

# Физика: от теории к практике

## Пояснительная записка

В современном естествознании физика является одной из лидирующих наук, она оказывает огромное влияние на различные отрасли науки, техники и производства.

Программа для 5 класса предусматривает первоначальное знакомство учащихся с кругом явлений и процессов, изучаемых физикой. Показывается их взаимосвязь с многими вопросами, рассматриваемыми химией, биологией, геологией и другими естественными науками.

Программа дополняет и развивает школьный курс физики и ориентирован на удовлетворение любознательности школьников, их аналитических и синтетических способностей.

Курс физики для пятиклассников — это первоначальное знакомство с научным методом мышления, с физикой, как наукой о природе, с основными физическими процессами и явлениями.

Учитывая возраст школьников, знакомство с научным методом носит характер регулярной демонстрации плодотворности физических законов и моделей для объяснения реальных бытовых явлений и эффектов (человеческий организм, автомобиль, спорт, погода, кулинария).

Каждый раздел предполагается начинать с общего описания круга изучаемых явлений. При этом используется вспомогательный иллюстративный и мультимедийный материал, при необходимости проводятся демонстрации и лабораторно-практические занятия, способствующие улучшению восприятия и закреплению материала.

Важно помнить, что любое утверждение требует экспериментальной проверки с четким пониманием как это сделать.

По каждому из модулей слушателям будет предложено проведение мысленных и домашних экспериментов, не требующих сложного физического оборудования. Цель такого рода заданий - формирование умений и навыков по созданию моделей рассматриваемых явлений и процессов, что является одним из центральных понятий физики.

В рамках курса для формирования целостного представления о рассматриваемых процессах и явлениях, а также демонстрации единства наук о природе предполагается проведение интегрированных занятий «физика-химия-биология-математика».

При изучении модуля «Элементы математики» повторяются и изучаются разделы, формируются навыки и умения необходимые для успешного усвоения курса физики.

Цель курса - создание условий для формирования и развития у учащихся:

- интеллектуальных и практических умений в области физики;
- интереса к изучению предмета физики;
- умения самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания;
- творческих способностей;
- коммуникативных навыков, которые способствуют развитию умений работать в группе, вести дискуссию, отстаивать свою точку зрения.

Личностными результатами обучения при изучении пропедевтического курса физики являются:

- сформированность познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся;
- убежденность в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважение к творцам науки и техники, отношение к физике как к элементу общечеловеческой культуры;
- самостоятельность в приобретении новых знаний и практических умений;
- приобретение положительного эмоционального отношения к окружающей природе и самому себе как части природы, желание познавать природные объекты и явления в соответствии с жизненными потребностями и интересами;
- приобретение умения ставить перед собой познавательные цели, выдвигать гипотезы, конструировать высказывания естественнонаучного характера, доказывать собственную точку зрения по обсуждаемому вопросу;
- приобретение навыков исследовательской и конструкторской деятельности и умение привлекать полученные знания о свойствах объектов, процессов и явлений.

Учащиеся приобретают следующие умения:

- наблюдать и описывать физические явления и свойства;
- выдвигать гипотезы;
- отбирать необходимые приборы самостоятельно конструировать (собирать) установки для проведения эксперимента и/или исследовательского проекта;
- выполнять измерения;
- решать физические задачи;
- интерпретировать результаты эксперимента;
- делать выводы;
- обсуждать результаты эксперимента;
- применять полученные знания, умения и навыки в повседневной жизни;

- понимать физическую картину мира.

**ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
КУРСА ФИЗИКИ  
(5-11 классы)**

**5-7 классы - 64 ч, 2 часа в неделю**

**8-11 классы - 128 ч, 4 часа в неделю**

**5 класс**

1. Введение (2 час)
  2. В мире измерений (3 часов)
  3. Механические явления (4 часа)
  4. Что такое сила? (4 часа)
  5. Простые механизмы (6 часов)
  6. Весовые измерения (4 часа)
  7. Равновесие и устойчивость (4 часа)
  8. Свойства и статика текучих сред (6 часа)
  9. Плавание и погружение (3 часа)
  10. Тело и вещество (6 часов)
  11. Тепловые явления (10 часов)
  12. Природа звука. (12 часов)
- Итого 64 часа

**6 класс**

1. Введение (12 часов)
  2. Элементы математики (12 часов)
  3. Электрические явления (20 часов)
  4. Оптические явления (20 часов)
- Итого 64 часа

**7 класс**

1. Физика и физические методы изучения природы (4 часа)
2. Взаимодействие тел. (18 часов)
3. Давление твердых тел, жидкостей и газов. (12 часов)
4. Работа и мощность. Энергия (12 часов)
5. Строение вещества (6 часов)
6. Тепловые явления (12 часов)

Итого 64 часа.

### **8 класс**

1. Тепловые явления (32 часа)
2. Электрические и магнитные явления (50 часов)
3. Электромагнитные колебания и волны (18 часов)
4. Оптические явления (28 часов)

Итого 128 часов

### **9 класс**

#### **Механика (110 часов)**

1. Введение — 2 часа
2. Кинематика материальной точки – 16.
3. Законы Ньютона — 26 часов
4. Импульс. Центр масс. Реактивное движение— 14 часов
5. Энергия — 18 часов
6. Столкновения — 6 часов
7. Движение абсолютно твердого тела — 16 часов
8. Элементы механики сплошных сред - 12 часов.

#### **Молекулярная физика (18 часов)**

1. Введение - 3 часа
2. Статистический метод. МКТ – 15 часов

Итого 128 часов

### **10 класс**

#### **Молекулярная физика (окончание) (62 часа)**

1. Статистический метод. Функции распределения— 10 часов
2. Термодинамический метод — 20 часов
3. Фазовые равновесия и превращения — 12 часов
4. Поверхностные явления — 12 часов
5. Твердое и жидкое состояния — 8 часов

#### **Электродинамика (66 часов)**

1. Введение – 2 часа
2. Стационарное электрическое поле—26 часов
3. Постоянный электрический ток —18 часов
4. Стационарное магнитное поле — 20 часов

Итого 128 часов

## **11 класс**

### **Электродинамика (окончание) (22 часа)**

1. Полупроводники — 6 часов;
2. Электромагнитные явления — 12 часов;
3. Магнитное поле в веществе — 4 часа.

### **Колебания и волны (28 часов)**

1. Колебания — 14 часов;
2. Волны — 14 часов.

### **Физическая оптика (38 часов)**

1. Основные закономерности геометрической оптики – 8 часов.
2. Фотометрия — 6 часов;
3. Волновая оптика — 16 часов;
4. Взаимодействие света с веществом — 8 часов.

### **Введение в квантовую физику — 28 часа;**

**Атомное ядро — 12 часов;**

Итого 128 часов

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

5 класс (64 часа) – 2 часа в неделю

## 1. ВВЕДЕНИЕ (2 часа)

Зачем нужно изучать физику? Техника безопасности при работе в физической лаборатории.

Основные понятия физики. Тело и вещество. Из чего состоят вещества? Понятие об агрегатных состояниях вещества. Твердые вещества и текучие среды. Упругие и неупругие среды.

## 2. В МИРЕ ИЗМЕРЕНИЙ (3 часа)

Методы исследования в физике. Что такое измерение и какова роль измерений в физике? Как мы измеряем, и почему появляются ошибки? Знакомство с различными измерительными приборами.

Зачем нужны единицы измерения? Что такое кратные и дольные единицы измерения? Знакомимся с системой СИ и часто употребляемыми внесистемными единицами.

## 3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ (4 часа)

Механические явления. Путь и время. Скорость. Относительность движения. Инерция. Механические колебания. Колебание маятника и измерение времени.

## 4. ЧТО ТАКОЕ СИЛА? (4 часа)

Что такое движение и почему тела движутся? Что вызывает изменение их формы? Что удерживает планеты около Солнца? Всемирное тяготение.

Сила. Единицы силы. Динамометр, измерение силы. Как мы задаем силу? Какими бывают силы?

Можно ли силы складывать? Давление и способы его измерения.

Действие и противодействие. Деформация – изменение формы. Сила упругости. Трение. Электрические силы. Магнитное взаимодействие. Давление.

### Фронтальные экспериментальные задания

Наблюдение силы упругости при деформации.

Измерение силы.

Изучение трения.

Вычисление давления тела на опору.

Определение периода колебаний маятника. Измерение времени.

## **5. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ (6 часов)**

Что такое простые механизмы? Виды приспособлений и способы их применения. Наклонная плоскость. Клин. Винт. Рычаг. Ворот. Колесо. Подвижный и неподвижный блоки. Ременная передача.

Домашний эксперимент – изучение принципа действия одного из механизмов, используя имеющиеся бытовые приборы и инструменты.

## **6. ВЕСОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ (4 часа)**

Вес и масса. Цели и задачи весовых измерений. Развитие технологии взвешивания. Конструирование простейшие пружинные и рычажные весы и изучить принципы их работы. Исследование условий равновесия.

## **7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА «РАВНОВЕСИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ» (4 часа)**

Задачи практической работы.

- 1) Используя простые материалы выполнить индивидуальное задание на конструирование (ферма моста, башня, лестничный марш.
- 2) Изучить особенности функционирования полученной конструкции, проверяя свои действия и анализируя результаты испытаний.

Полученные таким образом базовые знания переносятся на другие технические средства – как строительные конструкции, так и предметы повседневной жизни, и при этом дети приходят к более глубокому пониманию основных законов окружающего нас мира техники.

*В ходе исследования учащимися будут получены ответы на вопросы.*

- Какую нагрузку может выдержать конструкция?
- Почему дорожное полотно не прогибается?
- Как можно сделать устойчивым лист бумаги?
- Какой высоты башню я могу построить, чтобы она не упала?
- Почему устойчивы мосты с решетчатыми фермами?
- При помощи чего держится висячий мост?

## **8. СВОЙСТВА И СТАТИКА ТЕКУЧИХ СРЕД (6 часа)**

Вязкость жидкости и газов. Понятие об идеальных и неньютоновских жидкостях. От чего зависит вязкость текучих сред.

Выталкивающая сила. От чего зависит сила Архимеда? Правила безопасного поведения на воде.



Давление в жидкостях и газах. Закон Паскаля. Глубоководные погружения с аквалангом и требования безопасности.

Сообщающие сосуды. Атмосферное давление. Применение и принцип работы медицинских банок, шприца, пипетки, присоски.

### **9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ «ПЛАВАНИЕ И ПОГРУЖЕНИЕ» (3 часа)**

В серии экспериментов ребята исследуют условия плавания тел, анализируют - влияет ли плавание тел их форма, размеры и материал, из которого они изготовлены.

Тематика экспериментов

- Что плавает – что тонет?
- Плавание и погружение сплошных тел.
- Что происходит с водой, когда в нее что-нибудь погружают?
- Почему корабль плавает?
- Как возникает выталкивающая сила?
- Почему железо тонет, а воск плавает?
- Плотность
- Опыты с водой.

### **10. ТЕЛО И ВЕЩЕСТВО (6 часов)**

Характеристики тел и веществ. Три состояния вещества. Делимость вещества. Молекулы, атомы, ионы. Представление о размерах частиц вещества. Масса тела.

Плотность вещества. Единицы измерения массы тела и плотности вещества.

Температура. Температурные шкалы, единицы измерения температуры. Диффузия. Броуновское движение.

#### **Фронтальные экспериментальные задания**

Наблюдение различных состояний вещества.

Измерение температуры воды и воздуха.

Наблюдение делимости вещества.

Измерение плотности вещества.

### **11. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ (10 часов)**

Теплота и температура. Тепловое расширение тел. Передача теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Теплообмен при фазовых превращениях: нагревание и охлаждение, кипение, испарения и конденсации, плавление и кристаллизация. Понятие о критической температуре фазового превращения. Тройная точка воды. Примеры теплопередачи в организме человека. Роль кожи в терморегуляции.

Знакомство с лабораторными приборами и методиками проведения простых и наглядных экспериментов, демонстрирующих тепловые явления. Устройство и принцип действия термометра. Калориметр.

Изучение свойств твердых тел, жидкостей и газов на примере безопасных химических соединений.

#### **Практические работы:**

- изготовление термометра и его градуировка (шкала Цельсия);
- изготовление баночного калориметра;
- наблюдение изменения объема тел при нагревании и охлаждении;
- отливка игрушечного солдатика;
- наблюдение охлаждения жидкости при испарении;
- наблюдение теплопроводности воды и воздуха.

### **12. ПРИРОДА ЗВУКА (12 часов)**

Что такое звук? Как возникает и распространяется звук? Скорость звука. Физические характеристики звука. Отражение, преломление и поглощение звука. Акустические резонаторы. Некоторые сведения о музыкальных инструментах Эффект Доплера. Камертон. Фоноvisor.

Как функционирует наш орган слуха? Бинауральный эффект.

Влияние шума на здоровье человека. Признаки утомления органов слуха, способы их снятия. Голосовой аппарат человека. Слуховой аппарат человека. Профилактика нормального слуха человека. Перкуссия в медицине. Ультразвук и инфразвук, их влияние на человека. Роль ультразвука в биологии и медицине.

Ультрасоноскоп. Акустические очки.

#### **Практические работы:**

- Извлечение и передача звука
- Звук, Шум и Слух
- Знакомьтесь: резонанс
- Влияние различных мелодий на частоту сердцебиения
- Воздействие низких частот на человеческое тело
- Монохорд Пифагора и др.

**6 класс (64 часа) – 2 часа в неделю**

### **1. ВВЕДЕНИЕ (12 часов)**

Природа. Человек – часть природы. Что изучает физика. Наблюдения. Опыт. Теория. Лабораторное оборудование. Измерительные приборы. Табличное и графическое

представление результатов измерений. Знакомство с погрешностью измерений. Оценка погрешностей.

### **Фронтальная лабораторная работа**

Изготовление и градуировка простейших измерительных приборов

Измерение размеров физического тела различными измерительными приборами.

Измерение объёма жидкости и вместимости сосуда.

Измерение объёма твёрдого тела.

## **2. ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИКИ (12 часов)**

Округление чисел. Порядок действий в вычислениях. Степень числа. Площадь и объём фигур. Единицы площади и объёма.

Что такое процент?

Десятичные дроби и метрическая система мер.

Действия с десятичными дробями.

Умножение и деление десятичной дроби на 10, 100, 1000...

Округление десятичных дробей.

Построение диаграмм, таблиц, графиков.

### **Фронтальная расчётная работа**

Вычисление площади прямоугольника, квадрата, круга, произвольной геометрической фигуры.

Вычисление объёма параллелепипеда, цилиндра, шара

Единицы измерения, их перевод и сравнение

Решение расчетных и качественных задач. Задачи на смекалку. Задачи базового уровня. Графические задачи. Оценка и вычисление погрешностей.

## **3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ (20 часов)**

Атом и его строение.

Электризация. Способы электризации. Понятие об электрическом заряде и его свойствах. Закон сохранения электрического заряда. Электроскоп.

Электрическое поле. Форма электрических полей.

Электризация в быту и методы ее устранения.

Движение электрических зарядов. Проводники и изоляторы. Электрический ток и условия его существования. Измерения тока: сила тока и напряжение. Безопасное значение силы тока и напряжения. Простейшие элементы электрической цепи. Источники тока: гальванический элемент, аккумулятор, генератор. Сопротивление. Конденсатор. Сборка электрических цепей. Последовательное и параллельное соединение элементов.

Действие тока. Тепловое действие тока.

Магнитное действие тока. Взаимодействие проводников с током. Постоянное магнитное поле и его источники. Формы магнитных полей. Постоянные магниты. Компас.

Электромагниты и их применение.

Химическое действие тока. Электролиз.

### **Фронтальная лабораторная работа**

Наблюдение теплового действия электрического тока

Наблюдение магнитного действия электрического тока

Изготовление электромагнита

Наблюдение химического действия электрического тока. Знакомство с гальванопластикой.

## **4. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ (20 часов)**

### **Свет и тень (8 часов)**

Что такое луч света, пучок света? Оптически однородные и неоднородные среды. Прямолинейное распространение света. Закон независимости действия световых лучей. Учимся строить ход лучей. Исследуем понятие тень и полутень.

Отражение света. Изображение в зеркалах. Путешествие в Королевство Кривых зеркал.

В ходе выполнения экспериментов ученики сами находят, например, ответы на следующие вопросы:

- Почему мы не способны видеть в темноте?
- Как возникает тень?
- Почему зеркало отражает?
- Как работают солнечные часы?
- Почему следует носить светлую одежду в темное время суток?
- Как различные материалы отражают свет?

### **Оптические приборы. (8 часов)**

Изучаются простейшие оптические приборы – линзы, лупы, призмы, решетки и некоторыми оптическими явлениями (отражение и преломление света).

Темы занятий

- Линза и лупа. Оптическая сила линзы, единицы оптической силы
- Фокус линзы.
- Опыты Ньютона. Как образуется радуга?
- Что такое дифракционная решетка? Можно ли с её помощью получить радугу?

### **Глаз как оптическая система (4 часа)**

Строение глаза и его оптические свойства. Ход световых лучей в глазе. Дефекты зрения и причины их появления: 1) сборка модели нормального глаза, получение на экране-«сетчатке» одновременно действительных перевернутых изображений близкого и далекого предметов (окна и оправы линзы); 2) сборка моделей близорукого и дальнозоркого глаза.

Коррекция зрения. Фронтальные опыты по подбору собирающей линзы для очков, исправляющих дальнозоркость, и по устранению близорукости рассеивающей.

Профилактика коррекции зрения. Глазодвигательная гимнастика. Признаки утомления органов зрения, способы его снятия.

### 7 класс (всего 64 часа, 2 часа в неделю)

#### 1. ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРИРОДЫ (6 часов)

Предмет и методы физики. Физика и техника. Методы получения знаний в физике. Наблюдение и физический эксперимент как основные методы изучения законов природы. Эталоны физических величин. Размерность. Измерения и обработка результатов измерений. Общие рекомендации к выполнению лабораторных работ, самостоятельных наблюдений и экспериментов.

*Лабораторные работы:*

Л.р. № 1	«Ознакомление с измерительными приборами и определение предела и цены деления измерительного прибора»
Л.р. № 2	«Измерение линейных размеров и объема физического тела»
Л.р. № 2а	«Измерение расстояний»

#### 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ (34 часа)

Механическое движение. Поступательное и вращательное движения. Относительность движения. Система отсчета. Выбор системы координат в соответствии с поставленной задачей. Векторное и координатное описание положения тела в пространстве.

Понятие о радиус-векторе. Равномерное и неравномерное движение. Перемещение. Траектория. Пройденный путь. Скорость: средняя, среднепутевая, мгновенная. Прямолинейное движение: равномерное и равнопеременное движение. Ускорение и единицы ускорения. Свободное падение как пример равнопеременного движения.

Взаимодействие тел. Инерция. Масса. Плотность. Измерение массы тела на весах. Расчет массы и объема по его плотности. Сила Динамометр. Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Силы в природе. Сила тяготения. Закон Всемирного тяготения. Законы Кеплера. Сила тяжести и масса тела. Вес тела. Невесомость.

Перегрузка. Связь между силой тяжести и массой тела. Сила упругости. Закон Гука. Упругая деформация. Трение. Виды трения. Оценка силы трения.

Лабораторные работы:

Л.р. № 3	«Исследование прямолинейного равномерного и равноускоренного движения».
Л.р. № 4	«Определение ускорения свободного падения»
Л.р. № 5	«Взвешивание тел на рычажных весах».
Л.р. № 6	«Определение массы и плотности вещества твердого тела»
Л.р. № 7	Динамометр. Изготовление и градуировка прибора.
Л.р. № 8	«Исследование зависимости удлинения стальной пружины от приложенной силы»
Л.р. № 9	«Исследование зависимости силы трения от материала и площади соприкосновения».
Л.р. № 10	«Сравнение сил трения покоя, скольжения, качения и веса тела»
Л.р. №10а	«Измерение коэффициента трения скольжения, через опрокидывание бруска»

Контрольные работы № 1, 2, 3, 4.

### 3. ДАВЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ (20 часа)

Давление. Опыт Торричелли. Барометр-анероид. Атмосферное давление на различных высотах. Закон Паскаля. Способы увеличения и уменьшения давления. Давление газа. Вес воздуха. Воздушная оболочка. Измерение атмосферного давления. Манометры. Поршневой жидкостный насос. Передача давления твердыми телами, жидкостями, газами. Действие жидкости и газа на погруженное в них тело. Расчет давления жидкости на дно и стенки сосуда. Сообщающие сосуды. Архимедова сила. Гидравлический пресс. Плавание тел. Плавание судов. Воздухоплавание.

Лабораторные работы:

Л.р. № 11	«Определение давления человека»
Л.р. № 12	«Определение выталкивающей силы»
Л.р. № 13	«Изучение условия плавания тел»

### 4. РАБОТА. МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ (19 часов)

Работа. Мощность. Энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии. Простые механизмы. КПД механизмов. Рычаг. Равновесие сил на рычаге. Момент силы. Рычаги в технике, быту и природе. Применение закона равновесия рычага к блоку. Равенство работ при использовании простых механизмов. «Золотое правило» механики. Равновесие тел с закреплённой осью вращения. Виды равновесия. Потенциальная энергия тела, на которое действует сила тяжести. Потенциальная энергия пружины. Механические колебания. Маятники. Закон сохранения энергии при колебаниях. Механические и звуковые волны.

Лабораторные работы:

Л.р. № 14	«Исследование свойств простых механизмов»
Л.р. №15	«Проверка правила рычага»

Л.р. № 16	«Изучение колебаний маятника»
-----------	-------------------------------

### **5. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА (6 часов)**

Гипотеза о дискретном строении вещества. Молекулы. Непрерывность и хаотичность движения частиц вещества. Диффузия. Броуновское движение. Модели газа, жидкости и твердого тела. Взаимодействие частиц вещества. Взаимное притяжение и отталкивание молекул. Три состояния вещества.

Лабораторные работы:

Л.р. № 17	«Изучение диффузии в жидкостях и газах»
-----------	---

### **6. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ (14 часов)**

Внутренняя энергия. Температура. Тепловое расширение тел. Теплопередача. Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Фазовые переходы. Теплообмен при фазовых превращениях: нагревание и охлаждение, кипение, испарения и конденсации, плавление и кристаллизация. Постоянство температуры при плавлении и кипения.

Лабораторные работы:

Л.р. № 18	«Измерение температуры различными приборами»
Л.р. №18а	«Определение температуры и давления атмосферного воздуха»

Контрольные работы №8, 9

## **8 класс (всего 128 часов, 4 часа в неделю)**

### **1. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ (32 часа)**

Внутренняя энергия. Тепловое движение. Температура. Теплопередача. Необратимость процесса теплопередачи. Связь температуры вещества с хаотическим движением его частиц. Способы изменения внутренней энергии. Теплопроводность. Количество теплоты. Удельная теплоемкость. Конвекция. Излучение. Экспериментальный и теоретический методы изучения природы. Измерение физических величин. Погрешность измерения. Построение графика по результатам экспериментов. Наблюдение простейших явлений и процессов природы с помощью органов чувств (зрения, слуха, осязания). Использование простейших измерительных приборов. Схематическое изображение опытов.

Методы получения знаний по тепловым и электрическим явлениям. Построение и проверка гипотез. Систематизация в виде таблиц, графиков, теоретические выводы и умозаключения. Закон сохранения энергии в тепловых процессах. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления. График плавления и отвердевания. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества. Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации. Работа пара и газа при

расширении. Кипение жидкости. Влажность воздуха. Тепловые двигатели. Энергия топлива. Удельная теплота сгорания. Агрегатные состояния. Преобразование энергии в тепловых двигателях. КПД теплового двигателя.

Лабораторные работы:

Л.р. №1	«Калориметрия. Изучение тепловых эффектов физико-химических процессов»
Л.р. № 1а	«Исследование процесса охлаждения горячей воды».
Л.р. № 2	«Определение удельной теплоемкости твердого тела».
Л.р. № 3	«Определение тепловых потерь при смешении воды разной температуры».

Контрольные работы № 1, 2

## 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (50 часов)

Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда. Дискретность электрического заряда. Электрон. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Электроскоп. Строение атомов. Объяснение электрических явлений. Проводники и непроводники электричества. Действие электрического поля на электрические заряды. Постоянный электрический ток. Источники электрического тока. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах.

Электрическая цепь и ее составные части. Сила тока. Единицы силы тока. Амперметр. Измерение силы тока. Напряжение. Единицы напряжения. Вольтметр. Измерение напряжения. Зависимость силы тока от напряжения. Сопротивление. Единицы сопротивления. Закон Ома для участка электрической цепи. Расчет сопротивления проводников. Удельное сопротивление. Примеры на расчет сопротивления проводников, силы тока и напряжения. Реостаты.

Последовательное и параллельное соединение проводников. Действия электрического тока Закон Джоуля-Ленца. Работа электрического тока. Мощность электрического тока. Единицы работы электрического тока, применяемые на практике. Счетчик электрической энергии. Электронагревательные приборы. Расчет электроэнергии, потребляемой бытовыми приборами. Нагревание проводников электрическим током. Количество теплоты, выделяемое проводником с током. Лампа накаливания. Короткое замыкание. Предохранители.

Лабораторные работы:

Л.р. №4	«Исследование способов электризации»
Л.р. №4а	«Изучение взаимодействия заряженных тел»
Л.р. №5	«Изучение зависимости силы тока от напряжения»
Л.р. №6	«Определение удельного сопротивления»



Контрольные работы № 1, 2

## 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ (50 часов)

Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Два вида электрического заряда. Дискретность электрического заряда. Электрон. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле. Электроскоп. Строение атомов. Объяснение электрических явлений. Проводники и непроводники электричества. Действие электрического поля на электрические заряды. Постоянный электрический ток. Источники электрического тока. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах. Электрическая цепь и ее составные части. Сила тока. Единицы силы тока. Амперметр. Измерение силы тока. Напряжение. Единицы напряжения. Вольтметр. Измерение напряжения. Зависимость силы тока от напряжения.

Сопротивление. Единицы сопротивления. Закон Ома для участка электрической цепи. Расчет сопротивления проводников. Удельное сопротивление. Примеры на расчет сопротивления проводников, силы тока и напряжения. Реостаты. Последовательное и параллельное соединение проводников. Действия электрического тока Закон Джоуля-Ленца. Работа электрического тока. Мощность электрического тока. Единицы работы электрического тока, применяемые на практике. Счетчик электрической энергии. Электронагревательные приборы. Расчет электроэнергии, потребляемой бытовыми приборами. Нагревание проводников электрическим током. Количество теплоты, выделяемое проводником с током. Лампа накаливания. Короткое замыкание. Предохранители.

Лабораторные работы:

Л.р. №4	«Исследование способов электризации»
Л.р. №4а	«Изучение взаимодействия заряженных тел»
Л.р. №5	«Изучение зависимости силы тока от напряжения»
Л.р. №6	«Определение удельного сопротивления»
Л.р. №7	«Измерение мощности электрического тока»

Контрольные работы № 3-7

## 3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ (18 часов)

Взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Взаимодействие проводников с током. Действие магнитного поля на электрические заряды. Графическое изображение магнитного поля. Направление тока и направление его магнитного поля. Обнаружение магнитного поля по его действию на электрический ток. Правило левой руки.

Электродвигатель. Электромагнитная индукция. Явление электромагнитной индукции. Получение переменного электрического тока. Электрогенератор.

#### **14. ОПТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ (28 часов)**

Источники света. Прямолинейное распространение, отражение и преломление света. Луч. Отражение света: направленное и диффузное. Закон отражения света. Плоское зеркало. Построение изображения в плоском зеркале. Сферическое зеркало. Радиус кривизны сферического зеркала. Главный фокус сферического зеркала. Формула сферического зеркала и его оптическая сила. Увеличительные зеркала. Построение изображения в сферических зеркалах: ход лучей и примеры. Преломление света. Абсолютный и относительный показатель преломления среды. Полное внутреннее отражение. Призмы. Преломляющий угол призмы. Ход лучей в поворотных призмах. Линза. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы. Изображение, даваемое линзой. Измерение фокусного расстояния собирающей линзы. Оптические приборы. Глаз и зрение. Очки. Основные aberrации оптических систем.

Лабораторные работы:

Л.р. №8	Изучение отражения света в зеркалах.
Л.р. №9	«Изучение законов геометрической оптики. Определение показателя преломления стекла»
Л.р. №10	«Изучение закона полного внутреннего отражения»
Л.р. №11	«Получение изображения при помощи линзы»
Л.р. №12	«Определение фокусного расстояния положительной и отрицательной линзы различными методами».
Л.р. №13	«Моделирование оптических приборов и определение их увеличения: трубы Кеплера, трубы Галилея»
Л.р. №14	«Изучение принципа работы микроскопа и определение показателя преломления стекла с его помощью».

Контрольные работы № 9, 10

**9 класс (всего 128 часов, 4 часа в неделю)**

### **МЕХАНИКА**

#### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Механическое движение. Место классической механики в физике. Предмет изучения. Круг описываемых явлений. Модели и абстракции механики. Границы применимости. Система отсчета. Системы координат: декартова, цилиндрическая, сферическая и естественная системы координат. Координаты. Вектора.

#### **2. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ.**

Радиус-вектор. Траектория, путь, перемещение. Оператор  $D$  (дельта). Его применение к степенной функции.

Скорость. Средняя скорость. Равномерное движение. Графики.

Проблема нахождения мгновенной скорости. Оператор дифференцирования.

Геометрическая интерпретация. Бесконечно малые величины. Дифференцирование полиномов.

Ускорение среднее и мгновенное. Равноускоренное движение. Зависимость скорости от времени. Графики.

Решение задач.

Проблема вычисления пути при неравномерном движении. Суммирование бесконечно малых величин. Графическая интерпретация. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Примеры. Неопределенный интеграл. Связь с операцией дифференцирования. Свойства интегралов. Графическая интерпретация.

Вывод уравнений движения тела в общем случае. Частные случаи. Работа с графиками. Равноускоренное движение. Движение в поле силы тяжести. Графики. Парабола безопасности.

Решение задач. Контрольная работа.

Поступательное и вращательное движение. Кинематика вращательного движения. Угловые характеристики. Связь с линейными характеристиками. Векторное произведение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Движение колеса.

Решение задач. Контрольная работа.

### **3. ЗАКОНЫ НЬЮТОНА**

Физические преобразования координат. Инерциальные системы отсчета, первый закон Ньютона. Классический закон сложения скоростей. Инвариантность длины, интервала времени, ускорения. Абсолютный характер понятия одновременности. Понятие о релятивистской механике.

Сила. Измерение сил. Второй закон Ньютона. Инертная масса. Третий закон Ньютона.

Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Трение качения. Сила сопротивления движению (жидкое трение).

Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера. Гравитационное взаимодействие. Свободное падение. Вес. Инертная и гравитационная массы. Принцип эквивалентности. Космические скорости. Кеплерово движение. Гравитация внутри тел.

Упругая сила. Природа. Виды деформаций. Закон Гука.

Кулоновская сила. Закон Кулона.

Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции. Центробежная сила. Эквивалентность сил инерции и сил тяготения. Центробежная сила инерции. Сила Кориолиса.

#### **4. ИМПУЛЬС**

Законы Ньютона и законы сохранения. Варианты построения механики.

Импульс. Закон сохранения импульса.

Центр масс. Теорема о центре масс. Система отсчета центра масс. Решение задач. Реактивное движение. Уравнение Мещерского. Уравнение Циолковского.

#### **5. ЭНЕРГИЯ**

Работа силы. Скалярное произведение векторов. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Решение задач.

Потенциальная энергия. Потенциальные силы. Потенциальность силы тяжести, кулоновской силы. Центральная сила — потенциальная. Однородное и стационарное силовое поле – поле потенциальных сил. Закон сохранения механической энергии.

Потенциальные кривые. Виды равновесия.

#### **6. СТОЛКНОВЕНИЯ**

Упругие и неупругие столкновения. Использование системы центра масс. Баллистический маятник. *Фазовые портреты движения.*

#### **7. ДВИЖЕНИЕ АБСОЛЮТНО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

Абсолютно твердое тело. Поступательное и вращательное движение. Условия механического равновесия.

Кинетическая энергия твердого тела. Момент инерции. Теорема Штейнера.

Уравнение вращательного движения. Момент силы.

Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.

Физический маятник.

#### **8. ЭЛЕМЕНТЫ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД**

Общие свойства жидкостей и газов. Кинематическое описание движения жидкости. Идеальная и вязкая жидкости. Гидростатика несжимаемой жидкости. Стационарное движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Гидродинамика вязкой жидкости.

Силы внутреннего трения. Коэффициент вязкости. Стационарное течение вязкой жидкости. Уравнение неразрывности. Кинематика и динамика газов.

Идеально упругое тело. Упругие деформации и напряжения. Закон Гука.  
Пластические деформации. Предел прочности.

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Круг описываемых явлений. Классификация явлений. Механика и молекулярная физика: предмет и способы изучения. Статистический и термодинамический подходы к изучению макросистем.

### **2. СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД**

Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Масштаб величин: размеры, масса, промежутки, концентрация молекул. Тепловое движение. Тепловое равновесие. Модель идеального газа. Давление. Измерение давления. Кинетическая температура. Абсолютная шкала температур. Другие шкалы. Термометры. Скорости молекул. Закон Дальтона. Длина свободного пробега. Частота столкновений. Броуновское движение.

Внутренняя энергия. Энергия идеального газа. Степени свободы.

Равнораспределение энергии по степеням свободы. Затруднения классической физики.

**10 КЛАСС (всего 128 часов, 4 часа в неделю)**

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

### **1. СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД**

Статистические распределения. Понятие о распределении. Связь с вероятностью обнаружения.

Барометрическая формула. Больцмановское распределение частиц (пространственное распределение).

Максвелловское распределение частиц: по проекциям скоростей, по величинам скоростей, по тепловым энергиям.

Понятие о законе Гиббса. Приложение к химическим реакциям. Экспериментальные методы нахождения распределения.

Взаимодействие молекул. Молекулярные силы. Потенциальные и силовые кривые. Тепловое расширение твердых и жидких тел. Модель газа Ван-дер-Ваальса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и экспериментальные изотермы реальных газов. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона

Явления переноса. Перенос тепла: теплопроводность, конвекция, излучение.

Понятие о диффузии и вязкости.

## **2. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД**

Понятие термодинамической системы. Макро- и микросостояния. Термодинамические параметры системы.

Тепловое взаимодействие. Термодинамическое равновесие и термодинамические процессы. Механическое и тепловое взаимодействие. Теплота. Термодинамическая температура.

Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Работа газа.

Первое начало термодинамики. Классические опыты. Функции состояния и функции процесса. Анализ изопроцессов. Адиабатический процесс. Расширение газа в пустоту.

Теплоемкость. Зависимость от вида процесса. Теплоемкость газов. Соотношение Майера. Политропический процесс. Затруднения классической теории.

Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики. Формулировки Клаузиуса и Томсона. Тепловые машины. Коэффициент полезного действия.

Цикл Карно. Теорема Карно. Вывод к.п.д. цикла Карно. Холодильная машина.

*Энтропия: статистическая и термодинамическая интерпретация, связь с вероятностью макросостояния. Энтропия как количественная характеристика необратимости процесса. Закон неубывания энтропии в изолированной системе. Вероятность и упорядоченность. Энтропия и стрела времени. (Теорема Нернста)*

## **3. ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ**

Фазы и фазовые превращения. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Фазовые переходы с молекулярно-кинетической точки зрения. Роль составляющих энергии молекулы. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Метастабильные состояния. Критическая точка. Тройная точка.

Испарение тел. Насыщенный пар. Влажность. Кипение. Тепловой баланс.

## **4. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Особые условия на поверхности. Коэффициент поверхностного натяжения. Поверхностная энергия. Конкуренция поверхностного натяжения и гравитации. Модельная оценка поверхностного натяжения воды. Пленки. Опыты с пленками. Опыт Плато. Поверхностно-активные вещества.

Смачивание. Краевой угол. Лапласово давление. Кипение. Пузырьковая камера.  
Капиллярные явления.

## **5. ТВЕРДОЕ И ЖИДКОЕ СОСТОЯНИЕ ВЕЩЕСТВА**

Кристаллы. Механические свойства твердых тел. Деформации. Теплоемкость твердых тел. Строение жидкостей.

## **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА**

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

Круг описываемых явлений. Роль электромагнитного взаимодействия. Круг описываемых явлений. Предмет изучения и классификация явлений. Единицы электрических величин. Системы СИ, СГС.

### **2. СТАЦИОНАРНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ**

Заряд и поле. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Опытные обоснования закона Кулона.

Напряженность поля. Принцип суперпозиции. *Электрический диполь. Поле диполя.*  
Линии напряженности поля.

Основные уравнения электростатики. Характеристики векторных полей: поток и циркуляция. Закон Гаусса. Работа сил электрического поля. Потенциальность поля. Скалярный потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Суперпозиция потенциалов. Связь потенциала и напряженности поля. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности.

*Неустойчивость электростатических систем (теорема Ирншоу).*

*Поля и потенциалы систем, обладающих симметрией: заряженной сферы, однородного шара, прямой, плоскости, пары плоскостей.*

*Метод электрических изображений.*

Проводники в электростатическом поле. Свободные носители заряда. Ограничение поверхностью тела. Теорема единственности. Работа выхода. Электростатическая индукция. Поле и заряды внутри и на поверхности проводника. Заземление. Экранировка. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия конденсатора. Энергия электрического поля. Энергия системы зарядов. Собственная и полная энергия.

Диэлектрики в электрическом поле. Поле при наличии диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость.

### **3. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК**

Предмет изучения. Опытные факты.

Классическая теория электропроводности. Сила тока. Плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома в локальной формулировке. Масштабы величин. Границы применимости. Возможные области нарушения. Опыт Толмена-Стюарта.

Закон Ома в интегральной форме. Условия поддержания электрического тока в цепи. Э.д.с. Сторонние силы. Цепь при наличии источника тока. Проводимость жидкости. Законы Фарадея. Гальванический элемент. Виды вольт-амперных характеристик. Соединение сопротивлений. Соединения источников тока. Ход потенциала в неоднородной цепи. Контактная разность потенциалов. Конденсаторы электрической цепи и их соединения.

Работа в цепи электрического тока. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной и интегральной формах. Масштабы величин. Зарядка аккумулятора.

Электрический ток в металлах. Зависимость сопротивления от температуры. Сверхпроводимость. *Электрическое сопротивление как квантовое явление. Закон Ома и анизотропия веществ.*

Методы расчета цепей постоянного тока: расчет эквивалентных сопротивлений, правила Кирхгофа, метод узловых потенциалов. Цепи с конденсаторами. Цепи с переключением. Цепи с заданной вольт-амперной характеристикой. Делитель напряжения и потенциометр.

Токи в различных средах. Токи в вакууме. Диод. Триод. Токи в газах.

#### **4. СТАЦИОНАРНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ.**

Магнитное поле и его характеристики.

Основные уравнения магнитостатики. Относительность электрического и магнитного полей.

Взаимодействие проводов с токами. Опыт Эрстеда.

Силовая характеристика магнитного поля. Выбор направления. Сила Лоренца и сила Ампера. Соотношение сил Лоренца и Кулона.

Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитные поля систем, обладающих симметрией. Сила взаимодействия проводов с током, Поле витка с оком. Магнитный момент витка и циркулирующего заряда. Поле соленоида.

Закон полного тока. Теорема Гаусса для постоянного магнитного поля в вакууме. Заряженная частица в магнитном поле. Циклотрон. Скрещенные поля. Эффект Холла. Рамка с током в магнитном поле. Электродвигатель.

Энергия магнитного поля.



## **11 класс (всего 128 часов, 4 часа в неделю)**

### **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА (ПРОДОЛЖЕНИЕ)**

#### **1. ПОЛУПРОВОДНИКИ**

Металлы, диэлектрики, полупроводники: экспериментальные различия- величина проводимости, ее зависимость от температуры, от концентрации примеси, качественная зависимость концентрации электронов проводимости от температуры. Энергия, необходимая для создания свободного электрона в кристалле ( $E_g$ ). Роль температуры. Примеры типичных полупроводников. Собственные полупроводники. Определение. Концентрация носителей. Свободный электрон и электрон проводимости. Электроны и дырки. Генерация и рекомбинация. Зависимость числа носителей от  $E_g$  и температуры. Примесные полупроводники. Определение. Оценка концентрации атомов примеси. Энергия ионизации донора  $E_d$ . Формула зависимости носителей от  $T$  и  $E_d$ . Пример донора. Основные и неосновные носители. Акцептор. Процессы в полупроводниках на языке энергетических диаграмм. Выпрямляющее действие контакта двух полупроводников. Реализация p-n перехода на практике. Полупроводниковый триод (транзистор).

#### **2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ**

Явление электромагнитной индукции. Идея поисков. Опыты Фарадея. Теоретическое осмысление. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Единицы. Правило Ленца. Трактовка Максвелла. Закон в виде уравнения Максвелла. Явление магнитоэлектрической индукции. Применение: электромоторы и генераторы. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Энергия магнитного поля проводника с током. Объемная плотность энергии. Закон Ома при наличии эффекта самоиндукции. Проводники в магнитном поле. Контур переменной площади в магнитном поле. Падающая рамка.

#### **3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ**

Магнетики. Классификация. Макроскопическая теория. Магнитная восприимчивость. Лабораторные магниты. Влияние магнитов на биохимические процессы. Микроскопическое описание диамагнитного эффекта. Оценка диамагнетизма атома He на основе классических представлений. Парамагнетизм. Неудовлетворительность классического описания. Ферромагнетизм. Молекулярные токи. Домены. Квантовый механизм. Магнитный гистерезис.

#### **КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

## 1. КОЛЕБАНИЯ

Общие сведения. Одинаковая математика — причина единого подхода.

Гармонические колебания. Амплитуда, период, частота и фаза колебаний. Их роль. Кинематика колебаний. Энергия колебаний. Сведения из теории дифференциальных уравнений. Роль начальных условий. Критерии гармоничности. Малые колебания. Сведения о рядах. Сложение колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу.

Механические колебания. Свободные колебания. Примеры простейших колебательных систем: гармонический осциллятор; математический маятник; физический маятник.

Вынужденные колебания. Учет затухания. Векторные диаграммы «амплитуда-фаза». Резонанс. Метод комплексных величин, границы его применимости. Получение решений дифференциального уравнения из физических соображений. (Параметрический резонанс).

Автоколебания.

Электрические колебания. Свободные колебания в колебательном контуре. Период свободных электрических колебаний. Вынужденные колебания. Переменный электрический ток. Получение, измерение, эффективные значения. Фазовые соотношения в цепи переменного тока, реактивные сопротивления, импеданс. Резонанс токов и резонанс напряжений. Цепи с нелинейными элементами. Активное сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Резонанс в электрической цепи.

## 2. ВОЛНЫ

Общие сведения. Колебания связанных осцилляторов. Волны в природе. Распространение фазы колебаний в волне. Классификация волн по их природе. Фронт волны. Волновая поверхность. Фазовая и групповая скорости. Поперечная и продольная волна. Поляризация волн. Уравнение плоской монохроматической волны. Сферическая волна. Энергия волн. Закон дисперсии.

Интерференция волн (от двух источников). Когерентность во времени. Стоячие волны. Отражение и прохождение. Условие на границе сред. Волновое сопротивление (импеданс).

Дифракция волн. Определение. Принцип Гюйгенса-Френеля.

Волны в упругих средах.

Качественная картина. Волновое уравнение. Скорость волны в упругих средах. Элементы акустики. Эффект Доплера.

Электромагнитные волны

Следствия из уравнений Максвелла. Скорость распространения. Поперечность. Опыты Герца. Элементы радиотехники. Принципы радиосвязи. Модуляция и демодуляция. Выпрямители. Антенна.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ ОПТИКА**

### **1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ**

История вопроса о природе света. Методы приближенного описания света: геометрический, волновой, фотонный (квантовый).

Вариационные принципы в физике. Принцип Ферма. Вывод законов геометрической оптики из принципа Ферма. Примеры использования принципа Ферма в других задачах.

Элементарные оптические системы: призмы, линзы, зеркала. Построение изображений.

### **2. ФОТОМЕТРИЯ**

Фотометрия. Световые и энергетические характеристики. Виды источников света: точечный, ламбертов и т.д. Основные закономерности.

### **3. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА**

Интерференция света. Требования к источнику света. Расположение Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Интерференция от двух точечных источников. Просветление оптики.

Дифракция света. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля. Дифракция на отверстиях и на диске. Зонная пластинка. Использование векторных диаграмм для расчета дифракции. Дифракция Фраунгофера. Дифракция на прямоугольной щели. Дифракция на  $N$  щелях. Дифракционная решетка. Заметность дифракционной картины.

Геометрическая оптика как предельный случай волновой. Влияние волновых свойств света на работу оптических систем.

### **4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ**

Взаимодействие света с веществом. Естественный и поляризованный свет. Поляризация света при отражении. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Классическая теория дисперсии света. Рассеяние света. Поглощение света.

## **ВВЕДЕНИЕ В КВАНТОВУЮ ФИЗИКУ**

### **1. КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА**

Квантовая теория и ее место в физике. Предпосылки возникновения квантовой физики.

Квантовые свойства света. Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Гипотеза Планка.

Фотоэффект. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего и внутреннего фотоэффекта.

Давление света. Эффект Комптона.

Корпускулярно-волновой дуализм света.

## **2. ФИЗИКА АТОМА И ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**

Строение атома. Планетарная модель атома по Резерфорду. Спектральные закономерности: формулы Бальмера и Ритца. Модель атома по Бору. Опыты Франка и Герца. Противоречия боровской модели.

Корпускулярно-волновой дуализм объектов микромира. Гипотеза де Бройля. Опыты Девиссона и Джермера. Опыт Бете.

Соотношение неопределенностей. Смысл соотношений. Отказ от представлений классической физики. Роль измерительного акта и дуализм волны-частицы.

Тождественность микрочастиц. Бозоны и фермионы. Вероятностная трактовка квантовой теории.

Квантово-механическая модель атома. Дискретность квантовых состояний. Квантовые числа. Правила отбора. Периодический закон Менделеева.

Типы связей атомов в молекулах. Энергия молекулы и ее зависимость от спинов электронов. Электронные оболочки и химическая связь в молекулах.

## **АТОМНОЕ ЯДРО**

### **1. ОБЩИЕ СВОЙСТВА АТОМНЫХ ЯДЕР.**

Состав и характеристики атомных ядер. Масса и энергия связи ядра. Размеры атомных ядер. Четность и закон сохранения четности. Электрические свойства и форма атомных ядер. Нуклон-нуклонное взаимодействие и свойства ядерных сил. Модели атомных ядер. Оболочечная модель ядра. Зарядовая независимость ядерных сил

### **2. РАДИОАКТИВНОСТЬ**

Общие закономерности радиоактивного распада. Альфа-распад. Бета-распад. Спектр бета-частиц. Проблема массы нейтрино. Е-захват. Гамма-излучение ядер. Внутренняя конверсия. Спонтанное деление ядер. Протонная активность. Радиоактивные семейства. Трансурановые элементы.

### **3. ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ**

Деление и синтез атомных ядер. Деление ядер под действием нейтронов. Цепная реакция. Синтез легких ядер. Термоядерный и инерционный синтез. Мезонный катализ. Проблемы ядерной энергетики.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная литература *Учебники и учебные пособия*

1. И.В. Савельев. Курс общей физики. Т.1-3.
2. А.Н. Матвеев Механика
3. А.Н. Матвеев. Молекулярная физика.
4. А.Н. Матвеев. Электричество и магнетизм.
5. А.В. Астахов. Курс общей физики. Т.1-3.
6. Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. Физика для поступающих в ВУЗы.
7. А.К.Кикоин. Физика. 10 кл.
8. Физика. 10кл. Под.ред. А.А.Пинского.
9. Б.М. Яворский, А.А.Пинский. Основы физики. Т.1-2.
10. Г.Герберт, С.Роуэлл. Физика. Пер. с англ. Просвещение. 1993.
11. Фейнмановские лекции по физике. 1-9 вып.
12. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т.1-5.
13. Г.С. Ландсберг Оптика.
14. А.П. Кирьянов, С.М. Коршунов. Термодинамика и молекулярная физика.
15. Г.В. Мякишев. Молекулярная физика.
16. Г.В. Мякишев. Электродинамика.
17. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики, под ред. Ю.И.Дика, О.Ф.Кабардина.
18. Мякишев Г.Е., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 10 класс. – М.: Просвещение, 2009
19. Мякишев Г.Е., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Физика. 11 класс. – М.: Просвещение, 2009

### *Сборники задач*

1. Л.П. Баканина, В.Е Белонучкин., С.М. Козел. Сборник задач по физике // Под ред. С.М. Козела. – М.: Просвещение, 2001
2. А.Н. Малинин. Сборник вопросов и задач по физике // М.: Просвещение, 2002
3. Буздин А. И., Зильберман А. Р., Кротов С. С. Раз задача, два задача...—М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990.— 240с. («Б-чка «Квант»; Вып. 81)
4. Г.А.Бендриков, Б.Б. Буховцев, В.В. Керженцев, Г.Я. Мякишев. Физика. Задачи для поступающих в вузы. МГУ, 1998.
5. Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с решениями. Харьков-Москва, 1998
6. Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. Физика в задачах. Издательство ЛГУ, 1974
7. Гольдфарб Н.И. Сборник задач по физике. М. Высшая школа, 1982
8. Б.Ю. Коган Задачи по физике: М.: 1971г. - 286с.
9. 3800 задач по физике для школьников и поступающих в вузы. М. "Дрофа", 2000
10. Г.Ф. Меледин. Физика в задачах: экзаменационные задачи с решениями М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1990 - 272с.
11. Пособие по физике для поступающих в вузы под ред. Цедрика Минск: Высшая школа, 1966 - 279с.
12. А.А. Пинский. Сборник задач по физике М.: Физматлит, 2003. - 296с.
13. Козел С.М., Рашба Э.И., Славатинский С.А. Сборник задач по физике. Задачи МФТИ М.: Наука, 1987. - 301с
14. Шаскольская М.П., Эльцин И.А. Сборник избранных задач по физике. М. Наука, 1986 - 208с.

## **Организация самостоятельной работы слушателей**

Программа самостоятельной познавательной деятельности – 344 часа.

Программа включает:

1. Самостоятельное изучение слушателями отдельных тем и разделов дисциплины, с использованием методических указаний по разделам лекционного курса и темам практических занятий, выносимых на самостоятельное изучение.
2. Проведение практических занятий в форме самостоятельной работы под руководством преподавателя с использованием интерактивной обучающей системы.
3. Индивидуальные задания по всем разделам курса математики, с введенными задачами повышенной сложности для особо одаренных слушателей.

### **Текущий и итоговый контроль результатов изучения дисциплины**

Цель контроля состоит в оценке уровня знаний и умений, приобретаемых слушателями в процессе изучения всех разделов курса математики на различных видах занятий и при самостоятельной работе. Применение различных форм контроля знаний расширяет возможности обучающей функции контроля и позволяет целенаправленно развивать творческие способности каждого слушателя.

- Лекционный курс
- Коллоквиумы по теоретическому материалу (не менее двух раз в семестр) с введением вопросов, выносимых на самостоятельное изучение и вопросов по разделам математики, связанных с профессиональной ориентацией.
- Практические занятия.
- Самостоятельные и контрольные работы по всем темам курса.
- Участие в олимпиадах и творческих конкурсах разного уровня

В рамках курса для знакомства с новыми физическими явлениями, повышения наглядности и степени популярности изложения материала, подтверждения теоретических положений, переключения внимания аудитории рекомендуется проведение демонстрационного физического эксперимента.

Как правило, школьники не могут полноценно непрерывно воспринимать более 15-20 минут, поэтому желательно не реже, чем через указанные промежутки времени, прерывать изложение теоретического материала, показав демонстрацию или предложив школьникам решение одной или нескольких качественных задач. При этом желательно, чтобы и демонстрации, и задачи оказывались «встроенными» в канву изложения, то есть попадали в «логические паузы» в изложении теоретического материала.

Ниже приведен список лекционных демонстраций, рекомендуемых преподавателю. Список может дополняться и изменяться по желанию педагога с учетом возраста и уровня подготовки школьников.

1. Демонстрация векторного характера скорости
2. Сложение движений
3. Поступательное и вращательное движения
4. Свободное падение тел в вакууме
5. Демонстрация одновременности падения тел по параболе и вертикали
6. Уменьшение и увеличение веса при движении тела с ускорением
7. Второй закон Ньютона
8. Третий закон Ньютона
9. Инерция покоя груза на нити
10. Инерция покоя груза на горизонтальной поверхности
11. Демонстрация инертности тел
12. Инерция покоя и движения
13. Полет ракеты (закон сохранения импульса)
14. Движение тела в поле центральных сил
15. Закон сохранения механической энергии
16. Маятник Максвелла
17. «Мертвая петля»
18. Упругий и неупругий удары
19. Зависимость момента инерции от распределения масс
20. Момент инерции при вращении как аналог массы при поступательном движении
21. Зависимость центробежной силы от массы тела и радиуса вращения
22. Центрифуга
23. Иллюстрация основного закона динамики вращательного движения
24. Маятник Фуко.
25. Прецессия вращающегося колеса
26. Наблюдение прецессии оси гироскопа
27. Иллюстрация закона сохранения момента импульса на скамье Жуковского
29. Гироскопическая монорельсовая дорога
30. Свободные оси вращения
31. Вращение спичечного коробка вокруг свободных осей
32. Как поставить яйцо на острый конец
33. Модель идеального газа
34. Движение молекул
35. Давление газа на стенку
36. Броуновское движение
37. Зависимость давления газа от объема



38. Модель трёхмерного фазового пространства
39. Модели молекул идеального газа
40. Получение статистического среднего значения
41. Получение «сухого льда»
42. Охлаждение газа при адиабатическом расширении
43. Воздушное огниво
44. Диффузия газов
45. Диффузия газов через пористую стенку
46. Теплопроводность газов
47. Теплопроводность бумаги
48. Теплопроводность воды и стекла
49. Теплопроводность металла и стекла
50. Внутреннее трение в газе
51. Кристаллизация переохлажденной жидкости
52. Рост кристаллов гипосульфита в поляризованном свете
53. Силы поверхностного натяжения
54. Критическое состояние эфира
55. Опыты с жидким азотом. Свойства веществ при низких температурах
57. Наблюдение электрических сил
58. Взаимодействие разноименных и одноименных зарядов
59. Разделение зарядов при электризации тел
60. Силовые линии электрического поля
61. Механическое действие катодных лучей
62. Зависимость ионной проводимости от концентрации электролита
63. Зависимость ионной проводимости от температуры
64. Закона Джоуля – Ленца
65. Распределение зарядов на конденсаторах при их параллельном соединении
66. Зависимость емкости конденсатора от расстояния между пластинами и проницаемости диэлектрика
67. Зависимость емкости проводника от его размеров
68. Реактивные силы при истечении заряда с острия
69. Зависимость поверхностной плотности электрических зарядов от кривизны поверхности проводника
70. Поверхность проводника и его объем эквипотенциальны
71. Экранирующее действие проводников
72. Вещества-проводники тока и вещества-изоляторы

73. Работа электрических сил
74. Влияние сетки на анодный ток лампы
75. Наблюдение тихого разряда в газе
76. Зависимость электропроводности от температуры
77. Появление разности потенциалов при прохождении тока
78. Ионная проводимость стекла при нагревании
79. Истечение заряда с проводника
80. Передача заряда проводнику нанесением его на внешнюю поверхность проводника
81. Передача заряда проводнику, внесение его внутрь проводника
82. Измерение разности потенциалов с помощью пламенного зонда
83. Разделение зарядов в процессе электрической индукции
84. Определение знака заряда на электрометре, используя явление электрической индукции
85. Демонстрация поляризации диэлектрика
86. Принцип действия электрического фильтра
87. Наблюдение тлеющего разряда
88. Свечение неоновой лампы
89. Наблюдение дугового разряда
90. Свечение спектральных трубок
91. Наблюдение безэлектродного разряда
92. Магнитное поле тока
93. Магнитные силовые линии постоянных магнитов
94. Действие магнитного поля на ток
95. Действие магнитного поля на контур с током
96. Катушка с током в неоднородном магнитном поле
97. Взаимодействие токов через их магнитные поля
98. «Прыгающие катушки»
99. Изменение магнитного поля ферромагнетиком
100. Превращение ферромагнетика в парамагнетик в точке Кюри
101. Наблюдение ЭДС индукции при относительном движении магнита и катушки
102. Наблюдение ЭДС индукции при включении и изменении тока
103. Наблюдение ЭДС индукции при изменении магнитного потока
104. Наблюдение ЭДС индукции при изменении магнитного поля катушки с помощью железного сердечника
105. Обратимость электродвигателя и генератора
106. Демонстрация правила Ленца при возникновении индукционного тока

107. Индукция в сплошных проводниках (токи Фуко)
108. Демонстрация возникновения вихревых токов, правила Ленца и эффекта магнитной индукции катушки
109. Взаимодействие вихревых токов и магнита
110. Увлечение проводника бегущим магнитным полем
111. Возникновение противозедс при работе электромотора
112. Наблюдение ЭДС самоиндукции при размыкании цепи
113. Наблюдение ЭДС самоиндукции при размыкании и изменении тока
114. Изменение индуктивности катушки введением железного сердечника
115. Зависимость взаимной индукции катушек трансформатора от магнитного сопротивления сердечника
116. Демонстрация разветвления магнитного потока
117. Зависимость магнитного потока от магнитного сопротивления
118. Движение электронного пучка в магнитном поле катушки с током
119. Отклонение катодных лучей в магнитном поле
120. Наблюдение сил, действующих на ток в магнитном поле
121. Вертикальные упругие колебания
122. Вертикальные и крутильные упругие колебания
123. Механическая запись колебательного движения
124. Демонстрация распределения вероятности нахождения классического маятника в различных точках траектории
125. Затухающие колебания
126. Вынужденные колебания и резонанс
127. Механический резонанс
128. Демонстрация резонанса и сдвига фаз при механическом резонансе
129. Акустический резонанс
130. Параметрический резонанс
131. Сложение колебаний
132. Акустические колебания и биения
133. Связанные маятники
134. Демонстрация продольных волн. Пружина Слинке
135. Возникновение стоячих волн
136. Резонанс воздушного столба
137. Наблюдение эффекта Доплера
138. Модель демонстрации групповой скорости распространения волн
139. Волновая ванна

140. Волны на воде
141. Релаксационный генератор
142. Наблюдение резонанса напряжений и токов
143. Резонанс на высокой частоте
144. Прибор для демонстрации скин-эффекта
145. Трансформатор Тесла
146. Опыты с демонстрационным генератором электромагнитных волн
147. Комплект приборов для изучения электромагнитных волн
148. Явление полного внутреннего отражения
149. Сложение цветов спектра
150. Дисперсия (опыт со скрещенными призмами)
151. Интерференция волн
152. Интерференция света. Деление волнового фронта
153. Интерференция света. Деление амплитуды.
- 154-1. Интерферометр Майкельсона.
- 154-2. Пространственная и временная когерентность.
155. Дифракция волн. Границы применимости законов геометрической оптики
156. Дифракция Френеля на круглом отверстии переменного диаметра и других препятствиях.
157. Дифракция Фраунгофера на щели, на нити, на дифракционной решетке, на препятствии с резким краем
158. Фокусировка волн при прохождении зонной пластинки.
159. Поляризация света в кристаллах, при отражении от поверхности диэлектрика, в поляроидах
160. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи
161. Исследование деформаций с помощью поляризованного света
- 162-1. Рост кристаллов гипосульфита в поляризованном свете.
- 162-2. Изучение вращения плоскости поляризации света в оптически активных средах.
163. Поглощение и рассеяние света.
164. Рассеяние поляризованного света
165. Дисперсия света.
166. Спектры излучения ртути, натрия, водорода
167. Модель абсолютно черного тела
168. Демонстрация законов Кирхгофа с дифференциальным термоскопом
169. Внешний фотоэффект
170. Давление света

171. Относительность движения.
172. Равноускоренное движение.
173. Свободное падение тел в трубке Ньютона.
174. Направление скорости при равномерном движении по окружности.
175. Сложение сил.
176. Реактивное движение.
177. Изменение энергии тела при совершении работы.
178. Превращения механической энергии из одной формы в другую.
179. Зависимость давления твердого тела на опору от действующей силы и площади опоры.
180. Обнаружение атмосферного давления.
181. Измерение атмосферного давления барометром - anerоидом.
182. Закон Паскаля.
183. Гидравлический пресс.
184. Закон Архимеда.
185. Простые механизмы.
186. Механизмы передачи теплоты.
187. Доска Гальтона.
188. Манометр с теплоприемником (первое начало термодинамики).
189. Адиабатическое расширение газа.
190. Свойства насыщенных паров.
191. Опыт Дарлингга (второе начало термодинамики).
192. Молекулярные силы.
193. Мениски.
194. Давление внутри мыльного пузыря.
195. Капилляры.
196. Подъем жидкости в клине.
197. Электризация тел
198. Силовое взаимодействие зарядов;
199. Электрический разряд и его свойства;
200. Силовые линии электрического поля
  - Силовые линии плоского конденсатора;
  - Силовые линии точечных зарядов;
  - Силовые линии коаксиального конденсатора;
  - Силовые линии металлического тела с выпуклостью и впадиной.
201. Экранирующее действие проводников

202. Образование «электрического ветра».
203. Вращение колеса Франклина;
204. Действие молниеотвода
205. Проводники и диэлектрики в электрическом поле
206. Демонстрация зависимости силы тока в проводнике от напряжения
207. Химическое действие тока
208. Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца. Цепочка из различных металлов.
209. Падение потенциала вдоль проводника.
210. Взаимодействие проводников с током.
211. Линии напряженности магнитного различной геометрии
212. Опыты Эрстеда
213. Возникновение
214. Механические колебания.
215. Механические волны.
216. Звуковые колебания.
217. Условия распространения звука.
218. Сложение цветов
219. Интерференция волн
220. Дифракция волн
221. Эффект Доплера (поверхностные и звуковые волны)

## Физический практикум

Физический практикум предполагает выполнение фронтальных лабораторных работ и экспериментов, домашних экспериментов и исследовательских лабораторных работ.

Фронтальные лабораторные эксперименты и наблюдения предполагают выполнение практических заданий разного уровня сложности в течение всего учебного года. Необходимый лимит времени от 10 до 45 минут в соответствии с целями и задачами занятия.

Домашний эксперимент предполагает, как проведение наблюдений, так и решение экспериментальных, исследовательских и конструкторских задач разного уровня сложности. Такой практико-ориентированный подход к домашним заданиям направлен на формирование потребности в активной познавательной деятельности. Необходимый для выполнения задания лимит времени определяется конкретными задачами.

Исследовательские лабораторные работы включены в специальный физический практикум, для проведения которого в учебный план включены дополнительные часы в конце каждого учебного семестра или в конце учебного года (не менее 30 часов).

Ниже приведен примерный перечень лабораторных работ.

1. Исследование относительности движения.
2. Измерение скорости равномерного движения.
3. Изучение зависимости пути от времени при равномерном и равноускоренном движении
4. Измерение ускорения прямолинейного равноускоренного движения.
5. Измерение массы.
6. Измерение плотности твердого тела.
7. Измерение плотности жидкости.
8. Вычисление КПД наклонной плоскости.
9. Измерение кинетической энергии тела.
10. Измерение изменения потенциальной энергии тела.
11. Измерение мощности.
12. Измерение архимедовой силы.
13. Изучение условий плавания тел.
14. Изучение зависимости периода колебаний маятника от длины нити.
15. Измерение ускорения свободного падения с помощью маятника.
16. Изучение зависимости периода колебаний груза на пружине от массы груза.
17. Определение плотности симметричного и несимметричного тела. Изучение методов оценки погрешностей.

18. Изучение кинематики прямолинейного равномерного и равноускоренного движения.
19. Исследование равноускоренного движения в поле силы тяжести (свободное падение)
20. Сила. Измерение сил, действующих на тело, и определение их равнодействующей. Сложение сил, направленных вдоль одной прямой и под углом.
21. Исследование зависимости силы тяжести от массы тела.
22. Исследование зависимости силы упругости от удлинения пружины. Измерение жесткости пружины.
23. Исследование условий равновесия рычага.
24. Нахождение центра тяжести плоского тела.
25. Изучение законов динамики поступательного движения.
26. Соударение шаров. Проверка справедливости законов сохранения импульса и полной механической энергии системы.
27. Измерение жесткости системы пружин.
28. Изучение упругих свойств твердых тел.
29. Изучение кинематики и динамики качения шара.
30. Исследование теплового расширения твердых тел.
31. Изучение принципа действия простых механизмов. Измерение КПД.
32. Изучение законов поступательного движения тел с помощью машины Атвуда.
33. Изучение законов вращательного движения с помощью маятника Обербека.
34. Проверка справедливости теоремы Штейнера с помощью физического маятника.
35. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса.
36. Определение коэффициента вязкости жидкости капиллярным вискозиметром.
37. Исследование движения гироскопа. Проверка основного закона динамики вращательного движения с помощью гироскопа.
38. Определение момента инерции твердого тела методом крутильных колебаний.
39. Изучение основного закона динамики вращательного движения и проверка закона сохранения энергии с помощью маятника Максвелла.
40. Определение момента инерции маятника Максвелла.
41. Изучение основных закономерностей трения качения
42. Изучение явления сухого трения
43. Сравнение сил трения покоя, скольжения, качения и веса тела
44. Изучение закона движения центра масс механической системы
45. Определение моментов инерции твердых тел с помощью трифилярного подвеса.
46. Исследование зависимости величины силы упругости от деформации растяжения стали.
47. Изучение законов сохранения в механике



48. Определение поверхностного натяжения жидкости методом капиллярного поднятия
49. Определение поверхностного натяжения жидкости методом максимального давления пузырьков
50. Определение поверхностного натяжения жидкости сталагмометрическим методом
51. Определение поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца
52. Определение поверхностного натяжения жидкости методом Вильгельми
53. Молекулярная адсорбция на поверхности раздела раствор/воздух
54. Исследование адсорбции поверхностно-активных веществ одного гомологического ряда
55. Определение вязкости воздуха методом протекания воздуха через капилляр.
56. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул методом истечения воздуха через капилляр.
57. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.
58. Определение влажности воздуха.
59. Определение поверхностного натяжения по максимальному давлению в пузырьке воздуха.
60. Определение отношения удельных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения.
61. Изучение первого начала термодинамики.
62. Определение приращения энтропии при плавлении олова.
63. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара
64. Определение молекулярной газовой постоянной методом откачки
65. Исследование теплопроводности тел.
66. Измерение удельной теплоемкости и удельной теплоты плавления керосина.
67. Наблюдение роста кристаллов из раствора.
68. Измерение влажности воздуха
69. Изучение закона Ома. Определение удельного сопротивления проводника.
70. Изучение электростатического поля методом зонда.
71. Определение электродвижущей силы методом компенсации.
72. Определение сопротивления проводников мостиком Уитстона.
73. Исследование простейших цепей постоянного тока.
74. Исследование линейной цепи постоянного тока
75. Определение индукции магнитного поля на оси кругового тока.
76. Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли тангенс-гальванометром.

77. Изучение затухающих электрических колебаний и явления резонанса в колебательном контуре.
78. Силы в магнитном поле. Измерение индукции магнитного поля электродинамометром.
79. Исследование трехэлектродной электронной лампы.
80. Изучение электрического разряда в газах.
81. Определение емкости конденсатора баллистическим гальванометром.
82. Изучение термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода электрона из металла.
83. Исследование магнитного поля на оси соленоида.
84. Изучение явления электромагнитной индукции.
85. Определение удельного заряда электрона.
86. Зонная теория проводимости. Изучение полупроводникового диода.
87. Определение кривой намагничивания железа.
88. Изучение магнитного гистерезиса.
89. Изучение эффекта Холла в полупроводниках
90. Движение заряженной частицы в электрическом поле
91. Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в вакууме
92. Электронный осциллограф
93. Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона
94. Изучение магнитных полей токов
95. Изучение явления взаимной индукции
96. Исследование зависимости ионной проводимости от концентрации электролита
97. Исследование зависимость ионной проводимости от температуры электролита
98. Изучение законов электролиза
99. Исследование затухающих колебаний в колебательном контуре
100. Свободные затухающие колебания в электрическом контуре
101. Изучение релаксационных колебаний
102. Определение напряженности земного поля тяготения методом обратного маятника.
103. Определение скорости снаряда с помощью баллистического крутильного маятника
104. Определение ускорения свободного падения при помощи математического и обратного маятников
105. Изучение собственных колебаний пружинного маятника
106. Определение модуля упругости Юнга методом стоячих волн в твердых телах.
107. Определение частоты колебаний камертона методом резонанса
108. Электромагнитные волны. Определение диэлектрической проницаемости среды с помощью электромагнитных волн.

109. Определение радиуса кривизны плосковыпуклой линзы методом наблюдения колец Ньютона.
110. Изучение свойств тонких линз и определение их фокусных расстояний.
111. Изучение интерференции света с помощью бипризмы Френеля.
112. Изучение интерференции лазерного излучения на стеклянной пластинке.
113. Изучение дифракции Фраунгофера с помощью лазера.
114. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.
115. Изучение дифракционного спектра и определение длины световой волны
116. Фотометрирование источника света.
117. Определение внутренних напряжений в твердых телах оптическим методом.
118. Изучение дисперсии света.
119. Изучение оптического микроскопа.
120. Определение концентрации сахара в растворе круговым поляриметром.
121. Изучение явления отражения и преломления плоскополяризованного света
122. Поляризация света. Проверка закона Малюса.
123. Поляризация света при отражении от диэлектрика. Изучение закона Брюстера
124. Изучение законов теплового излучения.
125. Изучение закона Стефана- Больцмана и определение постоянной Планка
126. Изучение законов внешнего фотоэффекта.
127. Изучение законов внутреннего фотоэффекта
128. Изучение зависимости сопротивления проводника и полупроводника от температуры.  
Определение чувствительности фотоэлемента и фотосопротивления
129. Определение концентрации и подвижности носителей заряда в полупроводниках
130. Исследование температурной зависимости электропроводности полупроводников
131. Определение энергии активации полупроводника
132. Определение периода полураспада радиоактивного вещества
133. Изучение спектра атома водорода и определение постоянной Ридберга.
134. Опыт Франка-Герца