение света, рефракция света, мираж, абберрация;

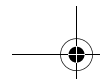
— *знать* определения физических понятий: поток излучения, относительная спектральная световая эффективность, сила света, точечный источник, освещенность, яркость, плоское зеркало, сферическое зеркало, фокус, мнимый фокус, фокальная плоскость, оптическая сила сферического зеркала, увеличение зеркала, главная оптическая ось, побочная оптическая ось, показатель преломления, предельный угол полного отражения, световод, тонкая линза, фокусное расстояние и оптическая сила линзы;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: закон освещенности, принцип Ферма, законы геометрической оптики, формула сферического зеркала и линзы, принципы построения изображений в сферическом зеркале и линзе, правило знаков при использовании формулы тонкой линзы;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, коррекция зрения с помощью подбора очков, линз, выбор фотоаппарата, опираясь на знание его оптических характеристик).

*Световые волны.* Скорость света. Дисперсия света. Интерференция света. Наблюдение интерференции в оптике. Длина световой волны. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Некоторые применения интерференции. Дифракция света. Теория дифракции. Дифракция Френеля на простых объектах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Разрешающая способность микроскопа и телескопа. Поперечность световых волн. Поляризация света.





Поперечность световых волн и электромагнитная теория света.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

— разложение белого света при прохождении через призму;

— интерференция (в бипризме Френеля, в тонких пленках, кольца Ньютона) и дифракция (на круглом отверстии, круглом экране, длинной узкой щели) света;

— разложение белого света дифракционной решеткой, прохождение монохроматического света через дифракционную решетку;

— прохождение света через поляризатор и анализатор.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: интерференция, дифракция, дисперсия и поляризация света;

— *знать* определения физических понятий: скорость света, монохроматическая волна, интерференционная и дифракционная картины, когерентные волны, зоны Френеля, векторные диаграммы, разрешающая способность оптических приборов;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: принцип Гюйгенса-Френеля, условие минимума и максимума интерференционной и дифракционной картин, электромагнитная теория света;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, оценивать пределы разрешающей способности различных оптических приборов).

*Излучение и спектры.* Виды излучений. Источники света. Спектры и спектральные приборы. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных излучений.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

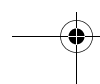
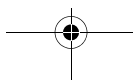
— линейчатый спектр;

— видеофильм про использование спектрального анализа в различных сферах науки и деятельности человека;

— шкала электромагнитных излучений.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: излучение света (тепловое излучение, электролюминесценция, катодолюминесценция, хемилюминесценция, фотолюминесценция);



— *знать* определения физических понятий: спектр излучения, интенсивность электромагнитного излучения, спектральные приборы, непрерывные и линейчатые спектры, спектральный и рентгеноструктурный анализ, ультрафиолетовое и инфракрасное излучения, рентгеновские лучи;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: механизм излучения света веществом;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, знать положительное и отрицательное влияние ультрафиолетового излучения на человеческий организм).

### Основы теории относительности (4 ч)

Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты теории относительности. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Относительность расстояний. Относительность промежутков времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Зависимость массы от скорости. Синхрофазотрон. Связь между массой и энергией.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильм про становление специальной теории относительности.

#### Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: относительность одновременности, относительность расстояний, относительность промежутков времени;

— *знать* определения физических понятий: собственное время, релятивистский импульс, масса покоя, энергия покоя, релятивистская кинетическая энергия;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: постулаты теории относительности, преобразования Лоренца, релятивистский закон сложения скоростей, зависимость массы от скорости, релятивистское уравнение движения, принцип соответствия, формула Эйнштейна, релятивистское соотношение между энергией и импульсом;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, учет относительности при оценке расстояний, скорости).

## Квантовая физика (40 ч)

*Световые кванты. Действия света.* Зарождение квантовой теории. Фотоэффект. Теория фотоэффекта. Фотоны. Применение фотоэффекта. Давление света. Химическое действие света. Фотография. Запись и воспроизведение звука в кино.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

— явления, происходящие при освещении различными источниками света заряженной цинковой пластинки, соединенной с электроскопом;  
— видеофильм про становление и развитие фотографического искусства.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: равновесное тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона, давление света, химическое действие света, запись и воспроизведение звука;  
— *знать* определения физических понятий: абсолютно черное тело, квант, фотон, энергия и импульс фотона;  
— *понимать* смысл основных физических законов / принципов: гипотеза Планка, теория фотоэффекта;  
— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, понимание принципов создания фотографии).

*Атомная физика. Квантовая теория.* Спектральные закономерности. Строение атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Экспериментальное доказательство существования стационарных состояний. Трудности теории Бора. Квантовая механика. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волны вероятности. Интерференция вероятностей. Многоэлектронные атомы. Квантовые источники света — лазеры.

### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильм про опыты Резерфорда;  
— лазеры.

**Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: излучение света атомом, корпускулярно-волновой дуализм;  
— *знать* определения физических понятий: модель Томсона, планетарная модель атома, модель атома водорода по Бору, энергия ионизации, волны вероятности, лазер, индуцированное излучение, нелинейная оптика;



— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: спектральные закономерности, постулаты Бора, гипотеза де Бройля, соотношение неопределенностей Гейзенберга, принцип Паули, периодическая система Менделеева, принцип действия лазеров;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, оценивать «энергетический выход» лазерного излучения, используемого в медицинских целях).

*Физика атомного ядра.* Атомное ядро и элементарные частицы. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Открытие естественной радиоактивности. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Радиоактивные превращения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Правило смещения. Искусственное превращение атомных ядер. Открытие нейтрона. Строение атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор. Термоядерные реакции. Применение ядерной энергии. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— действие газоразрядного счетчика;  
— видеофильмы про методы наблюдения и регистрации элементарных частиц, ядерный реактор, использование радиоактивного излучения в различных целях.

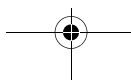
#### **Предметные результаты** изучения данной темы:

— *объяснять* явления: естественная и искусственная радиоактивность;

— *знать* определения физических понятий: альфа-, бета- и гамма-излучения, период полураспада, изотопы, нейтрон, протон, ядерные силы, сильное взаимодействие, диаграммы Фейнмана, виртуальные частицы, мезоны, нуклоны, энергия связи атомных ядер, удельная энергия связи, энергетический выход ядерных реакций, ядерный реактор, критическая масса, термоядерные реакции, доза излучения;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов / уравнений: закон радиоактивного распада, правило смещения;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, знать способы защиты от радиоактивных излучений).



*Элементарные частицы.* Три этапа в развитии физики элементарных частиц. Открытие позитрона. Античастицы. Распад нейтрона. Открытие нейтрино. Промежуточные бозоны — переносчики слабых взаимодействий. Сколько существует элементарных частиц. Кварки. Взаимодействие кварков. Глюоны.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

— видеофильм про открытие различных элементарных частиц.

#### Предметные результаты изучения данной темы:

— *объяснять* явления: слабое взаимодействие, взаимодействие кварков;

— *знать* определения физических понятий: античастица, позитрон, нейтрино, промежуточные бозоны, лептоны, адроны, барионы, мезоны, кварки, глюоны;

— *понимать* смысл основных физических законов / принципов: гипотеза Паули, сущность распада элементарных частиц, единая теория слабых и электромагнитных взаимодействий.

#### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОПТИКЕ И КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ (8 ч)

1. Изучение закона преломления света.
2. Измерение показателя преломления стекла при помощи микроскопа.
3. Измерение фокусного расстояния рассеивающей линзы.
4. Сборка оптических систем.
5. Исследование интерференции света.
6. Исследование дифракции света.
7. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки.
8. Изучение явлений фотоэффекта. Измерение работы выхода электрона.

#### Строение Вселенной (8 ч)

Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Общие характеристики планет. Планеты земной группы. Далекие планеты. Солнце и звезды. Строение и эволюция Вселенной.

#### ДЕМОНСТРАЦИИ

- фотографии планет, комет, спутников;
- типы телескопов.





**Предметные результаты изучения данной темы:**

— *объяснять* явления: возникновение приливов на Земле, солнечные и лунные затмения, явление метеора, существование хвостов комет, «разбегание» галактик;

— *знать* определения астрономических / физических понятий: геоцентрическая и гелиоцентрическая система отсчета, астрономическая единица, световой год, светимость звезд, планеты Солнечной системы, галактика;

— *понимать* смысл основных астрономических / физических законов / принципов / уравнений: гипотезы происхождения и развития Солнечной системы, закон Хаббла;

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни (например, критически оценивать астрономическую информацию в различных источниках).

**Значение физики для объяснения мира и развития производительных сил общества (2 ч)**

Единая физическая картина мира. Физика и научно-техническая революция.

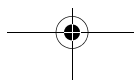
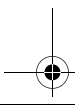
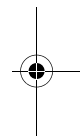
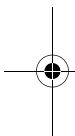
**ДЕМОНСТРАЦИИ**

— видеофильм про развитие технологий, базирующихся на достижениях современной физики.

**Предметные результаты изучения данной темы:**

— уметь структурировать, систематизировать и обобщать физические знания в виде физической картины мира (например, в форме схематического изображения).

**Резервное время (7 ч)**



## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 класс

(175 ч., 5 ч. в неделю)

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<b>ВВЕДЕНИЕ (4 ч)</b>	
<p><b>Зарождение и развитие научного взгляда на мир.</b> Необходимость познания природы. Наука для всех. Зарождение и развитие современного научного метода исследования.</p> <p><b>Основные особенности физического метода исследования.</b> Физика — экспериментальная наука. Приближенный характер физических теорий. Особенности изучения физики. Познаваемость мира.</p> <p>Классическая механика Ньютона и границы ее применимости</p>	<p>— Излагать свои мысли, обосновывать свою точку зрения, воспринимать и анализировать мнения собеседников (на материале подготовки дискуссии «Физика — наука для всех или удел единиц»);</p> <p>— измерять физические величины;</p> <p>— оценивать границы погрешностей измерений (в том числе, и при построении графиков);</p> <p>— указывать границы применимости механики Ньютона</p>
<b>МЕХАНИКА (64 ч)</b>	
<b>Кинематика точки. Основные понятия кинематики. Механика (64 ч)</b>	
<p>Движение точки и тела. Прямолинейное движение точки. Координаты. Система отсчета. Средняя скорость при неравномерном движении</p>	<p>— Представлять механическое движение тела в аналитической и графической формах (уравнения и графики зависимости координат и проекций скорости от времени);</p>

нии. Мгновенная скорость. Описание движения на плоскости. Радиус-вектор. Ускорение. Скорость при движении с постоянным ускорением. Зависимость координат и радиус-вектора от времени при движении с постоянным ускорением. Свободное падение. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Равномерное движение точки по окружности. Центробежное ускорение. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения. Угловая скорость. Относительность движения. Преобразования Галилея

— определять координаты, пройденный путь, скорость и ускорение тела по графикам и уравнениям зависимости координат и проекций скорости от времени;  
— экспериментально исследовать различные виды движения;  
— классифицировать виды, уравнения движения;  
— моделировать различные виды движения (например, на уровне аналитического описания и экспериментальной проверки своего движения в течение определенного промежутка времени);  
— приобретать опыт письменной коммуникации (например, при написании эссе «Моя система отсчета»);  
— оценивать значения различных параметров (например, свою среднюю скорость, развиваемую в течение дня; равномерность/неравномерность появления сообщений в Интернете);  
— использовать различные источники информации (например, при определении значения и происхождения терминов «вектор» и «скаляр»);  
— выступать свою будущую образовательную траекторию в аспекте профессионального самоопределения (например, при подготовке ответа на вопрос: «Каким образом составляется расписание движения различных транспортных средств? Кто этим занимается? Где осуществляют подготовку таких специалистов?»);  
— оценивать успехи России (например, определение технологических областей, в которых Россия преуспела за последние 10 лет)

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>Контрольные работы по темам<sup>1</sup>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— «Равномерное прямолинейное движение. <p>Средний модуль скорости произвольного движения»;</p></li> <li>— «Прямолинейное равноускоренное движение»;</li> <li>— «Движение тела, брошенного под углом к горизонту»;</li> <li>— «Относительность движения»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>
<p><b>Динамика. Законы механики Ньютона (10 ч)</b></p> <p>Основное утверждение механики. Материальная точка. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Сила. Связь между силой и ускорением. Второй закон Ньютона. Масса. Третий закон Ньютона. Понятие о системе единиц. Основные задачи механики. Состояние системы тел в механике. Принцип относительности в механике</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Измерять массу тела;</li> <li>— измерять силы взаимодействия тел;</li> <li>— различать принципы измерения различных физических величин;</li> <li>— вычислять значение сил по известным значениям масс, взаимодействующих тел и их ускорений (а также уметь решать и обратную задачу);</li> <li>— проверять экспериментально результаты теоретических расчетов сил, ускорений, масс;</li> <li>— умение выделять аналогии (например, между фразами «цель оправдывает средства» и «все в этом мире относительно»);</li> <li>— работать с различной информацией (например, подготовка видео-коллекции «Неинерциальные системы отсчета», докладов);</li> </ul>

<p>Контрольная работа по теме: — «Динамика точки»</p>	<p>— теоретически моделировать и проверять экспериментально модель (например, доказать существование инерциальных систем отсчета)</p> <p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>Силы в механике (10 ч)</b></p>	
<p>Сила всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения. Равенство инертной и гравитационной масс. Первая космическая скорость. Деформация и сила упругости. Закон Гука. Вес тела. Невесомость и перегрузки. Сила трения. Природа и виды сил трения. Сила сопротивления при движении тел в вязкой среде</p>	<p>— Применять закон всемирного тяготения при расчетах сил и ускорений взаимодействующих тел;</p> <p>— осознавать и развивать определенные личностные качества и способности с целью будущего профессионального самоопределения (например, при изучении, исследовании профессий людей, работающих в центре управления полетами (ЦУП));</p> <p>— систематизировать информацию в предметном и межпредметном контекстах (например, при подготовке презентации «Сколько сил существует в природе?»);</p> <p>— моделировать (например, при выяснении условий применения закона всемирного тяготения для описания взаимодействия между людьми);</p> <p>— формулировать задачи и средства их решения (например, при выполнении проекта «Как «приземлить» какой-либо объект на астероид?»);</p>

<sup>1</sup> Наименование и количество контрольных/самостоятельных работ могут быть дополнены/изменены учителями физики.

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
Контрольная работа по теме: — «Движение тел под действием нескольких сил»	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выстраивать письменную коммуникацию (например, при написании критической статьи «Вес или масса?»);</li> <li>— систематизировать информацию в предметном и метапредметном контекстах (например, при выявлении общего в механизмах возникновения трения в физике и человеческих взаимоотношениях)</li> </ul>
Контрольная работа по теме: — «Движение тел под действием нескольких сил»	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>
<b>Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции (4 ч)</b>	
Неинерциальные системы отсчета, движущиеся прямолинейно с постоянным ускорением. Вращающиеся системы отсчета. Центробежная сила	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Различать неинерциальные системы отсчета;</li> <li>— объяснять природу сил инерции;</li> <li>— пользоваться цифровой техникой и компьютерными программами обработки цифровой информации (например, при подготовке видеорепортажа «Неинерциальные системы отсчета в моей жизни»);</li> <li>— обобщать и систематизировать информацию (например, при подготовке доклада «Силы инерции: техника и природа»)</li> </ul>
Контрольная работа по теме: — «Неинерциальные системы отсчета»	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне</li> </ul>

	<p>оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p style="text-align: center;"><b>Законы сохранения в механике (10 ч)</b></p> <p>Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивная сила. Уравнение Мещерского. Реактивный двигатель. Успехи в освоении космического пространства. Работа силы. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Столкновение упругих шаров. Уменьшение механической энергии под действием сил трения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Измерять и вычислять импульс тела;</li> <li>— применять закон сохранения импульса для вычисления изменений скоростей тел при их взаимодействии;</li> <li>— измерять и вычислять работу сил и изменение кинетической энергии тела;</li> <li>— вычислять потенциальную энергию тел в гравитационном поле;</li> <li>— определять потенциальную энергию упруго деформированного тела;</li> <li>— применять закон сохранения механической энергии для замкнутой системы взаимодействующих тел;</li> <li>— анализировать баланс энергий в системе тел, между которыми действует сила трения;</li> <li>— обобщать и систематизировать информацию по теме (например, при подготовке схемы «Закон сохранения импульса»);</li> <li>— оценивать достижения России и других стран (например, при подготовке доклада «Освоение космического пространства: успехи, неудачи, прогнозы» (в виде реферативного сравнительного анализа России и западных стран));</li> <li>— проводить терминологический анализ (например, при выявлении общего между следующими понятиями «консервы» и «консервативные силы»);</li> </ul>	

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>Контрольные работы по темам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— «Закон сохранения импульса»;</li> <li>— «Механическая работа, мощность, энергия»;</li> <li>— «Закон сохранения механической энергии»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— выстраивать устную и письменную коммуникацию (например, при написании и презентации эссе «Энергия: есть, чтобы жить или жить, чтобы есть»)</li> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>
<b>Движение твердых и деформируемых тел (4 ч)</b>	
<p>Абсолютно твердое тело и виды его движения. Центр масс твердого тела. Теорема о движении центра масс. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять закон сохранения момента импульса;</li> <li>— доказывать, опираясь на эксперимент / теорию (например, при доказательстве модельных представлений об абсолютно твердом теле);</li> <li>— выделять аналогии (например, при сравнении вращательного и поступательного твердого тела);</li> <li>— находить проявления законов динамики вращательного движения тела в метапредметном контексте (например, при просмотре видеорепортажа с соревнований по фигурному катанию)</li> </ul>
<b>Статика (4 ч)</b>	
<p>Условия равновесия твердого тела. Момент силы. Центр тяжести. Виды равновесия</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Систематизировать информацию (например, при подготовке доклада «Равновесие в живой и неживой природе»);</li> </ul>



	<p>— применять физические принципы в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при аргументации применимости принципа минимума потенциальной энергии при описании поведения людей, при подготовке фотоальбома «Равновесие в моей жизни»)</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Момент силы. Условия равновесия твердого тела»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>Механика деформируемых тел (4 ч)</b></p>	
<p>Виды деформаций твердых тел. Механические свойства твердых тел. Пластичность и хрупкость. Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Гидродинамика. Ламинарное и турбулентное течения. Уравнение Бернулли. Подъемная сила крыла самолета</p>	<p>— Выделять особенности твердых тел, жидкостей и газов; — оперировать физическими величинами в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при описании процесса проектирования различных архитектурных сооружений, жизнедеятельности человека); — генерировать идеи в области физического эксперимента (например, доказать, что давление в жидкости прямо пропорционально высоте столба жидкости); — проводить терминологический анализ (например, выяснение смысла термина «парадокс», выявление общего между ламинарными и ламинарным течением); — выявлять взаимосвязи между научными открытиями, развитием технологией и людьми, участвующими в этих процессах (например, при подготовке доклада «Развитие авиации в России и за рубежом: ученые, конструкторы, технологии»)</p>

Продолжение табл.

<p><b>Основное содержание по темам</b></p> <p>Контрольная работа по теме: — «Механические свойства твердых тел. Закон Паскаля. Закон Архимеда»</p>	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>Лабораторный практикум (12 ч)</b></p>	
<p>1. Измерение ускорения свободного падения с помощью математического маятника. 2. Изучение второго закона Ньютона. 3. Исследование модели движения тела, брошенного под углом к горизонту. 4. Изучение закона сохранения импульса при соударении стальных шаров. 5. Изучение закона сохранения механической энергии. 6. Измерение КПД электродвигателя при поднятии груза</p>	<p>— Измерять ускорение свободного падения с помощью математического маятника; — исследовать проявление второго закона Ньютона; — исследовать взаимосвязи между физическими величинами, описывающими движение тела, брошенного под углом к горизонту; — исследовать условия выполнения закона сохранения импульса при соударении упругих шаров; — измерять КПД электродвигателя при поднятии груза; — представлять результаты физических измерений в различных формах (таблицы, графики, диаграммы и др.); — оценивать достоверность данных, полученных в физическом эксперименте</p>
<p><b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (18 ч)</b></p>	
<p><b>Развитие представлений о природе теплоты (2 ч)</b></p>	
<p>Физика и механика. Тепловые явления. Краткий очерк развития представлений о</p>	<p>— Демонстрировать понимание механической картины мира (например, при подготовке обобщающей и система</p>

природе тепловых явлений. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория	<p>тизирующей таблицы/схемы/рисунка «Механистическая картина мира: «расцвет» и «крах»»);</p> <p>— выстраивать письменную коммуникацию (например, при написании эссе «Развитие представлений о природе тепловых явлений»)</p>
<b>Основы молекулярно-кинетической теории (5 ч)</b>	
<p>Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса молекул. Моль. Постоянная Авогадро. Броуновское движение. Силы взаимодействия молекул. Строение газообразных, жидких и твердых тел</p>	<p>— Выполнять эксперименты, обновывающие молекулярно-кинетическую теорию;</p> <p>— понимать взаимосвязь между строением газообразных, жидких, твердых тел и физическими параметрами, описывающими данные состояния;</p> <p>— оперировать физическими понятиями/процессами/явлениями в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при нахождении в художественной литературе описания броуновского движения, при изучении влияния броуновского движения на работу различных измерительных приборов)</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Основные положения молекулярно-кинетической теории. Масса и размеры молекул»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<b>Температура. Газовые законы (6 ч)</b>	
<p>Состояние макроскопических тел в термодинамике. Температура. Тепловое равновесие. Равновесные (обратимые) и неравновесные</p>	<p>— Находить параметры вещества в газобразном состоянии на основании использования уравнения состояния идеального газа;</p>

Продолжение табл.

<p><b>Основное содержание по темам</b></p> <p>(необратимые) процессы. Газовые законы. Идеальный газ. Абсолютная температура. Уравнение состояния идеального газа. Газовый термометр. Применение газов в технике</p>	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <p>— определять параметры вещества в газообразном состоянии и происходящие процессы по графикам зависимости <math>p(T)</math>, <math>V(T)</math>, <math>p(V)</math>;  — исследовать экспериментально зависимость <math>p(T)</math>, <math>V(T)</math>, <math>p(V)</math>;  — обобщать и систематизировать информацию (например, при подготовке презентаций «Температурные шкалы: виды, особенности», «Применение газов в технике»);  — вести диалог, высказывать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и участии в дискуссии «Д. И. Менделеев: химик или физик?»)»</p>
<p><b>Молекулярно-кинетическая теория идеального газа (5 ч)</b></p> <p>Системы с большим числом частиц и законы механики. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Температура — мера средней кинетической энергии. Распределение Максвелла. Измерение скорости молекул газа. Внутренняя энергия идеального газа</p>	<p>— Решать задачи с применением основного уравнения молекулярно-кинетической теории;  — объяснить с точки зрения статистической физики смысл термодинамических параметров;  — интерпретировать графическую информацию, описывающую распределение Максвелла;  — пользоваться различными графическими средствами обработки информации (например, при изображении шкалы скоростей в живой и неживой природе);  — оперировать терминами в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, «степень свободы», «функция состояния»)</p>

<p>Контрольная работа по теме: — «Газовые законы. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>ТЕРМОДИНАМИКА (16 ч)</b></p>	
<p><b>Законы термодинамики (5 ч)</b></p> <p>Работа в термодинамике. Количество теплоты. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Теплоемкости газов при постоянном объеме и постоянном давлении. Адиабатный процесс. Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. Статистическое истолкование необратимости процессов в природе. Тепловые двигатели. Максимальный КПД тепловых двигателей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Измерять количество теплоты в процессах теплопередачи;</li> <li>— рассчитывать количество теплоты, необходимой для осуществления процесса с теплопередачей;</li> <li>— рассчитывать количество теплоты, необходимой для осуществления процесса перехода вещества из одной фазы в другую;</li> <li>— рассчитывать изменение внутренней энергии тел, работу и переданное/полученное количество теплоты с использованием первого закона термодинамики;</li> <li>— рассчитывать работу, совершенную газом/над газом, по графику зависимости <math>p(V)</math>;</li> <li>— вычислять работу газа, совершенную при изменении состояния по замкнутому циклу;</li> <li>— рассчитывать КПД тепловой машины;</li> <li>— объяснять принципы действия тепловых/холодильных машин;</li> <li>— обобщать и систематизировать знания (например, при согласовании возможности создания вечного двигателя с медицинскими исследованиями, направленными на увеличение продолжительности жизни человека);</li> </ul>	

Продолжение табл.

<p><b>Основное содержание по темам</b></p>	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— моделировать (например, нахождение условий, при которых реальные процессы можно считать адиабатными);</li> <li>— объяснять понятия в предметном и межпредметном контекстах (например, «вероятность макроскопического состояния» и «математическая вероятность»);</li> <li>— проводить системно-информационный анализ (например, при подготовке аналитического доклада «Тепловые двигатели, окружающая среда, здоровье человека»);</li> <li>— демонстрировать позитивное отношение к познавательным ценностям на примере физических открытий (например, при подготовке дискуссии, опираясь на собственный и зарубежный опыты, «Какие процессы являются в настоящее время более эффективными «от научных открытий к технологиям» или «от технологий к научным открытиям»);</li> <li>— выделять проблемы, задачи на основе системно-информационного анализа (например, при подготовке презентации «Важнейшая техническая задача, решаемая в настоящее время в России»)</li> </ul>
<p><b>Контрольная работа по теме:</b> — «Основы термодинамики»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>

<b>Взаимные превращения жидкостей и газов (3 ч)</b>	
<p>Равновесие между жидкостью и газом. Насыщенные пары. Изотермы реального газа. Критическая температура. Критическое состояние. Кипение. Сжижение газов. Влажность воздуха</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Объяснять процессы взаимоперехода различных фаз;</li> <li>— измерять влажность воздуха;</li> <li>— объяснять, какие физические принципы положены в основу различных устройств (например, подготовить доклад о био-климатизаторе);</li> <li>— проводить домашние/школьные физические исследования (например, при поиске ответа на вопрос: «Можно ли в домашних условиях получить насыщенный пар?»);</li> <li>— выстраивать письменную коммуникацию (например, при написании эссе «Как влажность воздуха влияет на жизнедеятельность человека?»)</li> </ul>
<b>Поверхностное натяжение в жидкостях (3 ч)</b>	
<p>Молекулярная картина поверхностного слоя. Поверхностная энергия. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— объяснять процессы, происходящие в поверхностном слое жидкости;</li> <li>— доказывать прямую пропорциональную зависимость поверхностной энергии от площади поверхности жидкости;</li> <li>— находить аналогии и различия (например, «мениск жидкости» и «мениск в анастомии»);</li> <li>— выстраивать устную коммуникацию (например, при подготовке доклада «Смачивание: значение в промышленности, быту, природе»)</li> </ul>
<b>Твердые тела и их превращение в жидкости (3 ч)</b>	
<p>Кристаллические тела. Кристаллическая решетка. Аморфные тела. Жидкие кристаллы. Дефекты в кристаллах. Объяснение механи-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Объяснять кристаллическое строение твердого тела;</li> <li>— обобщать и систематизировать информацию о свойствах кристаллов в предметном, межпредметном и мета-</li> </ul>

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>ческих свойств твердых тел на основе молекулярно-кинетической теории. Плавление и отвердевание. Изменение объема тела при плавлении и отвердевании. Тройная точка</p>	<p>предметном контекстах (например, при выявлении общего и различного в следующих категориях: полиморфизм кристаллов, полиморфизм в биологии, полиморфизм компьютерных вирусов);</p> <p>— объяснять изменение объема тела при плавлении и отвердевании;</p> <p>— проводить системно-информационный анализ (например, при подготовке доклада «Дислокации: кристаллография, география, военное дело, медицина»);</p> <p>— анализировать влияние процессов плавления льда и кристаллизации воды на окружающую среду;</p> <p>— оценивать вклад российских ученых в развитие физической науки (например, при подготовке доклада «Перспективные направления и исследования структуры твердого тела (на материале отечественных и зарубежных исследований)»)</p>
<p>Тепловое расширение тел. Тепловое линейное расширение. Тепловое объемное расширение. Учет и использование теплового расширения тел в технике</p>	<p><b>Тепловое расширение твердых и жидких тел (2 ч)</b></p> <p>— Объяснять механизмы теплового линейного и объемного расширения тел;</p> <p>— доказывать экспериментально зависимость объема твердых тел от температуры;</p> <p>— анализировать влияние явления теплового расширения тел на различные сферы (например, при подготовке доклада «Тепловое расширение тел: учет и использование в технике»);</p>



	<p>— формулировать цель исследования, выдвигать гипотезы, находить средства доказательства/опровержения их (например, при поиске ответа на вопрос: «Свойственно ли человеку тепловое расширение?»)</p>
<b>Лабораторный практикум (8 ч)</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опытная проверка закона Гей-Люссака.</li> <li>2. Определение процентного содержания влаги в мокром снеге.</li> <li>3. Изучение распределения молекул идеального газа по скоростям (компьютерное моделирование).</li> <li>4. Изучение идеальной тепловой машины Карно (компьютерное моделирование).</li> <li>5. Изучение теплового взаимодействия (компьютерное моделирование).</li> <li>6. Измерение модуля Юнга резины.</li> <li>7. Измерение температурного коэффициента линейного расширения твердых тел.</li> <li>8. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Доказывать выполнение закона Гей-Люссака;</li> <li>— находить процентное содержание влаги в мокром снеге;</li> <li>— исследовать «форму» распределения молекул идеального газа по скоростям;</li> <li>— исследовать свойства идеальной тепловой машины;</li> <li>— исследовать механизм теплового взаимодействия;</li> <li>— рассчитывать модуль Юнга резины, опираясь на экспериментальные данные;</li> <li>— измерять температурный коэффициент линейного расширения твердых тел;</li> <li>— определять коэффициент поверхностного натяжения жидкости;</li> <li>— представлять результаты физических измерений в различных формах (таблицы, графики, диаграммы и др.);</li> <li>— оценивать достоверность данных, полученных в физическом эксперименте</li> </ul>
<b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (34 ч)</b>	
<b>Введение (2 ч)</b>	
<p>Роль электромагнитных сил в природе и технике. Электрический заряд и элементарные частицы</p>	<p>— Оперировать информацией/знаниями в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, представить в виде схемы/рисунка взаимосвязь по-</p>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
	<p>и с понятием «электромагнитное поле»; определить событие в истории России, сравнимое с открытием Максвеллом законов электродинамики);</p> <p>— экспериментально доказывать, что электрический заряд определяет интенсивность электромагнитных взаимодействий</p>
<b>Электростатика (16 ч)</b>	
<p>Электризация тел. Закон Кулона. Единицы электрического заряда. Взаимодействие неподвижных электрических зарядов внутри однородного диэлектрика. Оценка предела прочности и модуля Юнга ионных кристаллов. Близкое действие и действие на расстоянии. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Линии напряженности электрического поля. Теорема Гаусса. Поле заряженной плоскости, сферы и шара. Проводники в электростатическом поле. Диэлектрики в электростатическом поле. Полярзация диэлектриков. Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле. Энергия взаимодействия точечных зарядов. Потенциал электростатического поля и разность потенциалов.</p>	<p>— Объяснять механизм электризации тел;</p> <p>— использовать цифровую технику при проведении физических экспериментов (например, представить в виде фото-отчета способы электризации тел, апробированные в домашних/школьных условиях);</p> <p>— записывать закон Кулона в векторном виде;</p> <p>— вычислять силы взаимодействия точечных зарядов;</p> <p>— вычислять напряженность электростатического поля одного/нескольких точечных электрических зарядов;</p> <p>— вычислять потенциал электростатического поля одного/нескольких точечных электрических зарядов;</p> <p>— измерять разность потенциалов;</p> <p>— измерять энергию электрического поля заряженного конденсатора;</p> <p>— вычислять энергию электрического поля заряженного конденсатора;</p> <p>— соблюдать требования техники безопасности при работе с электрическими приборами;</p>

Связь между напряженностью электрического поля и разностью потенциалов. Эквивалентные потенциалы. Измерение разности потенциалов. Экспериментальное определение элементарного электрического заряда.

Электрическая емкость. Конденсаторы. Емкость плоского заряда. Различные типы конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженных конденсаторов и проводников. Применение конденсаторов

— владеть способами оказания первой помощи при травмах, связанных с электрическим лабораторным оборудованием и бытовыми электрическими устройствами;  
— генерировать идеи (например, предложите способ(-ы), как сделать силовые линии электрического поля «видимыми»);

— объяснить смысл методологических терминов (например, почему теорема Гаусса является теоремой, а не формулой или законом);

— проводить теоретическое исследование (например, «Что связывает термины «тело» и «телесный угол», «стерadian» и «стереометрия»?»);

— классифицировать объекты (например, какой(-ие) признак(-и) положен(-ы) в основе классификации диэлектриков на полярные и неполярные, существуют ли другие классификации диэлектриков, построенные на иных признаках);

— выстраивать свою образовательную траекторию при освоении определенного блока физической информации (например, просмотрев фильм «Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики» (<http://tube.sfu-kras.ru/video/232>), выпишите новые (известные) понятия, в каких разделах физики Вы с ними ознакомились, какими новыми сюжетами следует дополнить данный фильм, учитывая его дату съемки (1985 г.));

— доказывать факты/утверждения в межпредметном контексте (например, приведите доказательства «объяснительной силы» физических методов исследования в ряде областей биологии в хронологическом аспекте);  
— проводить системно-информационный анализ (например, подготовьте историко-технический обзор «Эволю-

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
	<p>ция технологии производства диэлектрических материалов для конденсаторов», данный обзор должен содержать информацию о том, как развитие технологии производства диэлектрических материалов повлияло на изменение технических характеристик конденсаторов);</p> <p>— организовывать свою деятельность (например, при выполнении проекта «Электроемкость человека»)</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Электростатика»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<b>Постоянный электрический ток (16 ч)</b>	
<p>Электрический ток. Плотность тока. Сила тока. Электрическое поле проводника с током. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Зависимость электрического сопротивления от температуры. Сверхпроводимость. Работа и мощность тока. Закон Джоуля — Ленца. Электрические цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников. Измерение силы тока, напряжения и сопротивления.</p>	<p>— Измерять силу, напряжение, мощность электрического тока;</p> <p>— измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;</p> <p>— выполнять расчеты силы тока и напряжений на участках электрической цепи;</p> <p>— анализировать цепи постоянного тока, содержащие источник ЭДС;</p> <p>— вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою</p>

<p>Электродвижущая сила. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Закон Ома для полной цепи. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Работа и мощность тока на участке цепи, содержащем ЭДС. Расчет сложных электрических цепей</p>	<p>точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Положительные и отрицательные стороны действий электрического тока»);</p> <p>— проводить физическое исследование (например, докажите экспериментально, что сила тока в проводнике не зависит от его формы);</p> <p>— выявлять смысл терминов в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, «плотность тела», «плотность тока», «плотность населения/застройки»; «электрическое сопротивление» и «психологическое сопротивление»);</p> <p>— выстраивать свою будущую образовательную траекторию в аспекте профессионального самоопределения (например, какие профессии существуют и появятся в связи с развитием сверхпроводниковых технологий; что должен знать электрик при проектировании схемы электрической проводки жилого дома/квартиры);</p> <p>— применять правила Кирхгофа для расчета сложных электрических цепей</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Постоянный электрический ток»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>Лабораторный практикум (8 ч)</b></p>	
<p>1. Измерение емкости конденсатора. 2. Измерение удельного сопротивления проводника.</p>	<p>— Измерять емкость конденсатора; — измерять удельное сопротивление проводника;</p>

Окончание табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>3. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока.</p> <p>4. Изучение цепи постоянного тока, содержащей ЭДС.</p> <p>5. Сборка и градуировка омметра.</p> <p>6. Расширение предела измерения вольтметра/амперметра</p>	<p>— измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;</p> <p>— исследовать цепи постоянного тока, содержащей источник ЭДС;</p> <p>— градуировать омметр;</p> <p>— конструировать вольтметр/амперметр с измененными пределами измерений;</p> <p>— представлять результаты физических измерений в различных формах (таблицы, графики, диаграммы и др.);</p> <p>— оценивать достоверность данных, полученных в физическом эксперименте</p>
<b>РЕЗЕРВНОЕ ВРЕМЯ (11 ч)</b>	

11 класс  
(175 ч, 5 ч в неделю)

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<b>ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (32 ч)</b>	
<b>Электрический ток в различных средах (10 ч)</b>	
<p>Электрическая проводимость различных веществ. Электронная проводимость металлов. Справедливость закона Ома. Электрический</p>	<p>— Объяснить механизмы электрической проводимости различных веществ;</p> <p>— аргументировать границы применимости закона Ома;</p>

ток в растворах и расплавах электролитов. Закон электролиза. Техническое применение электролиза. Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный разряды. Различные типы самостоятельного разряда и их техническое применение. Плазма. Электрический ток в вакууме. Двухэлектродная электронная лампа — диод. Трехэлектродная электронная лампа — триод. Электронные пучки. Электронно-лучевая трубка. Электрический ток в полупроводниках. Собственная и примесная электропроводимость полупроводников. Электронно-дырочный переход ( $p-n$ —переход). Полупроводниковый диод. Транзистор. Термисторы и фоторезисторы

— определять температуру нити накаливания;  
 — измерять электрический заряд электрона;  
 — снимать вольтамперную характеристику диода;  
 — классифицировать информацию (например, соберите и проклассифицируйте видео-коллекцию материалов, посвященных электролизу);  
 — оперировать понятиями в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, напишите эссе «Эмиссия электронов и денег»);  
 — сравнивать информацию (например, подготовьте сравнительную таблицу «Типы самостоятельного разряда», выделите критерии, по которым Вы структурируете блоки таблицы);  
 — использовать цифровую технику (например, подготовьте фотоальбом самостоятельный и несамостоятельный разряды);  
 — обобщать информацию/знания (например, представьте в виде таблицы/схемы/рисунка информацию по теме «Виды электронной эмиссии»);  
 — организовывать свою деятельность (например, примите участие в проекте «Создание виртуального музея приборов, сконструированных на основе электронно-лучевой трубки, полупроводниковых диодов, транзисторов, термисторов и фоторезисторов»);  
 — вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «От полупроводниковых технологий к нанотехнологиям: один шаг или пропасть»);

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>Контрольная работа по теме: — «Электрический ток в различных средах»</p>	<p>— выстраивать свою будущую образовательную траекторию в аспекте профессионального самоопределения (на пример, при подготовке доклада «Кремниевая долина и Сколково: география, интеллектуальный потенциал (люди), технологии»; соберите фото/видео-коллекцию «Компьютерная история в России»)</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Электрический ток в различных средах»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<b>Магнитное поле тока (10 ч)</b>	
<p>Магнитные взаимодействия. Магнитное поле токов. Вектор магнитной индукции. Поток магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Закон Био—Савара—Лапласа. Закон Ампера. Системы единиц для магнитных взаимодействий. Применение закона Ампера. Электроизмерительные приборы. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Применение силы Лоренца. Циклотронный ускоритель</p>	<p>— Описывать аналитически и графически магнитное поле тока; — сопоставлять характеристики электрического и магнитного полей; — доказывать непотенциальность магнитных сил; — измерять индукцию магнитного поля; — вычислять силы, действующие на проводник с током в магнитном поле; — вычислять силы, действующие на электрический заряд, движущийся в магнитном поле; — объяснять принцип действия электродвигателя;</p>



	<p>— сравнивать объекты (например, по каким критериям можно сопоставить теорему Гаусса для электрического поля и закон Био—Савара—Лапласа для магнитного поля);</p> <p>— конструировать объекты (например, сконструировать действующий макет ускорителя);</p> <p>— оперировать информацией/знаниями в предметном и межпредметном контекстах (например, каким образом используются масс-спектрографы в молекулярной биологии (ответ представьте в виде презентации));</p> <p>— вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Большой адронный коллайдер (БАК): экономический проект, технологический проект, научный проект»);</p> <p>— проводить системно-информационный анализ (например, при подготовке доклада «Радиационные пояса планет»)</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Магнитное поле тока»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<b>Электромагнитная индукция (8 ч)</b>	
<p>Открытие электромагнитной индукции. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. ЭДС ин-</p>	<p>— Исследовать явление электромагнитной индукции; — объяснить природу явления и закономерности электромагнитной индукции;</p>

Продолжение табл.

<p><b>Основное содержание по темам</b></p> <p>дукции в движущихся проводниках. Индукционные токи в массивных проводниках. Самоиндукция. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока</p>	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— вычислять энергию магнитного поля;</li> <li>— объяснять принцип действия электродвигателя;</li> <li>— объяснять принцип действия генератора электрического тока;</li> <li>— объяснять методологические категории (например, составьте правило Ленца и принцип Ле-Шателье — Брауна, на каких основаниях в физике, химии, биологии утверждениям присваивается «титул» правила, принципа (аргументируйте на конкретных примерах));</li> <li>— формулировать лично-значимые цели при изучении физики (например, при написании эссе «Как делают открытия люди (на примере открытия закона электромагнитной индукции)?»);</li> <li>— систематизировать и обобщать информацию/знания (например, при подготовке доклада «Электромагнитная индукция: от закона до промышленного применения»)</li> </ul>
<p>Контрольная работа по теме: — «Электромагнитная индукция»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>
<p><b>Магнитные свойства вещества (4 ч)</b></p>	
<p>Магнитная проницаемость — характеристика магнитных свойств веществ. Три класса магнитных веществ. Объяснение пара —</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Объяснять магнитные свойства веществ;</li> <li>— находить вещества с определенными магнитными свойствами (например, соберите коллекцию веществ с</li> </ul>

<p>и диамагнетизма. Основные свойства ферромагнетиков. О природе ферромагнетизма. Применение ферромагнетиков</p>	<p>разными магнитными свойствами (парамагнетика, диамагнетика, ферромагнетик));</p> <p>— оперировать информацией/знаниями в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при подготовке доклада « Гистерезис в физике, биологии, социологии и экономике: сущность и проявление»);</p> <p>— систематизировать и обобщать информацию/знания (например, изобразите электродинамическую картину мира (возможно использование как компьютерных программ, так и традиционных средств рисования — красок, фломастеров, карандашей и т. п.));</p> <p>— оценивать вклад отечественных ученых в развитие физической науки (например, отметьте на географической карте страны, имена ученых и достижения которых внесли определенный вклад в становление, развитие электродинамики в различные исторические периоды; каков вклад советских, российских ученых в данной области);</p> <p>— владеть приемами устной и письменной коммуникации (например, проведите опрос (на уровне класса, школы, родственников и друзей), выявляющий информированность/знание различных физических понятий, законов, явлений из разделов физики «Электричество» и «Магнетизм»; обработайте результаты опроса с помощью статистических методов и сделайте выводы совместно с учителем физики, родителями и всеми заинтересованными людьми)</p>
<p><b>Лабораторный практикум (8 ч)</b></p>	
<p>1. Изучение температурной зависимости сопротивления металлов и полупроводников.</p>	<p>— Исследовать температурную зависимость сопротивления металлов и полупроводников;</p>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>2. Изучение процесса прохождения электрического тока в растворах электролитов.</p> <p>3. Изучение полупроводникового диода.</p> <p>4. Изучение процессов выпрямления переменного тока.</p> <p>5. Изучение процесса прохождения тока в bipolarном транзисторе</p>	<p>— исследовать процесс прохождения электрического тока в растворах электролитов;</p> <p>— исследовать процессы выпрямления переменного тока;</p> <p>— исследовать процессы прохождения тока в bipolarном транзисторе;</p> <p>— представлять результаты физических измерений в различных формах (таблицы, графики, диаграммы и др.);</p> <p>— оценивать достоверность данных, полученных в физическом эксперименте.</p>
<b>КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (36 ч)</b>	
<b>Механические колебания (9 ч)</b>	
<p>Классификация колебаний. Уравнение движения груза, подвешенного на пружине. Уравнение движения математического маятника. Гармонические колебания. Период и частота гармонических колебаний. Фаза колебаний. Определение амплитуды и начальной фазы из начальных условий. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Превращения энергии. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение гармонических колебаний. Спектр колебаний. Автоколебания</p>	<p>— Классифицировать колебания;</p> <p>— исследовать зависимость периода колебаний математического маятника от его длины, массы и амплитуды колебаний;</p> <p>— исследовать зависимость периода колебаний груза на пружине от его массы и жесткости пружины;</p> <p>— вычислять период колебаний математического маятника по известному значению его длины;</p> <p>— вычислять период колебаний груза на пружине по известным значениям его массы и жесткости пружины;</p> <p>— оперировать информацией/знаниями в метапредметном контексте (например, при ответе на вопрос: «Какие</p>

	<p>виды колебаний можно выделить при исследовании функционирования человеческого организма?»);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— исследовать зависимости между величинами в метапредметном контексте (например, от каких параметров зависит амплитуда размаха рук человека при ходьбе; постройте график амплитуды температуры воздуха (разность между максимальным и минимальным значением температуры) за определенный период (сутки, неделя, месяц, год));</li> <li>— доказывать модельность представлений о гармонических колебаниях;</li> <li>— исследовать влияние различных факторов на резонанс (например, проведите исследование «Влияние сопротивления в системе на резонанс»);</li> <li>— пользоваться цифровой техникой и компьютерными программами обработки цифровой информации (например, снимите видеофильм «Люди резонируют»; организуйте просмотр фильма в классе, школе, дома и обсудите увиденное);</li> <li>— оперировать информацией/знаниями в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, подготовьте доклад «Автоколебания в живой и неживой природе»)</li> </ul>
<p>Контрольная работа по теме: — «Свободные механические колебания»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p align="center"><b>Электрические колебания (9 ч)</b></p> <p>Свободные и вынужденные электрические колебания. Процессы в колебательном контуре. Формула Томсона. Переменный электрический ток. Действующие значения силы тока и напряжения. Резистор в цепи переменного тока. Конденсатор в цепи переменного тока. катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи. Ламповый генератор. Генератор на транзисторе</p>	<p><b>Электрические колебания (9 ч)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Наблюдать осциллограммы гармонических колебаний силы тока в цепи;</li> <li>— рассчитывать значения силы тока и напряжения на элементах цепи переменного тока;</li> <li>— исследовать явление электрического резонанса в последовательной цепи;</li> <li>— сравнивать процессы в <math>L-C</math>-контуре с колебаниями математического маятника;</li> <li>— вывести закон Ома для электрической цепи переменного тока;</li> <li>— оперировать информацией/знаниями в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при написании эссе «Обратная связь в физике, биологии, химии и социологии»)</li> </ul>
<p>Контрольная работа по теме: — «Переменный ток»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>
<p align="center"><b>Производство, передача, распределение и использование электрической энергии (5 ч)</b></p> <p>Генерирование электрической энергии. Генератор переменного тока. Трансформатор. Вы-</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Объяснять и исследовать принцип действия генератора переменного тока;</li> </ul>

<p>прямление переменного тока. Трехфазный ток. Соединение обмоток генератора трехфазной энергии. Асинхронный электродвигатель. Трехфазный трансформатор. Производство и использование электрической энергии. Передача и распределение электрической энергии. Эффективное использование электрической энергии</p>	<p>— объяснять и исследовать принцип действия трансформатора;  — уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссий «Использование механической энергии, внутренней энергии, электрической энергии: преимущества и недостатки», «Эффективность использования электрической энергии: Россия и Европа»);  — выявлять свои личностные качества/особенности в творческой деятельности в области физики (например, при написании эссе «Генераторы-устройства и генераторы-люди»);  — систематизировать и обобщать информацию/знания (например, при подготовке доклада «КПД различных электростанций»);  — осознавать экологические проблемы (например, при написании эссе «Будущего нет — оно делается нами (Л. Толстой)» в аспекте проблемы эффективного использования электрической энергии и существующих экологических проблем)</p>
<p><b>Механические волны. Звук (5 ч)</b></p>	
<p>Волновые явления. Поперечные волны. Длина волны. Скорость распространения волны. Продольные волны. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны как свободные колебания тел. Волны в среде. Звуковые волны. Скорость звука. Музыкальные звуки и шумы.</p>	<p>— Различать колебательные и волновые процессы;  — записывать в аналитической форме уравнение волны;  — классифицировать звуковые волны;  — оценивать длину волны (например, как можно оценить длину волн на море);  — оперировать информацией/знаниями в предметном и метапредметном контекстах (например, при написании</p>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>Громкость и высота звука. Тембр. Диапазоны звуковых частот. Акустический резонанс. Излучение звука. Ультразвук и инфразвук. Интерференция волн. Принцип Гюйгенса. Закон отражения волн. Преломление волн. Дифракция волн</p>	<p>эссе «Бегущие волны и бегущие по волнам: вымысел и реальность», «Мысли со скоростью звука...»); — осуществлять понятийный анализ (например, с какой целью в физике вводятся следующие понятия «волновая поверхность», «луч» и «волновой фронт»); — использовать цифровую технику (например, соберите фотоальбом «Визу волну» и аудио-альбом «Слышу волну», аудио-коллекцию различных тембров звука, аудио-примеры индустриальной музыки); — организовывать свою деятельность (например, при выполнении проекта по уменьшению воздействия шума на человека); — выстраивать свою будущую образовательную траекторию в аспекте профессионального самоопределения (например, при поиске ответа на вопросы: «Что является предметом исследования архитектурной акустики? В каких профессиях требуются знания и умения данной технической дисциплины?»); — объяснять условия возникновения интерференции/дифракции механических волн</p>
<p>Контрольная работа по теме: — «Механические волны»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>



<b>Электромагнитные волны (8 ч)</b>	
<p>Связь между переменным электрическим и переменным магнитным полями. Электромагнитное поле. Электромагнитная волна. Излучение электромагнитных волн. Классическая теория излучения. Энергия электромагнитной волны. Свойства электромагнитных волн. Изобретение радио</p> <p>А. С. Поповым. Принципы радиосвязи. Амплитудная модуляция. Детектирование колебаний. Простейший радиоприемник. Супергетеродинный приемник. Распространение радиоволн. Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи</p> <p>Контрольная работа по теме: — «Электромагнитные волны»</p>	<p>— Объяснять механизм возникновения электромагнитных волн; — исследовать свойства электромагнитных волн с помощью мобильного телефона; — объяснять механизмы радиопередачи и радиоприема; — изображать схему простейшего радиоприемника; — систематизировать и обобщать информацию/знания (например, при подготовке докладов «От аналогового до цифрового телевидения», «Движущие силы развития средств связи»)</p> <p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<b>Лабораторный практикум (12 ч)</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение цепи переменного тока.</li> <li>2. Изучение резонанса в цепи переменного тока.</li> <li>3. Измерение коэффициента мощности цепи переменного тока.</li> <li>4. Изучение однофазного трансформатора.</li> <li>5. Измерение емкости конденсатора и индуктивности катушки.</li> </ol>	<p>— Исследовать цепь переменного тока; — исследовать резонанс в цепи переменного тока; — измерять коэффициент мощности цепи переменного тока; — исследовать однофазный трансформатор; — измерять емкость конденсатора и индуктивность катушки; — исследовать автоколебания;</p>

Продолжение табл.

<p>Основное содержание по темам</p>	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— наблюдать процессы модуляции и детектирования электромагнитных волн;</li> <li>— исследовать поперечные волны в струне с закрепленными концами;</li> <li>— исследовать свойства звуковых волн;</li> <li>— представлять результаты физических измерений в различных формах (таблицы, графики, диаграммы и др.);</li> <li>— оценивать достоверность данных, полученных в физическом эксперименте</li> </ul>
<p><b>ОПТИКА (18 ч)</b></p>	
<p><b>Развитие взглядов на природу света (3 ч)</b></p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Систематизировать и обобщать информацию/знания (например, при подготовке ответов на вопросы: «Какой смысл содержится в названии разделов физики «геометрическая оптика» и «физическая оптика»? Может ли появиться новый раздел физики «биологическая оптика» или «химическая оптика»?») </li> </ul>
<p><b>Геометрическая оптика (5 ч)</b></p>	
<p>Световые лучи. Закон прямолинейного распространения света. Фотометрия. Сила света. Освещенность. Яркость. Фотометры. Принцип Ферма и законы геометрической оптики. Отражение света. Плоское зеркало.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять на практике законы геометрической оптики при решении задач;</li> <li>— строить изображения предметов, даваемые линзами;</li> <li>— рассчитывать расстояние от линзы до изображения предмета;</li> </ul>

<p>Сферическое зеркало. Построение изображений в сферическом зеркале. Увеличение зеркала.</p> <p>Преломление света. Полное отражение. Преломление света в плоскопараллельной пластинке и треугольной призме.</p> <p>Преломление на сферической поверхности. Линза. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы. Формула линзы. Построение изображений в тонкой линзе. Увеличение линзы. Освещенность изображения, даваемого линзой. Недостатки линз. Фотоаппарат. Проекционный аппарат. Глаз. Очки. Луна. Микроскоп. Зрительные трубы. Телескопы</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— рассчитывать оптическую силу линзы;</li> <li>— измерять фокусное расстояние линзы;</li> <li>— использовать микроскоп и телескоп как оптические приборы при решении экспериментальных/исследовательских задач;</li> <li>— оперировать информацией/знаниями в предметном и межпредметном контекстах (например, при объяснении смысла фразы: «Глаз как продукт естественного отбора»);</li> <li>— использовать цифровую технику (например, при подготовке фотобомбов «Различные глаза в природе», «Зеркала вокруг нас», «Моя семья в моем объективе» и др.);</li> <li>— уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Коррекция зрения: очки или линзы»);</li> <li>— самостоятельно проводить исследование (например, как в домашних условиях проверить законы отражения и преломления света?);</li> <li>— определять лично-значимые цели (например, при написании эссе «Моя жизнь: фокус и фокусы»);</li> <li>— систематизировать и обобщать информацию/знания (например, при составлении памятки «Как купить хороший фотоаппарат?»);</li> <li>— владеть навыками системно-информационного анализа (например, при написании аналитического обзора «Эволюция оптических приборов»)</li> </ul>
<p>Контрольная работа по теме: — «Геометрическая оптика»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне</li> </ul>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <p>оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<b>Световые волны (5 ч)</b>	
<p>Скорость света. Дисперсия света. Интерференция света. Наблюдение интерференции в оптике. Длина световой волны. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Некоторые применения интерференции. Дифракция света. Теория дифракции. Дифракция Френеля на простых объектах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка. Разрешающая способность микроскопа и телескопа. Поперечность световых волн. Поляризация света. Поперечность световых волн и электромагнитная теория света</p>	<p>— Наблюдать явления интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии света;</p> <p>— измерять длину световой волны по результатам наблюдения явления интерференции;</p> <p>— определять спектральные границы чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решетки;</p> <p>— организовывать свою деятельность (например, при выполнении проекта «С какой скоростью распространяется сообщение в социальных сетях?», исследования «Влияние цвета на настроение человека»);</p> <p>— выявлять значение и происхождение слов (например, «интерференция»);</p> <p>— объяснять способы наблюдения интерференционной картины;</p> <p>— различать дифракции Френеля и Фраунгофера;</p> <p>— доказывать поперечность световых волн;</p> <p>— обладать навыками рефлексивной деятельности (например, при написании эссе «Гений Ньютона: от механики до оптики»);</p> <p>— оперировать информацией/знаниями в предметном и метапредметном контекстах (например, выявляются ли ин-</p>

	<p>терференционная и дифракционная картины видом киноискусства, художественного творчества?);          — уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Мнимые теории: «двигатель» науки или заблуждения ученых» (например, на основе теории механического эфира как носителя световых волн)»)</p>
<p>Контрольная работа по теме:          — «Световые волны»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>Излучение и спектры (5 ч)</b></p>	
<p>Виды излучений. Источники света. Спектры и спектральные приборы. Виды спектров. Спектральный анализ. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения. Рентгеновские лучи. Шкала электромагнитных излучений</p>	<p>— Объяснять механизм излучения света атомом;          — классифицировать виды излучений;          — владеть навыками системно-информационного анализа (например, при подготовке докладов/рефератов «Методы исследования излучения различных источников», «Способы получения рентгеновских лучей»);          — выстраивать свою будущую образовательную траекторию в аспекте профессионального самоопределения (например, при поиске ответа на вопрос: «В каких профессиях требуется умение осуществлять спектральный анализ?»);          — уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать</p>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	<p><b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b></p> <p>свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Ультрафиолет: за и против»); — пользоваться цифровыми/печатными ресурсами, цифровой техникой и компьютерными программами обработки цифровой информации (например, при создании «линейки» (шкалы) электромагнитных излучений, в которой будет содержаться информация о длинах волн (или частоте колебаний), ученых-исследователях, источниках излучения и их применении (при разработке дизайна «линейки» используйте различные компьютерные программы, аудио- и видеоматериалы и др. информационные ресурсы))</p>
<b>ОСНОВЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ (4 ч)</b>	
<p>Законы электродинамики и принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты теории относительности. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца. Относительность расстояний. Относительность промежутков времени. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистская динамика. Зависимость массы от скорости. Синхрофазотрон. Связь между массой и энергией</p>	<p>— Объяснять постулаты теории относительности; — владеть навыками терминологического анализа на предметном и межпредметном уровнях (например, представить в виде схемы взаимосвязь между следующими понятиями: «постулат», «аксиома», «теорема»; представьте в виде таблицы примеры постулатов, аксиом и теорем из физики, математики, геометрии, биологии, химии, а также из области гуманитарных наук); — систематизировать и обобщать информацию/знания (например, при написании реферата «Принцип относительности: от Галилея до Эйнштейна», аналитического</p>

	<p>обзора «От циклотрона до современных ускорителей заряженных частиц»);</p> <p>— наблюдать явления (например, наблюдаете ли Вы относительность расстояний, промежутков времени?);</p> <p>— объяснить, доказывать на основе знаний о методологии физики как исследовательской науки (например, каким образом осуществляется развитие физической науки, проведите обоснование на основе появления специальной теории относительности; докажите универсальность связи между массой и энергией);</p> <p>— уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «А. Эйнштейн: физик-экспериментатор или физик-теоретик»)</p>
<p><b>КВАНТОВАЯ ФИЗИКА (40 ч)</b></p>	
<p><b>Световые кванты. Действия света (8 ч)</b></p>	
<p>Зарождение квантовой теории. Фотоэффект. Теория фотоэффекта. Фотоны. Применение фотоэффекта. Давление света. Химическое действие света. Фотография. Запись и воспроизведение звука в кино</p>	<p>— Наблюдать фотоэлектрический эффект;</p> <p>— объяснять законы фотоэффекта;</p> <p>— рассчитывать максимальную кинетическую энергию электронов при фотоэлектрическом эффекте;</p> <p>— определять работу выхода электрона по графику зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты света;</p> <p>— измерять работу выхода электрона;</p> <p>— выявлять значение и происхождение слов (например, «квант»);</p>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	<b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b>
	<p>— объяснять, доказывать на основе знаний о методологиях физики как исследовательской науки и других предметных областей (например, каким образом в физике формулируются гипотезы (аргументируйте на примере гипотезы Планка), формулируются ли гипотезы в гуманитарных науках (например, в литературоведении, психологии и др.), поясните на конкретных примерах);</p> <p>— осознавать ценности научного познания мира, уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Один в поле не воин или один в поле воин?!» (на примере ученых-исследователей, внесших вклад в открытие фотоэффекта));</p> <p>— организовывать свою деятельность (например, при выполнении проектов «Сколько фотонов попадает в глаза человека?», «Ощущаете ли Вы давление света?»);</p> <p>— владеть навыками самопознания, систематизировать и обобщать информацию, использовать различные информационные ресурсы (например, при написании эссе и подготовке фотовыставки «А. Эйнштейн: Нобелевский лауреат и человек»);</p> <p>— пользоваться цифровыми/печатными ресурсами, цифровой техникой и компьютерными программами обработки цифровой информации (например, смонтируйте фильм «От немого кино к цифровому кинематографу»)</p>



<p>Контрольная работа по теме: — «Световые кванты. СТО»</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p>
<p><b>Атомная физика. Квантовая теория (8 ч)</b></p>	
<p>Спектральные закономерности. Строение атома. Модель Томсона. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома водорода по Бору. Экспериментальное доказательство существования стационарных состояний. Трудности теории Бора. Квантовая механика. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волны вероятности. Интерференция вероятностей. Многоэлектронные атомы. Квантовые источники света — лазеры</p>	<p>— Наблюдать линейчатые спектры; — рассчитывать частоту/длину волны испускаемого/поглощаемого света при переходе атома из одного стационарного состояния в другое; — исследовать линейчатый спектр; — объяснять принцип действия лазера; — наблюдать действие лазера; — вычислять длину волны частицы с известным значением импульса; — генерировать идеи (например, при написании эссе «Как совершаются открытия?» (основываясь на исследованиях Н. Бора)); — оперировать информацией в предметном контексте (например, при пояснении смысла фразы: «Теория Бора является половинчатой, внутренне противоречивой»); при описании и изображении «портрета» электрона); — доказывать (например, докажите, что в области микромира понятие мгновенной скорости не имеет смысла); — систематизировать и обобщать информацию в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при написании эссе «Принцип Паули и взаимодействие людей»)</p>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
<p>Контрольная работа по теме: — «Строение атома»</p> <p><b>Физика атомного ядра (8 ч)</b></p> <p>Атомное ядро и элементарные частицы. Методы наблюдения и регистрации элементарных частиц. Открытие естественной радиоактивности. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Радиоактивные превращения. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Изотопы. Правило смещения. Искусственное превращение атомных ядер. Открытие нейтрона. Строение атомного ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомных ядер. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер урана. Цепные ядерные реакции. Ядерный реактор. Термоядерные реакции. Применение ядерной энергии. Получение радиоактивных изотопов и их применение. Биологическое действие радиоактивных излучений</p>	<p>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</p> <p>— Наблюдать треки заряженных частиц; — регистрировать ядерные излучения с помощью счетчика Гейгера; — рассчитывать энергию связи атомных ядер; — определять заряд и массовое число атомного ядра, возникающего в результате радиоактивного распада; — вычислять энергию, освобождающуюся при радиоактивном распаде; — определять продукты ядерной реакции; — осознавать угрозы, связанные с применением ядерного оружия (например, при подготовке социальной акции на уровне семьи/школы/сети школ «Ядерное оружие — опасно!»); — систематизировать и обобщать информацию/знания в предметном, межпредметном и метапредметном контекстах (например, при написании рассказа о радиоактивности, придумайте к нему название, к какому литературному жанру (эпос, лирика, драма) отнесится Ваше</p>

	<p>произведение?; при подготовке докладов «Радиоуглеродное датирование: сущность метода, сферы применения», «Получение и применение радиоактивных изотопов»);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— организовывать свою деятельность (например, при разработке концепции проекта по очистке окружающей среды от радиоактивных отходов);</li> <li>— уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Мир без ядерной энергии: миф или реальность»)</li> </ul>
<p>Контрольная работа по теме: — «Атомное ядро»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Применять знания к решению физических задач (вычислительных, качественных, графических) на уровне оперирования следующими интеллектуальными операциями — понимание, применение, анализ, синтез, оценка, обобщение, систематизация</li> </ul>
<p><b>Элементарные частицы (8 ч)</b></p>	
<p>Три этапа в развитии физики элементарных частиц. Открытие позитрона. Античастицы. Распад нейтрона. Открытие нейтрино. Промежуточные бозоны — переносчики слабых взаимодействий. Сколько существует элементарных частиц. Кварки. Взаимодействие кварков. Глюоны</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Классифицировать элементарные частицы;</li> <li>— систематизировать и обобщать информацию/знания, использовать графические средства обработки информации (например, на основе географической карты нанести карту открытий различных элементарных частиц (используйте компьютерные программы), наблюдается ли какая-нибудь тенденция в географии открытий элементарных частиц; при поиске ответа на вопрос: «Сколь-</li> </ul>

Продолжение табл.

Основное содержание по темам	Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)
	<p>ко в настоящее время существует элементарных час- тиц? »);</p> <p>— систематизировать и обобщать знания в виде карты представлений об элементарном устройстве материи и взаимодействиях между частицами (например, при объ- яснении Стандартной модели; при написании аналити- ческого обзора «Большой адронный коллайдер: исследо- вания и проекты»)</p>
<p><b>Лабораторный практикум по оптике и квантовой физике (8 ч)</b></p> <p>1. Изучение закона преломления света. 2. Измерение показателя преломления стек- ла при помощи микроскопа. 3. Измерение фокусного расстояния рассе- ивающей линзы. 4. Сборка оптических систем. 5. Исследование интерференции света. 6. Исследование дифракции света. 7. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решетки. 8. Изучение явлений фотоэффекта. Измере- ние работы выхода электрона</p>	<p>— Исследовать закон преломления света; — измерять показатель преломления света при помощи микроскопа; — измерять фокусное расстояние рассеивающей линзы; — собирать действующие оптические системы; — исследовать интерференцию и дифракцию света; — определять длину световой волны при помощи диф- ракционной решетки; — исследовать явление фотоэффекта, измерять работу выхода электронов; — представлять результаты физических измерений в различных формах (таблицы, графики, диаграммы и др.); — оценивать достоверность данных, полученных в физи- ческом эксперименте</p>

<b>СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ (8 ч)</b>	
<p>Солнечная система как комплекс тел, имеющих общее происхождение. Общие характеристики планет. Планеты земной группы. Далекие планеты. Солнце и звезды. Строение и эволюция Вселенной</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Наблюдать звезды, Луну и планеты в телескоп;</li> <li>— наблюдать солнечные пятна с помощью телескопа и солнечного экрана;</li> <li>— использовать различные информационные ресурсы для поиска и исследования изображений космических объектов</li> </ul>
<b>ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИКИ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ МИРА И РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ ОБЩЕСТВА (2 ч)</b>	
<p>Единая физическая картина мира. Физика и научно-техническая революция</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Объяснять явления на микро/макро/мега уровнях, опираясь на четыре фундаментальных взаимодействия (гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое);</li> <li>— владеть методами научного познания на предметном и межпредметном уровнях (например, при выделении общего и различного в механизмах, способах появления новых естественнонаучных и гуманитарных знаний);</li> <li>— систематизировать и обобщать физические знания (например, при выполнении задания: «Проклассифицируйте существующие в настоящее время медицинские приборы/устройства, сконструированные на основе различных физических явлений (ответ представьте в виде схемы)»);</li> <li>— систематизировать и обобщать информацию/знания в предметном и метапредметном контекстах (например, при подготовке презентации «НаноАрт — нанойскусство XXI века»);</li> </ul>

Окончание табл.

Основное содержание по темам	<b>Виды деятельности ученика (на уровне учебных и универсальных учебных действий)</b>
	<p>— осознавать ценности научных методов познания в любом виде деятельности, уметь вести диалог, выслушивать мнение оппонента, участвовать в дискуссии, открыто высказывать и отстаивать свою точку зрения (например, при подготовке и проведении дискуссии «Физика — интернациональная наука?!»);</p> <p>— выстраивать свою будущую образовательную траекторию в аспекте профессионального самоопределения (например, при заполнении таблицы «Профессии, связанные с физикой»)</p>
<b>РЕЗЕРВНОЕ ВРЕМЯ (7 ч)</b>	

## МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

---

Для обучения физике учащихся старших классов в соответствии со стандартами второго поколения необходимо реализовать системно-деятельностный подход к процессу обучения. Данный подход при обучении учащихся физике реализуется при организации экспериментальной деятельности как в урочном, так и во внеурочном формате, решении различных задач (предметных, межпредметных и метапредметных). Поэтому школьный кабинет физики должен быть оснащен полным комплектом демонстрационного и лабораторного оборудования в соответствии с перечнем учебного оборудования по физике и современными тенденциями в области производства данного средства обучения (например, цифровые приборы, мобильные цифровые лаборатории, имеющие выход в Интернет, для организации сетевого обучения<sup>1</sup>).

**Программа** курса физики для 10—11 классов с углубленным изучением физики.

**Комплект учебников** для классов физико-математического профиля:

1. Физика. Механика. 10 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений (авторы Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков)

2. Физика. Молекулярная физика. Термодинамика. 10 кл.: учеб. для углубленного изучения физики (авторы Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков)

3. Физика. Электродинамика. 10 — 11 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений (авторы Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков)

---

<sup>1</sup> Обучения, спроектированного на основе научного краудсорсинга (использование ресурсов неопределенного количества лиц для решения определенных задач).

4. Физика. Колебания и волны. 11 кл. Профильный уровень: учеб. для общеобразоват. учреждений (авторы Г. Я. Мякишев, А. З. Сиянков)

5. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл.: учеб. для углубленного изучения физики (авторы Г. Я. Мякишев, А. З. Сиянков)

#### Список наглядных пособий

##### *Таблицы общего назначения*

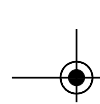
1. Международная система единиц (СИ).
2. Приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц.
3. Физические постоянные.
4. Шкала электромагнитных волн.
5. Правила по технике безопасности при работе в кабинете физики.
6. Меры безопасности при постановке и проведении лабораторных работ по электричеству.
7. Порядок решения количественных задач.

##### *Тематические таблицы*

1. Траектория движения.
2. Относительность движения.
3. Второй закон Ньютона.
4. Реактивное движение.
5. Космический корабль «Восток».
6. Работа силы.
7. Механические волны.
8. Взаимосвязь вращательного и колебательного движений.
9. Динамика свободных колебаний.
10. Виды деформаций I.
11. Виды деформаций II.
12. Броуновское движение. Диффузия.
13. Поверхностное натяжение, капиллярность.
14. Строение атмосферы Земли.
14. Измерение температуры.
15. Внутренняя энергия.
15. Двигатель внутреннего сгорания.
16. Плавление, испарение, кипение.
16. Двигатель постоянного тока.
17. Кристаллические вещества.
18. Агрегатные состояния вещества.
19. Сжижение газа при его изотермическом сжатии.
20. Первое начало термодинамики.
21. Второе начало термодинамики.



22. Работа газа в термодинамике.
23. Адиабатный процесс.
24. Закон Гей-Люссака.
25. Закон Бойля—Мариотта.
26. Закон Шарля.
27. Цикл Карно.
28. Давление идеального газа.
29. Определение скоростей молекул.
30. Эквивалентность количества теплоты и работы
31. КПД тепловой машины.
32. Закон Кулона.
33. Линии напряженности электростатического поля.
34. Диэлектрики и проводники в электрическом поле.
35. Электронно-лучевая трубка.
36. Полупроводники.
37. Полупроводниковый диод.
38. Транзистор.
39. Энергетическая система.
40. Термо- и фоторезистор.
41. Простейший радиоприемник.
42. Приборы магнитоэлектрической системы.
43. Схема гидроэлектростанции.
44. Трансформатор.
45. Передача и распределение электроэнергии.
46. Динамик. Микрофон.
47. Шкала электромагнитных волн.
48. Радиолокация.
49. Рентгеновская трубка.
50. Опыт Майкельсона.
50. Модели строения атома.
51. Определение заряда электрона.
52. Лампа накаливания.
53. Давление света.
54. Схема опыта Резерфорда.
55. Цепная ядерная реакция.
56. Ядерный реактор.
57. Лазер.
58. Звезды.
59. Солнечная система.
60. Затмения.
- 61 Земля — планета Солнечной системы.
62. Луна.
63. Планеты земной группы.
64. Планеты-гиганты.
65. Малые тела Солнечной системы.



- 66. Солнце.
- 67. Строение Солнца.
- 68. Наша Галактика.
- 69. Другие галактики.
- 70. Глаз как оптическая система.
- 71. Оптические приборы.

*Комплект портретов для кабинета физики (папка с двадцатью портретами).*

*Электронные учебные издания*

1. Физика. Библиотека наглядных пособий. 7—11 классы (под редакцией Н. К. Ханнанова).

