

Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская,  
Д. А. Исаев, В. М. Чаругин

## МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской,  
Д. А. Исаева, В. М. Чаругина

# ФИЗИКА

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ  
УРОВНИ

# 11

класс



**Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская,  
Д. А. Исаев, В. М. Чаругин**

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

к учебнику Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской,  
Д. А. Исаева, В. М. Чаругина

# **ФИЗИКА**

БАЗОВЫЙ И УГЛУБЛЁННЫЙ  
УРОВНИ

# 11

К Л А С С

*2-е издание, переработанное*

МОСКВА



2020

 | российский  
учебник

УДК 372.853  
ББК 74.262.22  
П88

**Пурышева, Н. С.**

**П88** Физика. Базовый и углубленный уровни. 11 класс : методическое пособие / Н. С. Пурышева, Н. Е. Важеевская, Д. А. Исаев, В. М. Чаругин. — 2-е изд., перераб. — М. : Дрофа, 2020. — 129 с. : ил. — (Российский учебник).

**ISBN 978-5-358-23612-7**

Пособие адресовано учителям, работающим по учебнику Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской, Д. А. Исаева, В. М. Чаругина «Физика. Базовый и углубленный уровни. 11 класс». В нем приводится тематическое и поурочное планирование на 2 часа физики в неделю с методическими рекомендациями к каждому уроку и варианты контрольных работ. В приложении представлено поурочно-тематическое планирование на 5 часов физики в неделю и ответы на тренировочные тесты, помещенные в рабочей тетради этих же авторов.

**УДК 372.853  
ББК 74.262.22**

**ISBN 978-5-358-23612-7**

© ООО «ДРОФА», 2016  
© ООО «ДРОФА», 2020,  
с изменениями

# Предисловие

---

Пособие адресовано учителям физики, работающим по авторской программе Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской, Д. А. Исаева и использующим в работе учебники этих авторов, завершающие предметную линию, началом которой является курс физики для основной школы Н. С. Пурышевой и Н. Е. Важеевской.

В пособии даны рекомендации по изучению тем, составляющих содержание курса физики 11 класса: сначала приводится основная цель изучения темы и требования к подготовке учащихся, затем — поурочное планирование и рекомендации к каждому уроку.

Требования к подготовке учащихся в соответствии с использованной таксономией целей обучения делятся на четыре группы: запоминание, понимание, применение в типичных ситуациях.

Поурочное планирование при изучении физики на базовом уровне рассчитано на 2 ч в неделю и построено следующим образом: тема урока; основной, изучаемый в классе материал; демонстрации; задачи, рассматриваемые на уроке; домашнее задание и методические рекомендации для учителя, в которых отмечено, на что следует обратить внимание, приведены примерные тексты проверочных и контрольных работ.

В пособии используется двойная нумерация уроков: первая цифра соответствует номеру урока в теме, вторая — номеру урока с начала изучения курса.

Поурочно-тематическое планирование при изучении физики на углубленном уровне, рассчитанное на 5 ч в неделю, приведено в Приложении.

В данном курсе получают свое развитие идеи, заложенные в содержание курса физики 10 класса (усиление роли физического эксперимента, повышение внимания к вопросам методологии физической науки, группировка материала вокруг фундаментальных и частных физических теорий и пр.).

Существенное внимание уделяется формированию методологических знаний и модельных представлений, а также прикладным вопросам: в каждой главе рассматриваются примеры практического применения изученного материала.

Большое внимание в процессе обучения отводится формированию экспериментальных умений учащихся и умений применять знания к решению задач. С этой целью в учебно-методический комплект входят рабочая тетрадь (практикум по решению задач) и тетрадь для лабораторных работ. На них приведены ссылки в планировании.

Также в планировании приведены рекомендации по использованию электронной формы учебника (ЭФУ).

# Электродинамика (39 ч)

---

## Постоянный электрический ток (12 ч)

Цель изучения данной темы — формирование представлений учащихся об условиях существования электрического тока, о носителях электрического заряда в разных средах, о применении законов проводимости различных сред. Структура темы соответствует структуре частной физической теории. Так, сначала рассматриваются:

- эмпирический базис учения о постоянном электрическом токе: опыты Гальвани, Ома, Вольты, Мандельштама—Папалекси, Толмена—Стюарта;

- модели: носители свободных электрических зарядов в разных средах, стационарное поле;

- условия существования электрического тока;

- основные понятия: сила тока, напряжение, сопротивление, ЭДС;

- эмпирически установленные зависимости силы тока от напряжения для разных сред.

Затем вводится основной закон — закон Ома для полной цепи, после чего изучаются следствия теории, т. е. применения основных законов постоянного тока: нагревательные и осветительные приборы, электролиз и его законы, применение электровакуумных и полупроводниковых приборов, газового разряда.

Большое место при изучении темы занимает демонстрационный эксперимент, он является основой индуктивных выводов.

## Результаты обучения

### *На уровне запоминания*

#### *Называть:*

— условные обозначения физических величин: электродвижущая сила (ЭДС) ( $\mathcal{E}$ ), сила тока ( $I$ ), напряжение ( $U$ ), сопротивление проводника ( $R$ ), удельное сопротивление проводника ( $\rho$ ), внутреннее сопротивление источника тока ( $r$ ), температурный коэффициент сопротивления ( $\alpha$ ), электрохимический эквивалент вещества ( $k$ );

— единицы этих величин: В, А, Ом, Ом · м, К<sup>-1</sup>, кг/Кл;

— понятия: сторонние силы, ЭДС, низкотемпературная и высокотемпературная плазма;

— методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

#### *Воспроизводить:*

— исторические сведения о развитии учения о постоянном токе;

— определения понятий: электрический ток, сторонние силы, ЭДС, сила тока, напряжение, сопротивление проводника, удельное сопротивление проводника;

— формулы: электродвижущей силы, силы тока, закона Ома для участка цепи и для полной цепи, зависимости сопротивления проводника от температуры, законов последовательного и параллельного соединения резисторов, закона Джоуля—Ленца, работы и мощности электрического тока, закона электролиза;

— условия существования электрического тока.

#### *Описывать:*

— опыты: Гальвани, Вольты, Ома;

— опыты, доказывающие электронную природу проводимости металлов;

— применения электролиза;

— устройство: гальванического элемента и аккумулятора, электронно-лучевой трубки;

— устройство и принцип работы вакуумного диода;

— опыты по получению газовых разрядов: искрового, дугового, тлеющего и коронного.

### ***На уровне понимания***

#### ***Приводить примеры:***

— явлений, подтверждающих природу проводимости металлов, электролитов, вакуума, газов и полупроводников;

— применения: теплового действия электрического тока, электролиза, газовых разрядов, полупроводниковых приборов, вакуумного диода.

#### ***Объяснять:***

— создание и существование в цепи электрического тока;

— результаты опытов Гальвани, Вольты, Ома, Манделштама—Папалекси, Толмена—Стюарта;

— вольт-амперные характеристики металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

— зависимость от температуры сопротивления металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

— явление сверхпроводимости;

— принцип действия термометра сопротивления;

— принципы гальваностегии и гальванопластики;

— принцип работы: химических источников тока; электронно-лучевой трубки, газоразрядных ламп; терморезисторов, фоторезисторов и полупроводникового диода.

### ***На уровне применения в типичных ситуациях***

#### ***Уметь:***

— измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, сопротивление резистора с помощью омметра;

— строить вольт-амперные характеристики металлов, электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;



— строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

**Применять:**

— изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;

— метод эквивалентных схем к расчету характеристик электрических цепей;

— полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

**На уровне применения в нестандартных ситуациях**

**Обобщать:**

— полученные при изучении темы знания, представлять их в логике структуры частной физической теории.

## Поурочное планирование

№ урока	Тема урока
1/1	Условия существования электрического тока
2/2	Электрический ток в металлах
3/3	Проводимость различных сред
4/4	Закон Ома для полной цепи
5/5	Лабораторная работа «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»
6/6	Решение задач
7/7	Применение законов постоянного тока. Лабораторная работа «Измерение электрического сопротивления с помощью омметра» <sup>1</sup>
8/8	Применение электропроводности жидкости. Лабораторная работа «Определение элементарного заряда»

<sup>1</sup> Лабораторные работы, отсутствующие в учебнике, есть в пособии: *Пурышева Н. С., Степанов С. В.* Физика. Базовый уровень. 11 класс: тетрадь для лабораторных работ к учебнику Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской, Д. А. Исеева, В. М. Чаругина. — М.: Дрофа, 2017.

№ урока	Тема урока
9/9	Применение вакуумных приборов. Применение газовых разрядов
10/10	Применение полупроводников. Лабораторная работа «Изучение терморезистора»
11/11	Решение задач
12/12	Контрольная работа по теме «Постоянный электрический ток»

### **Урок 1/1. Условия существования электрического тока**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать опыты Гальвани, Вольты, Ома;
- объяснять результаты опытов Гальвани, Вольты и Ома;
- объяснять отличие стационарного электрического поля от электростатического;
- формулировать условия существования в цепи электрического тока;
- давать определения понятий: электрический ток, сторонние силы, ЭДС, сила тока, стационарное электрическое поле;
- применять при решении задач формулу для расчета электродвижущей силы.

**Основной материал.** Исторические предпосылки учения о постоянном электрическом токе: опыты Луиджи Гальвани, Алессандро Вольты, Георга Ома. Электрический ток. Условия существования электрического тока. Источники тока. Сторонние силы. Стационарное электрическое поле\*<sup>1</sup>. Электродвижущая сила (ЭДС).

**Демонстрации.** Опыты с электрометрами (по рис. 2 учебника). Картины линий напряженности электростатического и стационарного электрического поля. Объекты из ЭФУ.

<sup>1</sup> Звездочкой отмечен материал, помещенный в рубрику «За страницами учебника».

**Решение задач типа:** Р. Т.<sup>1</sup> задания 4, 5.

**На дом.** § 1, 2, дополнительный материал на с. 11—12; Р. Т. задания 1—3\*.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Урок полностью посвящен изучению нового материала. Вначале повторяют некоторые вопросы электростатики (понятие электрического заряда, взаимодействие неподвижных заряженных тел, понятие электростатического поля, характеристики электростатического поля). Изучение нового материала осуществляется с опорой на знания учащихся, полученные в курсе физики 8 класса. В частности, актуализируются, развиваются и углубляются понятие электрического тока, знания об условиях существования электрического тока (наличие свободных заряженных частиц и электрического поля), о роли источника тока в электрической цепи. Вводится понятие сторонних сил и электродвижущей силы источника тока. Развитие у учащихся полевых представлений происходит при формировании понятия стационарного электрического поля. Логика формирования понятия электромагнитного поля требует хотя бы элементарных представлений о стационарном поле. Этот материал изучается, но его усвоение всеми учащимися контролю не подлежит.

## **Урок 2/2. Электрический ток в металлах**

### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать опыты, доказывающие электронную природу проводимости металлов, явление сверхпроводимости;
- приводить примеры явлений, подтверждающих электронную природу проводимости металлов;
- применять формулы для расчета силы тока и зависимости сопротивления проводника от температуры при решении задач;

---

<sup>1</sup> Буквами «Р. Т.» обозначено пособие: *Пурышева Н. С., Важеевская Н. Е., Исаев Д. А., Чаругин В. М.* Физика. Базовый уровень. 11 класс: рабочая тетрадь к учебнику Н. С. Пурышевой, Н. Е. Важеевской, Д. А. Исаева, В. М. Чаругина. — М.: Дрофа, 2016.

— объяснять результаты опытов Мандельштама—Папалекси, Толмена—Стюарта;

— анализировать вольт-амперную характеристику металла;

— объяснять зависимость сопротивления металла от температуры.

**Основной материал.** Экспериментальное доказательство электронной природы проводимости металлов. Сила тока. Вольт-амперная характеристика металлического проводника. Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры. Температурный коэффициент сопротивления. Сверхпроводимость. Связь силы тока с зарядом электрона\*.

**Демонстрации.** Закон Ома для участка цепи. Зависимость силы тока от сопротивления резистора и напряжения на нем. Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры. Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 3 (2); Р. Т. задание 17.

**На дом.** § 3; Р. Т. задания 7, 9, 10, 13, 14, 16.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока при проверке домашнего задания и уровня усвоения теоретического материала целесообразно решить задачи 1—3 из упражнения 2 учебника.

Перед изучением нового материала следует повторить понятия, сформированные у учащихся в курсе физики основной школы: сила тока, напряжение, сопротивление, удельное сопротивление, а также закон Ома для участка цепи.

Изучение электрической проводимости различных сред целесообразно осуществлять по единому плану.

1. Носители электрического заряда (эксперимент, доказывающий их природу, и/или способы получения свободных зарядов).

2. Вольт-амперная характеристика.

3. Зависимость сопротивления от температуры.

Следует обратить внимание учащихся на экспериментальные доказательства электронной природы проводимости металлов, объяснить учащимся, что такое вольт-амперная характеристика проводника, научить их строить и читать вольт-амперные характеристики.

### **Урок 3/3. Проводимость различных сред**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— приводить примеры явлений, подтверждающих природу проводимости электролитов, вакуума, газов и полупроводников;

— объяснять природу электролитической диссоциации, термоэлектронной эмиссии, собственной и примесной проводимости;

— анализировать вольт-амперные характеристики электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда;

— объяснять зависимость от температуры сопротивления электролитов, вакуумного и полупроводникового диодов, газового разряда.

**Основной материал.** Электрический ток в растворах и расплавах электролита. Электролитическая диссоциация. Вольт-амперная характеристика электролита. Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Вольт-амперная характеристика вакуумного диода. Электрический ток в газах. Вольт-амперная характеристика газового разряда. Несамостоятельный и самостоятельный газовый разряд. Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость.

**Демонстрации.** Электрический ток в электролите (по рис. 13 учебника). Электрический ток в вакуумном диоде (по рис. 16 учебника). Самостоятельный газовый разряд (по рис. 18 учебника). Электрический ток в полупроводниковом диоде. Таблица «Полупроводники». Объекты из ЭФУ.

**На дом.** § 4; Р. Т. задания 18—20, 22, 23, 26.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно выполнить задания 8, 11 и 15 из рабочей тетради.

При объяснении нового материала следует основное внимание уделить процессам получения свободных зарядов в разных средах, виду носителей заряда, анализу вольт-амперных характеристик. Изучение материала осуществляется с опорой на знания учащихся по физике и по химии, полученные в основной школе.

#### **Урок 4/4. Закон Ома для полной цепи**

##### **Вид деятельности учащихся:**

- формулировать закон Ома для участка цепи и для полной цепи, закон последовательного и параллельного соединения резисторов;
- выводить закон Ома для полной цепи;
- строить вольт-амперную характеристику металлического проводника.

**Основной материал.** Зависимость силы тока в цепи от внутреннего сопротивления источника тока. Зависимость силы тока в цепи от электродвижущей силы. Вывод закона Ома для полной цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников.

**Демонстрации.** Зависимость силы тока в цепи от внутреннего сопротивления источника тока (опыт с электролитической ванной). Зависимость силы тока в цепи от ЭДС источника тока. Вывод закона Ома для полной цепи. Последовательное и параллельное соединения проводников.

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 29.

**На дом.** § 5; Р. Т. задания 28, 30, пример 2 на с. 5; объект из ЭФУ.

##### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно выполнить задания 21, 24, 25 и 27 из рабочей тетради или провести проверочную работу, рассчитанную на 10 мин.

#### **Вариант 1**

1. Установите соответствие между именами ученых и проведенными ими исследованиями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ИМЕНА УЧЕНЫХ

- А) А. Вольт
- Б) К. Рикке
- В) Г. Ом

### ИССЛЕДОВАНИЯ

- 1) установил связь между силой тока, напряжением и сопротивлением проводника
- 2) создал источник тока
- 3) открыл явление возникновения электрического тока при помещении в ткань лягушки двух разных металлов
- 4) доказал электронную природу тока в металлах

А	Б	В

2. Чему равен заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за 30 мин, если сила тока в нем 5 А?

- 1) 6 Кл
- 2) 150 Кл
- 3) 360 Кл
- 4) 9000 Кл

3. Чему равна электродвижущая сила источника тока, в котором при перемещении заряда 10 Кл совершается работа 200 Дж?

- 1) 2000 В
- 2) 20 В
- 3) 0,05 В
- 4) ответить нельзя, так как отсутствует значение внутреннего сопротивления источника тока

4. Собственная проводимость полупроводников обусловлена движением

- 1) только электронов
- 2) только дырок
- 3) только электронов и дырок
- 4) электронов, дырок и ионов

5. На рисунке 1 представлен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равна сила тока при напряжении 20 В?

- 1) 40 А
- 2) 10 А
- 3) 0,4 А
- 4) 0,1 А

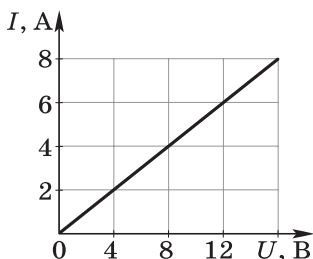


Рис. 1

6. Температуру электролита увеличили. Как изменится сила тока, проходящего через него?

- 1) не изменится
- 2) уменьшится
- 3) увеличится
- 4) сначала увеличится, затем уменьшится

7. Какой участок вольт-амперной характеристики газового разряда (рис. 2) соответствует самостоятельному разряду?

- 1)  $OA$
- 2)  $AB$
- 3)  $BC$
- 4) все участки графика

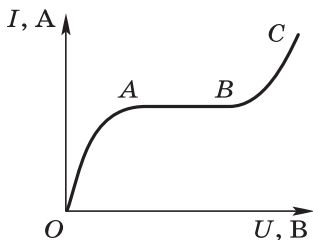


Рис. 2

### Вариант 2

1. Установите соответствие между именами ученых и проведенными ими исследованиями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таб-



лицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ИМЕНА УЧЕНЫХ

- А) Л. И. Мандельштам
- Б) Л. Гальвани
- В) А. Вольта

### ИССЛЕДОВАНИЯ

- 1) открыл явление возникновения электрического тока при помещении в ткань лягушки двух разных металлов
- 2) доказал электронную природу тока в металлах
- 3) установил связь между силой тока, напряжением и сопротивлением проводника
- 4) создал источник тока

А	Б	В

2. За какое время через поперечное сечение проводника пройдет заряд  $600 \text{ Кл}$  при силе тока в нем  $500 \text{ мА}$ ?

- 1)  $1,2 \text{ с}$
- 2)  $120 \text{ с}$
- 3)  $300 \text{ с}$
- 4)  $1200 \text{ с}$

3. Какая работа совершается при перемещении заряда  $2 \text{ Кл}$ , если электродвижущая сила источника тока  $40 \text{ В}$ ?

- 1)  $0,05 \text{ Дж}$
- 2)  $20 \text{ Дж}$
- 3)  $80 \text{ Дж}$
- 4) ответить нельзя, так как отсутствует значение внутреннего сопротивления источника тока

4. Проводимость металлов обусловлена движением

- 1) только электронов
- 2) только ионов
- 3) только электронов и отрицательных ионов
- 4) электронов и ионов

5. На рисунке 3 представлен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равно напряжение на концах проводника при силе тока 12 А?

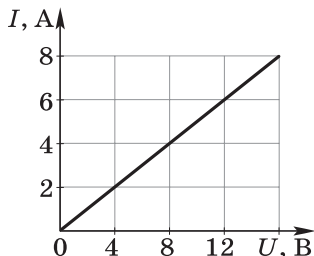


Рис. 3

- 1) 1,3 В
- 2) 6 В
- 3) 24 В
- 4) 96 В

6. Температуру полупроводника уменьшили. Как изменится сила тока, проходящего через него?

- 1) не изменится
- 2) уменьшится
- 3) увеличится
- 4) сначала увеличится, затем уменьшится

7. Какой участок вольт-амперной характеристики газового разряда (рис. 4) соответствует несамостоятельному разряду?

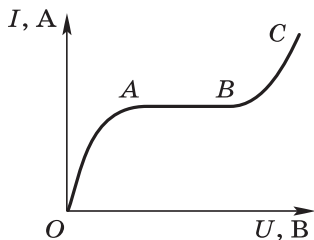


Рис. 4

Ответы. В. 1. 1. 241. 2. 4. 3. 2. 4. 3. 5. 2. 6. 3. 7. 3.  
В. 2. 1. 214. 2. 4. 3. 3. 4. 1. 5. 3. 6. 2. 7. 3.

При изучении нового материала устанавливаются внутрипредметные связи с курсом физики основной школы (понятие сопротивления проводника, закон Ома для участка цепи, соединения проводников).

После объяснения целесообразно рассмотреть пример 1 на с. 4—5 рабочей тетради на расчет общего сопротивления резисторов при их смешанном соединении и познакомить учащихся с методом эквивалентных схем.

## **Урок 5/5. Лабораторная работа «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»**

### **Вид деятельности учащихся:**

— измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;

— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

**На дом.** Р. Т. задания 31—34.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Лабораторная работа рассчитана на целый урок. Она по существу представляет собой экспериментальную задачу. Поэтому возможны, по крайней мере, два варианта проведения урока. При первом варианте после обсуждения цели работы и необходимого для ее выполнения оборудования учащимся предлагают разработать метод измерения названных величин и соответственно порядок выполнения работы. Вторым вариантом предусматривает сначала решение теоретической задачи, аналогичной той, которая будет решаться экспериментально, а затем предлагается учащимся составить план выполнения работы.

## **Урок 6/6. Решение задач**

### **Вид деятельности учащихся:**

— строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач;

— применять изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;

— применять метод эквивалентных схем к расчету характеристик электрических цепей.

**Основной материал.** Решение задач с использованием закона Ома для полной цепи и законов последовательного и параллельного соединений проводников.

**Решение задач типа:** упражнение 4.

**На дом.** Р. Т. задания 35—38; подготовиться к лабораторной работе 2.

На уроке целесообразно решение задач на определение силы тока и напряжения при смешанном соединении проводников. Еще раз отрабатывается метод эквивалентных схем. В конце этого урока или в начале следующего следует провести проверочную работу, рассчитанную на 10 мин.

### Вариант 1

1. К источнику тока, ЭДС которого 25 В, подключен резистор сопротивлением 3,5 Ом. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока, если сила тока в цепи 5 А?

2. На рисунке 5 приведена схема электрической цепи. ЭДС источника тока 20 В, его внутреннее сопротивление 1,6 Ом. Определите силу тока, протекающего через каждый резистор и в неразветвленной части цепи. Каково напряжение на внешнем участке цепи? Сопротивления резисторов  $R_1 = 4$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом.

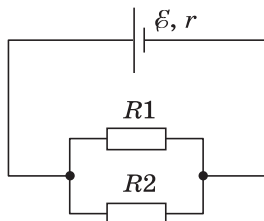


Рис. 5

### Вариант 2

1. К источнику тока, внутреннее сопротивление которого 1 Ом, подключен резистор сопротивлением 4 Ом. Чему равна ЭДС источника тока, если сила тока в цепи 3 А?

2. На рисунке 6 приведена схема электрической цепи. ЭДС источника тока 40 В, его внутреннее сопротивление 1 Ом. Чему равны сила тока и напряжение на каждом резисторе? Каково напряжение на внешнем участке цепи? Сопротивления резисторов  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 6$  Ом.

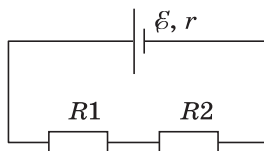


Рис. 6

*Ответы.* В. 1. 1.  $r = 1,5$  Ом. 2.  $I_1 = 3$  А;  $I_2 = 2$  А;  $I = 5$  А;  $U = 12$  В.

В. 2. 1.  $\mathcal{E} = 15$  В. 2.  $I_1 = I_2 = I = 4$  А;  $U_1 = 12$  В;  $U_2 = 24$  В;  $U = 36$  В.

**Урок 7/7. Применение законов постоянного тока.  
Лабораторная работа  
«Измерение электрического сопротивления  
с помощью омметра»**

**Вид деятельности учащихся:**

- применять закон Джоуля—Ленца, формулы для расчета работы и мощности электрического тока при решении задач;
- приводить примеры теплового действия электрического тока;
- объяснять принцип действия термометра сопротивления;
- измерять сопротивление резистора с помощью омметра;
- наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

**Основной материал.** Электронагревательные приборы. Закон Джоуля—Ленца. Электроосветительные приборы. Термометр сопротивления. Термопара\*.

**Демонстрации.** Тепловое действие электрического тока. Электрическая цепь с термопарой как источником тока. Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 39, 40.

**Лабораторная работа.**

**На дом.** § 6, дополнительный материал на с. 32—33; Р. Т. задания 41—43. пример 3 на с. 5—6.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

В начале урока следует провести анализ результатов выполнения проверочной работы.

При изучении нового материала опираются на знания учащихся, полученные в основной школе, вспоминают тепловое действие электрического тока и объяснение механизма увеличения сопротивления металлического проводника при повышении температуры.

Процесс создания термоэлектродвижущей силы в термопаре относится к материалу повышенного уровня и изучается при наличии соответствующих условий.

Завершается урок выполнением лабораторной работы, рассчитанной на 20 мин, которая знакомит учащихся с принципом работы омметра.

**Урок 8/8. Применение электропроводности жидкости. Лабораторная работа «Определение элементарного заряда»**

**Вид деятельности учащихся:**

- формулировать закон электролиза;
- описывать устройство гальванического элемента и аккумулятора;
- приводить примеры применения электролиза;
- объяснять принципы гальваностегии и гальванопластики;
- описывать принцип работы химических источников тока;
- устанавливать межпредметные связи физики и химии при объяснении строения и свойств электролитов;
- определять значение заряда электрона, используя явление электролиза;
- наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

**Основной материал.** Электролиз. Закон электролиза. Применение электролиза: гальваностегия, гальванопластика, получение чистых металлов и тяжелой воды. Химические источники тока: гальванические элементы, аккумуляторы.

**Демонстрации.** Электролиз. Гальванические элементы, модель аккумулятора, аккумуляторы. Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 46—48, 50.

**Лабораторная работа.**

**На дом.** § 7; Р. Т. задания 49, 51, 52.

**РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

В начале урока можно решить задачу 44\* из рабочей тетради.

При объяснении нового материала реализуются межпредметные связи с курсом химии: вспоминают, какие реакции называют окислительно-восстано-

вительными, что такое электролиз, что происходит при прохождении электрического тока через электролит. Следует добиться понимания физического смысла электрохимического эквивалента вещества, для чего провести работу с таблицей его значений.

В конце урока выполняется лабораторная работа, рассчитанная на 20 мин, которая знакомит учащихся с методами экспериментального определения значения заряда электрона.

## **Урок 9/9. Применение вакуумных приборов. Применение газовых разрядов**

### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать устройство и принцип работы вакуумного диода;
- наблюдать газовые разряды;
- объяснять возникновение термо-ЭДС;
- приводить примеры применения газовых разрядов, вакуумного диода;
- объяснять принцип работы электронно-лучевой трубки и газоразрядных ламп.

**Основной материал.** Вакуумный диод. Электронно-лучевая трубка. Газовые разряды: искровой, дуговой, коронный, тлеющий. Плазма.

**Демонстрации.** Принцип работы вакуумного диода, электронно-лучевой трубки. Искровой разряд с помощью электрофорной машины или высоковольтного индуктора. Дуговой и тлеющий разряды. Таблица «Электронно-лучевая трубка». Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 7 (1, 2), упражнение 8 (1).

**На дом.** § 8, 9; Р. Т. задания 53—56.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока можно провести проверочную работу, рассчитанную на 15 мин.

### **Вариант 1**

1. Две электрические лампочки включены в сеть напряжением 220 В. Мощность первой лампочки 40 Вт, второй — 60 Вт. В какой из них сила тока будет больше?

- 1) в первой
- 2) во второй
- 3) одинакова в обеих лампочках
- 4) ответ зависит от сопротивления лампочек

2. Две спирали электроплитки сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  включены последовательно в сеть. Сравните количество теплоты  $Q_1$  и  $Q_2$ , которое выделится в каждой спирали за одно и то же время, если  $R_1 = 2R_2$ .

- 1)  $Q_1 = Q_2$
- 2)  $2Q_1 = Q_2$
- 3)  $Q_1 = 4Q_2$
- 4)  $Q_1 = 2Q_2$

3. Чему равно напряжение на участке цепи сопротивлением 10 Ом, если при прохождении по нему электрического тока в течение 5 мин была совершена работа 12 кДж?

- 1) 2 В
- 2) 20 В
- 3)  $\approx 150$  В
- 4) 400 В

4. При прохождении электрического тока через раствор электролита на электроде выделилось вещество, масса которого равна  $m_1$ . Чему будет равна масса  $m_2$  выделившегося вещества, если при неизменных прочих условиях напряжение на электродах увеличить в 4 раза?

- 1)  $m_2 = m_1$
- 2)  $m_2 = 2m_1$
- 3)  $m_2 = 4m_1$
- 4)  $m_2 = m_1/4$

5. Какое превращение энергии происходит в нагревательных элементах при прохождении по ним электрического тока?

- 1) электрической энергии во внутреннюю
- 2) электрической энергии в химическую
- 3) электрической энергии в механическую
- 4) внутренней энергии в электрическую



## Вариант 2

1. Две электрические лампочки включены в сеть напряжением 220 В. Мощность первой лампочки 40 Вт, второй — 60 Вт. В какой из них сила тока будет меньше?

- 1) в первой
- 2) во второй
- 3) одинакова в обеих лампочках
- 4) ответ зависит от сопротивления лампочек

2. Две спирали электроплитки сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  включены параллельно в сеть. Сравните количество теплоты  $Q_1$  и  $Q_2$ , которое выделится в каждой спирали за одно и то же время, если  $R_1 = 2R_2$ .

- 1)  $Q_1 = Q_2$
- 2)  $2Q_1 = Q_2$
- 3)  $Q_1 = 4Q_2$
- 4)  $Q_1 = 2Q_2$

3. Чему равна сила тока на участке цепи сопротивлением 10 Ом, если при прохождении по нему электрического тока в течение 5 мин была совершена работа 12 кДж?

- |        |                   |
|--------|-------------------|
| 1) 2 А | 3) $\approx 15$ А |
| 2) 4 А | 4) 20 А           |

4. При прохождении электрического тока через раствор электролита на электроде выделилось вещество, масса которого равна  $m_1$ . Чему будет равна масса  $m_2$  выделившегося вещества, если при неизменных прочих условиях напряжение на электродах уменьшить в 4 раза?

- 1)  $m_2 = m_1$
- 2)  $m_2 = 2m_1$
- 3)  $m_2 = 4m_1$
- 4)  $m_2 = m_1/4$

5. Какое превращение энергии происходит в гальваническом элементе?

- 1) электрической энергии во внутреннюю
- 2) электрической энергии в химическую

- 3) электрической энергии в механическую  
4) химической энергии в электрическую

*Ответы.* В. 1. 1. 2. 2. 4. 3. 2. 4. 3. 5. 1.

В. 2. 1. 1. 2. 2. 3. 1. 4. 4. 5. 4.

При изучении вакуумных приборов основное внимание уделяют электронно-лучевой трубке. Рассматривая виды самостоятельного разряда, следует обсудить отличительные особенности (характеристики, условия существования) каждого из них.

### **Урок 10/10. Применение полупроводников. Лабораторная работа «Изучение терморезистора»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- приводить примеры применения полупроводниковых приборов;
- объяснять принцип работы терморезистора, фоторезистора и полупроводникового диода;
- исследовать зависимость сопротивления полупроводника от температуры;
- наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

**Основной материал.** Терморезисторы и фоторезисторы. Полупроводниковый диод.  $p-n$ -Переход.

**Демонстрации.** Работа терморезистора и фоторезистора, полупроводникового диода. Таблицы: «Термо- и фоторезисторы», «Полупроводниковый диод». Объекты из ЭФУ.

#### **Лабораторная работа.**

**На дом.** § 10; упражнение 9 (2\*); Р. Т. задания 57, 58.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока при обсуждении домашнего задания полезно решить задачу 2 из упражнения 8 учебника. Завершается урок выполнением лабораторной работы, рассчитанной на 20 мин.

## **Урок 11/11. Решение задач**

### **Вид деятельности учащихся:**

- применять изученные зависимости при решении задач;
- полученные при изучении темы знания представлять в логике структуры частной физической теории.

**Основной материал.** Повторение и обобщение материала по теме «Постоянный электрический ток».

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 45\*; упражнение 5 (1, 2), упражнение 6 (1—3).

**На дом.** Упражнение 5 (3), упражнение 7 (3). Тест № 1 из ЭФУ.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При проверке домашнего задания целесообразно обсудить задания 1 и 3 из упражнения 9 учебника. При повторении темы «Постоянный электрический ток» целесообразно использовать схемы и таблицы, приведенные в разделе «Основное в главе 1».

## **Урок 12/12. Контрольная работа по теме «Постоянный электрический ток»**

### **Вид деятельности учащихся:**

- применять полученные знания к решению задач.

**На дом.** Повторить материал главы 1, используя раздел «Основное в главе 1».

### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Для проверки знаний учащихся по теме «Постоянный электрический ток» можно использовать приведенный ниже текст контрольной работы или тренировочный тест 1 из рабочей тетради.

### **Вариант 1**

1. Электрическая цепь состоит из источника тока и резисторов сопротивлениями  $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 6 \text{ Ом}$  (рис. 7). Внутреннее сопротивление источника тока  $0,6 \text{ Ом}$ , его ЭДС  $16 \text{ В}$ . Чему равно напря-

жение на внешнем участке цепи? Чему равны напряжение и сила тока в каждом проводнике?\*

2. Чему равно время прохождения тока по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В совершается работа 540 кДж? Сопротивление проводника 24 Ом.

3. Чему равна масса воды, которую можно нагреть за 7 мин в электрическом чайнике от 20 °С до кипения, включив его в сеть напряжением 220 В, если спираль чайника рассчитана на силу тока 5 А? Потерями энергии пренебречь.

### Вариант 2

1. Электрическая цепь состоит из источника тока, внутреннее сопротивление которого 0,8 Ом и ЭДС 24 В, и резисторов сопротивлениями  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом,  $R_3 = 4$  Ом (рис. 8). Чему равно напряжение на внешнем участке цепи? Чему равно напряжение и сила тока в каждом проводнике?\*

2. Чему равно сопротивление спирали кипятильника, если его мощность при включении в сеть напряжением 220 В составляет 0,8 кВт?

3. За какое время можно нагреть в электрическом чайнике 1,5 кг воды от 23 °С до кипения, включив его в сеть, если спираль чайника рассчитана на силу тока 5 А, а ее сопротивление равно 44 Ом? Потерями энергии пренебречь.

*Ответы.* **В. 1. 1.**  $U = 14,8$  В;  $U_1 = 10$  В;  $U_2 = U_3 = 4,8$  В;  $I = I_1 = 2$  А;  $I_2 = 1,2$  А;  $I_3 = 0,8$  А. **2.**  $t = 900$  с = 15 мин. **3.**  $m = 1,375$  кг.

**В. 2. 1.**  $U = 20,8$  В;  $U_1 = U_2 = 4,8$  В;  $U_3 = 16$  В;  $I = I_3 = 4$  А;  $I_1 = 1,6$  А;  $I_2 = 2,4$  А. **2.**  $R = 60,5$  Ом. **3.**  $t = 441$  с = 7,35 мин.

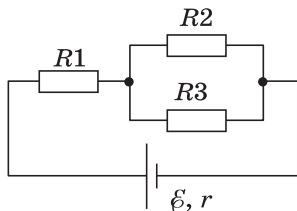


Рис. 7

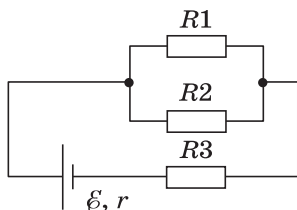


Рис. 8

## Взаимосвязь электрического и магнитного полей (8 ч)

Цель изучения данной темы — формирование представлений учащихся о взаимосвязи электрического и магнитного полей и подведения их к понятию электромагнитного поля. Структура темы, с одной стороны, традиционна, с другой стороны, в ней можно четко выделить структурные элементы частной физической теории (электромагнетизма): эмпирический базис (фундаментальные опыты), модели (магнитное поле, вихревое электрическое поле), основные величины (вектор магнитной индукции); ядро теории (закон Ампера и закон электромагнитной индукции); следствия (объяснение эмпирического базиса — сила Лоренца, ЭДС самоиндукции, практическое применение — масс-спектрограф, МГД-генератор, электроизмерительные приборы).

Основная образовательная и мировоззренческая нагрузка темы состоит в формировании и последовательном развитии представлений учащихся об электромагнитном поле. Здесь изучаются стационарное магнитное поле и вихревое электрическое поле. Впервые учащимся демонстрируется взаимосвязь магнитного и электрического полей. Тем самым создается база для формирования понятия электромагнитного поля в последующих темах курса. Следует обратить особое внимание на отличие вихревого электрического поля от электростатического.

## Результаты обучения

### На уровне запоминания

#### Называть:

— условные обозначения физических величин: вектор магнитной индукции ( $\vec{B}$ ), магнитная проницаемость среды ( $\mu$ ), магнитный поток ( $\Phi$ ), ЭДС индукции ( $\mathcal{E}_i$ ), ЭДС самоиндукции ( $\mathcal{E}_{si}$ ), индуктивность ( $L$ ), энергия магнитного поля ( $W_M$ );

— единицы этих величин: Тл, Вб, В, Гн, Дж;

— понятия: магнитное поле, электромагнитная индукция, самоиндукция;

— методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

#### Воспроизводить:

— исторические сведения о развитии учения о магнитном поле;

— определения понятий: магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, магнитная проницаемость среды, магнитный поток, электромагнитная индукция, ЭДС индукции, самоиндукция, ЭДС самоиндукции, индуктивность, вихревое электрическое поле;

— правила: буравчика, левой руки, Ленца;

— формулы: модуля вектора магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, магнитного потока, ЭДС индукции, ЭДС самоиндукции, индуктивности, энергии магнитного поля.

#### Описывать:

— фундаментальные опыты: Эрстеда, Ампера, Фарадея;

— опыты по наблюдению явления электромагнитной индукции;

— устройство: масс-спектрографа, МГД-генератора, электроизмерительных приборов.

### ***На уровне понимания***

#### ***Приводить примеры:***

— явлений: магнитного взаимодействия, действия магнитного поля на движущиеся заряды, электромагнитной индукции.

#### ***Объяснять:***

— вихревой характер магнитного поля, его отличие от электростатического поля;

— взаимосвязь электрического и магнитного полей;

— принцип действия: масс-спектрографа, МГД-генератора, электроизмерительных приборов.

#### ***Выводить:***

— формулы: силы Лоренца из закона Ампера, ЭДС самоиндукции.

### ***На уровне применения в типичных ситуациях***

#### ***Уметь:***

— определять направление: вектора магнитной индукции, силы Ампера, силы Лоренца, индукционного тока;

— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;

— строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

#### ***Применять:***

— изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;

— полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

### ***На уровне применения в нестандартных ситуациях***

#### ***Обобщать:***

— полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя при этом эмпирический базис, основные понятия учения об электромагнитном поле, модели, основные законы и следствия.

## Поурочное планирование

№ урока	Тема урока
1/13	Магнитное поле тока. Вектор магнитной индукции
2/14	Действие магнитного поля на проводник с током
3/15	Действие магнитного поля на движущийся электрический заряд
4/16	Решение задач
5/17	Явление электромагнитной индукции
6/18	Самоиндукция. Лабораторная работа «Изучение явления электромагнитной индукции»
7/19	Решение задач
8/20	Контрольная работа по теме «Взаимосвязь электрического и магнитного полей»

### **Урок 1/13. Магнитное поле тока. Вектор магнитной индукции**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- давать определения понятий: магнитное поле, вектор магнитной индукции, линии магнитной индукции, магнитная проницаемость среды;
- формулировать правило буравчика;
- описывать фундаментальные опыты: Эрстеда, Ампера, Фарадея;
- приводить примеры магнитного взаимодействия;
- обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов;
- объяснять вихревой характер магнитного поля, его отличие от электростатического поля.

**Основной материал.** Исторические предпосылки учения о магнитном поле. Взаимодействие постоянных магнитов. Опыты Эрстеда, Ампера, Фарадея. Магнитное взаимодействие. Гипотеза Ампера об эле-



ментарных токах. Силовая характеристика магнитного поля. Модуль вектора магнитной индукции. Направление вектора магнитной индукции. Линии магнитной индукции. Вихревой характер магнитного поля. Магнитная проницаемость среды.

**Демонстрации.** Опыты: Эрстеда и Ампера (по рис. 41 и 42 учебника). Вращение рамки с током в магнитном поле. Магнитное поле прямого проводника с током, витка с током, катушки с током, постоянного магнита. Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 10 (1); Р. Т. задания 65, 66.

**На дом.** § 11—13; Р. Т. задания 60—64, пример 1 на с. 30; объект из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока анализируются результаты выполнения контрольной работы. Остальная часть урока посвящена изучению нового материала.

Важно, что на этом уроке получают развитие представления учащихся об электромагнитном поле. Поэтому следует повторить понятия электростатического и стационарного полей, характер взаимодействия покоящихся электрических зарядов. Затем рассмотреть магнитное и электромагнитное взаимодействия, обсуждая историю развития учения об электромагнитном поле. Важно обратить внимание учащихся на то, что опыты Эрстеда, Ампера и Фарадея относятся к фундаментальным физическим экспериментам, поскольку послужили эмпирическим базисом построения электродинамической картины мира.

При введении понятия вектора индукции магнитного поля используется аналогия с вектором напряженности электростатического поля. Сначала это понятие вводится как некоторая силовая характеристика магнитного поля, имеющая векторный характер, затем обсуждается формула модуля вектора магнитной индукции и правило определения его направления. Следует обратить внимание учащихся на то, что линии магнитной индукции, так же как и линии напряженности, всего лишь модель, позволяющая на-

глядно представить поле. Необходимо обсудить отличие магнитного поля от электрического, заключающееся в том, что оно имеет вихревой характер.

### **Урок 2/14. Действие магнитного поля на проводник с током**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— формулировать правило левой руки, закон Ампера;

— определять направление силы Ампера.

**Основной материал.** Сила Ампера. Закон Ампера. Направление силы Ампера (правило левой руки).

**Демонстрации.** Действие силы Ампера на проводник с током. Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 11 (1); Р. Т. задания 72, 73.

**На дом.** § 14 (п. 1); Р. Т. задания 74—76; объект из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно выполнить задания 67—70 из рабочей тетради.

На данном уроке изучается действие магнитного поля на проводник с током. Новый материал небольшой по объему и не слишком сложный. При обсуждении закона Ампера следует добиться понимания того, что в формуле записан синус угла между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике. Важной задачей является формирование умения определять направление силы Ампера. Следует напомнить учащимся, что за направление тока принято направление движения положительных зарядов.

### **Урок 3/15. Действие магнитного поля на движущийся электрический заряд**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— выводить формулу силы Лоренца из закона Ампера;

— определять направление силы Лоренца;

— объяснять принцип действия электроизмерительных приборов;

— описывать и объяснять устройство и принцип действия масс-спектрографа, МГД-генератора.

**Основной материал.** Сила Лоренца. Направление силы Лоренца. Использование силы Лоренца: масс-спектрограф, МГД-генератор. Электроизмерительные приборы.

**Демонстрации.** Действие магнитного поля на электронный луч осциллографа или электронно-лучевой трубки. Таблица «Приборы магнитоэлектрической системы». Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 80.

**На дом.** § 14 (п. 2—4); Р. Т. задания 77—79, 81; объект из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

На уроке продолжается формирование представлений учащихся о действии магнитного поля на движущиеся электрические заряды. Выражение для силы Лоренца получают из закона Ампера. Так же как и на предыдущем уроке, отрабатывают умение определять направление силы Лоренца, обращая внимание на то, что четыре пальца ладони указывают направление движения положительного заряда. Если заряд отрицательный, то ладонь ставят таким образом, чтобы четыре пальца указывали направление, противоположное направлению движения заряда. Важны в этой теме прикладные вопросы. Рассмотрение принципа работы масс-спектрографа позволяет установить внутрипредметные связи и повторить кинематику и динамику движения тела по окружности.

В конце урока целесообразно рассмотреть пример 2 на с. 30—31 рабочей тетради.

#### **Урок 4/16. Решение задач**

##### **Вид деятельности учащихся:**

— применять изученные законы и правила при решении вычислительных, качественных и графических задач.

**Основной материал.** Применение сил Ампера и Лоренца. Движение электрических зарядов в магнитном поле.

**Решение задач типа:** упражнение 10 (2—4), упражнение 11 (2, 3).

**На дом.** Упражнение 11 (4, 5).

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

На уроке повторяют изученный материал и решают задачи.

В конце урока целесообразно осуществить проверку знаний и умений учащихся с помощью теста, рассчитанного на 20 мин. При недостатке времени на данном уроке проверочную работу можно провести в начале следующего урока.

### Вариант 1

1. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля, если на помещенный в него проводник длиной 20 см действует сила  $6 \cdot 10^{-3}$  Н? Сила тока в проводнике 3 А, вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику.

- 1)  $10^{-4}$  Тл
- 2)  $10^{-2}$  Тл
- 3)  $4 \cdot 10^{-2}$  Тл
- 4)  $9 \cdot 10^{-2}$  Тл

2. Проволочный виток с током расположен в вертикальной плоскости (рис. 9). Как направлен вектор индукции магнитного поля проводника в его центре?

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) горизонтально от нас за плоскость чертежа
- 4) горизонтально к нам из плоскости чертежа

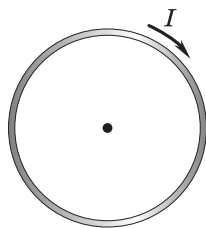


Рис. 9

3. Чему равна сила Ампера, действующая на проводник с током длиной 0,4 м, помещенный в магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции кото-

рого равен  $10^{-3}$  Тл? Угол между вектором магнитной индукции и направлением тока в проводнике  $60^\circ$ , сила тока в проводнике 5 А.

- 1)  $10^{-3}$  Н
- 2)  $1,7 \cdot 10^{-3}$  Н
- 3)  $2 \cdot 10^{-3}$  Н
- 4)  $0,6 \cdot 10^{-2}$  Н

4. Каково направление силы Ампера, действующей на проводник с током, помещенный в магнитное поле (рис. 10)?



Рис. 10

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) вправо
- 4) влево

5. Протон влетает в магнитное поле, как показано на рисунке 11. Как направлена сила Лоренца, действующая на него?

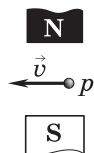


Рис. 11

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) к нам из плоскости чертежа
- 4) от нас за плоскость чертежа

6. Чему равен модуль вектора магнитной индукции магнитного поля, действующего с силой  $8 \cdot 10^{-15}$  Н на электрон, движущийся со скоростью  $0,5 \cdot 10^6$  м/с перпендикулярно линиям магнитной индукции?

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1) $4 \cdot 10^{-9}$ Тл | 3) 25 Тл                  |
| 2) 0,1 Тл               | 4) $2,5 \cdot 10^{10}$ Тл |

### Вариант 2

1. Чему равна сила тока в проводнике длиной 30 см, помещенном в магнитное поле, модуль вектора магнитной индукции которого 0,02 Тл, если на проводник действует сила  $1,2 \cdot 10^{-2}$  Н? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику.

- |          |                          |
|----------|--------------------------|
| 1) 2 А   | 3) $1,8 \cdot 10^{-2}$ А |
| 2) 0,5 А | 4) $0,8 \cdot 10^{-2}$ А |

2. Проволочный виток с током расположен в горизонтальной плоскости (рис. 12). Как направлен вектор индукции магнитного поля проводника в его центре?

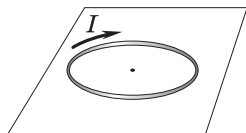


Рис. 12

- 1) вертикально вниз
- 2) вертикально вверх
- 3) горизонтально от нас за плоскость чертежа
- 4) горизонтально к нам из плоскости чертежа

3. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля, в котором на проводник с током действует сила Ампера  $3,4 \cdot 10^{-3}$  Н? Сила тока в проводнике 5 А, длина его активной части 0,2 м, угол между вектором индукции магнитного поля и направлением тока в проводнике равен  $30^\circ$ .

- 1)  $2,72 \cdot 10^{-4}$  Тл
- 2)  $3,4 \cdot 10^{-3}$  Тл
- 3)  $4 \cdot 10^{-3}$  Тл
- 4)  $6,8 \cdot 10^{-3}$  Тл

4. Каково направление силы Ампера, действующей на помещенный в магнитное поле проводник с током (рис. 13)?

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) вправо
- 4) влево



Рис. 13

5. Электрон влетает в магнитное поле, как показано на рисунке 14. Как направлена сила Лоренца, действующая на него?

- 1) вертикально вверх
- 2) вертикально вниз
- 3) от нас за плоскость чертежа
- 4) к нам из плоскости чертежа

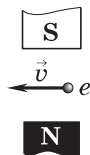


Рис. 14

6. Чему равна сила Лоренца, действующая на протон, движущийся со скоростью  $0,4 \cdot 10^6$  м/с в магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции? Модуль вектора индукции магнитного поля равен 0,05 Тл.

- 1)  $0,8 \cdot 10^{-22}$  Н
- 2)  $2 \cdot 10^{-22}$  Н
- 3)  $3,2 \cdot 10^{-15}$  Н
- 4)  $2 \cdot 10^4$  Н

*Ответы.* В. 1. 1. 2. 2. 3. 3. 2. 4. 1. 5. 3. 6. 2.  
В. 2. 1. 1. 2. 1. 3. 4. 4. 1. 5. 4. 6. 3.

## **Урок 5/17. Явление электромагнитной индукции**

### **Вид деятельности учащихся:**

- давать определения понятий: ЭДС индукции, вихревое электрическое поле;
- формулировать правило Ленца;
- систематизировать знания о физических величинах: магнитный поток, ЭДС индукции;
- описывать и объяснять опыты по наблюдению явления электромагнитной индукции;
- объяснять и выводить формулу для расчета ЭДС индукции, возникающей в проводнике, движущемся в магнитном поле\*;
- определять направление индукционного тока.

**Основной материал.** Открытие явления электромагнитной индукции. опыты Фарадея. Магнитный поток. Правило Ленца. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции. Сущность явления электромагнитной индукции. Индукционный ток в проводниках, движущихся в магнитном поле\*.

**Демонстрации.** опыты по наблюдению явления электромагнитной индукции (по рис. 59 и 60 учебника). Правило Ленца (по рис. 63 учебника). Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 12 (1), упражнение 13 (1); Р. Т. задания 92, 93.

**На дом.** § 15, 16, дополнительный материал на с. 73—74; Р. Т. задания 85—91, 95\*.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Явление электромагнитной индукции изучалось в основной школе, поэтому здесь знания учащихся повторяются и расширяются, прежде всего, за счет рассмотрения разных вариантов изменения магнитного поля, пронизывающего контур проводника. Далее повторяется и расширяется понятие магнит-

ного потока, записывается соответствующая формула. Важно обратить внимание учащихся на то, что в формулу входит косинус угла между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости, в которой расположен контур проводника. Правило Ленца также изучалось раньше, но здесь оно формулируется с использованием понятия магнитного потока. При изучении закона электромагнитной индукции важно обсудить значение знака «минус», а также сущность явления, которое в общем случае заключается в порождении переменного электрического поля при изменении магнитного поля, что не зависит от наличия в поле проводника. Следует обратить внимание учащихся на вихревой характер электрического поля, его отличие от электростатического поля и на взаимосвязь электрического и магнитного полей.

На уроке следует рассмотреть пример 3\* на с. 32 рабочей тетради.

## **Урок 6/18. Самоиндукция.**

### **Лабораторная работа**

#### **«Изучение явления электромагнитной индукции»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— давать определения понятий: самоиндукция, ЭДС самоиндукции, индуктивность;

— применять при решении задач формулы для расчета ЭДС самоиндукции, индуктивности, энергии магнитного поля;

— описывать и объяснять опыты по наблюдению явления самоиндукции;

— исследовать зависимость силы индукционного тока от параметров катушки и магнитного поля;

— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

**Основной материал.** Опыты Генри. Явление самоиндукции. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля.

**Демонстрации.** Явление самоиндукции (по рис. 67 учебника). Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 14 (1); Р. Т. задания 99, 101.



### **Лабораторная работа.**

На дом. § 17; Р. Т. задания 96—98, 100; объекты из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Явление самоиндукции учащимся знакомо из курса физики основной школы, поэтому этот материал повторяется и расширяется за счет применения математического аппарата. Новым материалом является понятие энергии магнитного поля, формула энергии вводится по аналогии с формулой кинетической энергии.

Завершается урок выполнением лабораторной работы, рассчитанной на 20 мин.

### **Урок 7/19. Решение задач**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— применять изученные зависимости при решении вычислительных, качественных и графических задач;

— объяснять явления, наблюдаемые в природе и в быту;

— представлять полученные знания в структурированном виде, выделяя при этом эмпирический базис, основные понятия учения об электромагнитном поле, модели, основные законы и следствия.

**Основной материал.** Повторение и обобщение темы «Взаимосвязь электрического и магнитного полей».

**Решение задач типа:** упражнение 11 (6), упражнение 12 (2, 3), упражнение 13 (2, 3).

На дом. Упражнение 14 (2—4); Р. Т. задание 94\*; тест № 2 из ЭФУ.

### **Урок 8/20. Контрольная работа по теме «Взаимосвязь электрического и магнитного полей»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— применять полученные знания к решению задач.

На дом. Повторить материал главы 2, используя раздел «Основное в главе 2»; упражнение 13 (4\*).

Можно использовать тренировочный тест 2 из рабочей тетради.

### Вариант 1

1. Чему равен радиус окружности, описываемой электроном в магнитном поле, если модуль вектора индукции магнитного поля  $0,4$  Тл, а скорость электрона  $6,4 \cdot 10^6$  м/с?

2. Чему равна сила индукционного тока, возникающего в замкнутом проводнике сопротивлением  $10$  Ом, если пронизывающий его магнитный поток изменяется на  $100$  Вб за  $5$  с?

3. В проводнике сила тока равномерно возрастает от  $2$  до  $6$  А в течение  $0,2$  с. При этом в нем возникает ЭДС самоиндукции  $0,8$  В. Чему равна индуктивность проводника? Определите энергию магнитного поля, созданного проводником с током, при максимальном значении силы тока.

### Вариант 2

1. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля, в котором электрон описывает окружность радиусом  $3 \cdot 10^{-5}$  м, если скорость электрона  $3,2 \cdot 10^6$  м/с?

2. Чему равно сопротивление замкнутого проводника, если при изменении пронизывающего его магнитного потока на  $200$  Вб за  $10$  с в проводнике возникает индукционный ток силой  $4$  А?

3. В проводнике индуктивностью  $0,08$  Гн сила тока равномерно возрастает от  $1$  до  $5$  А. При этом в нем возникает ЭДС самоиндукции  $0,2$  В. За какое время происходит такое изменение силы тока? Чему равна энергия магнитного поля, созданного проводником с током, при минимальном значении силы тока?

*Ответы.* В. 1. 1.  $R = 9 \cdot 10^{-5}$  м. 2.  $I = 2$  А. 3.  $L = 0,04$  Гн;  $W_M = 0,72$  Дж.

В. 2. 1.  $B = 1,8$  Тл. 2.  $R = 5$  Ом. 3.  $\Delta t = 1,6$  с;  $W_M = 0,04$  Дж.

# Электромагнитные колебания и волны (7 ч)

Цель изучения данной темы — формирование представлений учащихся об электромагнитных колебаниях и волнах, об условиях возникновения электромагнитных колебаний в колебательном контуре и законах, по которым эти колебания происходят, о переменном электрическом токе, технических устройствах для его получения и преобразования и его применении, об электромагнитном поле, об условиях возникновения электромагнитных волн, об их свойствах и применении.

Представление о гармонических электромагнитных колебаниях вводится по аналогии с механическими колебаниями, с изучения которых начинается тема.

## Результаты обучения

### *На уровне запоминания*

#### *Называть:*

— условные обозначения физических величин: циклическая частота ( $\omega$ ), частота ( $\nu$ ), фаза ( $\varphi$ ), длина волны ( $\lambda$ );

— единицы этих величин: рад/с, Гц, рад, м;

— понятия: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система, вынужденные колебания, резонанс, электромагнитное поле, электромагнитные волны;

— методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

### *Воспроизводить:*

— определения понятий: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система, вынужденные колебания, резонанс;

— формулы: зависимости от времени координаты, скорости, ускорения при механических колебаниях и заряда, силы тока, напряжения при электромагнитных колебаниях; периода колебаний математического и пружинного маятников; периода электромагнитных колебаний, длины волны.

### *Описывать:*

— превращения энергии в колебательном контуре;  
— устройство и принцип действия генератора переменного тока, трансформатора;

— условие возникновения электромагнитных волн;

— опыты Герца по излучению и приему электромагнитных волн.

### *На уровне понимания*

#### *Приводить примеры:*

— электромагнитных колебательных процессов и характеристик, их описывающих;

— применения технических устройств для получения, преобразования и передачи электрической энергии, использования переменного электрического тока.

#### *Объяснять:*

— процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре;

— зависимость периода и частоты колебаний от параметров колебательного контура;

— принцип действия генератора переменного тока, трансформатора;

— физические основы радиопередающих устройств и радиоприемников, радиолокации.

### *На уровне применения в типичных ситуациях*

#### *Уметь:*

— получать уравнение колебаний силы тока и напряжения в колебательном контуре из уравнения колебаний заряда;

— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;

— строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

*Применять:*

— изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;

— полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

***На уровне применения в нестандартных ситуациях***

*Обобщать:*

— полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде.

## **Поурочное планирование**

<b>№ урока</b>	<b>Тема урока</b>
1/21	Свободные механические колебания. Гармонические колебания
2/22	Свободные электромагнитные колебания
3/23	Решение задач
4/24	Переменный электрический ток
5/25	Генератор переменного тока. Трансформатор
6/26	Электромагнитное поле. Электромагнитные волны
7/27	Развитие средств связи. Кратковременная контрольная работа по теме «Электромагнитные колебания и волны»

### **Урок 1/21. Свободные механические колебания. Гармонические колебания**

**Вид деятельности учащихся:**

— давать определения понятий: свободные колебания, гармонические колебания, колебательная система;

— анализировать зависимости от времени координаты, скорости, ускорения при механических колебаниях, периода колебаний математического и пружинного маятников;

— формулировать условия распространения механических волн;

— устанавливать межпредметные связи физики и математики при записи уравнений для смещения, скорости и ускорения колебаний маятника.

**Основной материал.** Условия существования свободных колебаний. Характеристики колебаний: амплитуда, период, частота. Пружинный маятник. Математический маятник. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний. Фаза колебаний. Циклическая частота колебательной системы. Скорость и ускорение при гармонических колебаниях. Собственная частота колебательной системы. Зависимость периода колебаний от параметров системы.

**Демонстрации.** Пружинный маятник. Математический маятник. Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 15 (1, 3), упражнение 16 (1—3).

**На дом.** § 18, 19; Р. Т. задания 102—109.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Материал урока учащимся достаточно хорошо знаком из курса физики основной школы. Здесь необходимо его повторение для использования в дальнейшем аналогии между механическими и электромагнитными колебаниями. Поэтому на уроке основное внимание следует уделить именно повторению материала и решению задач.

Целесообразно на уроке рассмотреть примеры 1 и 2 на с. 47—48 рабочей тетради.

## **Урок 2/22. Свободные электромагнитные колебания**

**Вид деятельности учащихся:**

— давать определение понятия «колебательная система»;

— анализировать зависимости от времени заряда, силы тока, напряжения при электромагнитных колебаниях;

— анализировать зависимости периода и частоты колебаний от параметров колебательного контура;

— описывать превращение энергии в колебательном контуре;

— объяснять процесс электромагнитных колебаний в колебательном контуре;

— записывать уравнения колебаний силы тока и напряжения в колебательном контуре по заданному уравнению колебаний заряда.

**Основной материал.** Колебательный контур. Превращение энергии в колебательном контуре. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Частота и период колебаний в контуре.

**Демонстрации.** Колебательный контур. Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 17 (1).

**На дом.** § 20; упражнение 17 (2, 3); объект из ЭФУ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Рассмотрев физические основы электромагнитных колебаний в контуре, их характеристики вводят по аналогии с механическими колебаниями.

На уроке следует рассмотреть пример 3 на с. 48 рабочей тетради.

### **Урок 3/23. Решение задач**

**Вид деятельности учащихся:**

— применять изученные зависимости при решении вычислительных и графических задач;

— объяснять явления, наблюдаемые в природе и в быту.

**Основной материал.** Вычисление частоты и периода собственных колебаний. Превращение энергии в колебательном контуре.

**Решение задач типа:** упражнение 15 (2, 4), упражнение 16 (4, 5); Р. Т. задания 110—115.

**На дом.** Р. Т. задания 116—119; упражнение 16 (6\*), упражнение 17 (4\*).

## Урок 4/24. Переменный электрический ток

### Вид деятельности учащихся:

— давать определения понятий: вынужденные колебания, резонанс, действующее и амплитудное значения силы тока и напряжения;

— проводить аналогии между механическими и электромагнитными колебаниями;

— объяснять принцип получения переменного тока.

**Основной материал.** Вынужденные колебания. Резонанс. Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный электрический ток. Принцип получения переменной ЭДС. Характеристики переменного тока.

**Демонстрации.** Вынужденные механические колебания. Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 18 (1).

**На дом.** § 21 (до п. 4); упражнение 18 (2).

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно провести проверочную работу, рассчитанную на 10 мин.

### Вариант 1

Уравнение колебаний груза на пружине имеет вид:

$$x = 0,03\cos 4t \text{ (м)}.$$

а) Чему равны амплитуда, циклическая частота и фаза колебаний?

б) Каков период колебаний груза?

в) Какова жесткость пружины, если масса груза 0,02 кг?

г) Запишите уравнение для скорости колебаний.

### Вариант 2

Уравнение колебаний математического маятника имеет вид:

$$x = 0,05\sin 2t \text{ (м)}.$$

а) Чему равны амплитуда, циклическая частота и фаза колебаний?

б) Каков период колебаний маятника?



в) Какова длина нити маятника? (Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .)

г) Запишите уравнение для скорости колебаний.

*Ответы.* **В. 1.** а)  $x_m = 0,03 \text{ м}$ ;  $\omega = 4 \text{ рад/с}$ ;  $\varphi = 4t \text{ (рад)}$ .

б)  $T = \frac{\pi}{2} \text{ с}$ . в)  $k = 0,32 \text{ Н/м}$ . г)  $v = -0,12 \times \sin 4t \text{ (м/с)}$ .

**В. 2.** а)  $x_m = 0,05 \text{ м}$ ;  $\omega = 2 \text{ рад/с}$ ;  $\varphi = 2t \text{ (рад)}$ .

б)  $T = \pi \text{ с}$ . в)  $l = 2,5 \text{ м}$ . г)  $v = 0,1 \cos 2t \text{ (м/с)}$ .

При объяснении нового материала анализируются условия, при которых колебания не будут затухать. Рассматривается внешняя периодическая сила, условия возникновения резонанса. Затем от механических колебательных систем следует перейти к рассмотрению незатухающих колебаний в контуре.

### **Урок 5/25. Генератор переменного тока. Трансформатор**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— описывать и объяснять устройство и принцип действия генератора переменного тока и трансформатора;

— приводить примеры технических устройств для получения, преобразования и передачи электрической энергии, использования переменного электрического тока.

**Основной материал.** Генератор переменного тока. Устройство и принцип действия трансформатора. Коэффициент трансформации.

**Демонстрации.** Генератор переменного тока. Трансформатор. Таблица «Трансформатор».

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 120, 121.

**На дом.** § 21 (п. 4, 5); упражнение 18 (3); Р. Т. задание 122.

### **Урок 6/26. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— систематизировать знания о физической величине на примере длины волны;

— формулировать условие возникновения электромагнитных волн;

— описывать опыты Герца по излучению и приему электромагнитных волн.

**Основной материал.** Электромагнитное поле и системы отсчета. Гипотеза Максвелла о существовании электромагнитных волн. Теории дальнего действия и ближнего действия. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока\*. Механические волны и их характеристики. Условия возникновения электромагнитных волн. Излучение и распространение электромагнитных волн. Опыты Герца. Открытый колебательный контур.

**Демонстрации.** Опыт с заряженным шаром на тележке, движущимся относительно стола и покоящимся относительно тележки. Объекты из ЭФУ.

**На дом.** § 22, 23; повторить материал главы 3, используя раздел «Основное в главе 3»; упражнение 19\*; упражнение 20; Р. Т. задания 123, 126.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Материал данного урока имеет большое мировоззренческое значение. Необходимо показать релятивистский характер теории Максвелла. Следует уделить особое внимание рассмотрению теории дальнего действия и ближнего действия.

### **Урок 7/27. Развитие средств связи.**

#### **Кратковременная контрольная работа по теме «Электромагнитные колебания и волны»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— объяснять физические основы радиопередающих устройств и радиоприемников, амплитудной модуляции и детектирования, радиолокации;

— приводить примеры применения колебательных контуров с переменными характеристиками в радиотехнике;

— описывать работу современных средств связи;

— применять изученные зависимости при решении вычислительных задач;

— объяснять явления, наблюдаемые в природе и в быту.

**Основной материал.** Радиопередача и радиоприем. Амплитудная модуляция. Детектирование. Спутниковая связь. Телевидение. Радиолокация и радиоастрономия. Сотовая связь.

**Демонстрации.** Модель радиоприемника. Таблицы: «Простейший радиоприемник», «Радиолокация».

**Кратковременная контрольная работа.**

На дом. § 24; Р. Т. задания 124, 125; тест № 3 из ЭФУ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Поскольку материал данного урока знаком учащимся из курса основной школы, есть возможность рассмотреть его обзорно.

В конце урока проводится кратковременная контрольная работа, рассчитанная на 20 мин. Можно использовать тренировочный тест 3 из рабочей тетради.

### Вариант 1

1. По графику (рис. 15) определите амплитуду и частоту колебаний заряда в контуре. Запишите уравнения зависимости заряда и силы тока от времени.

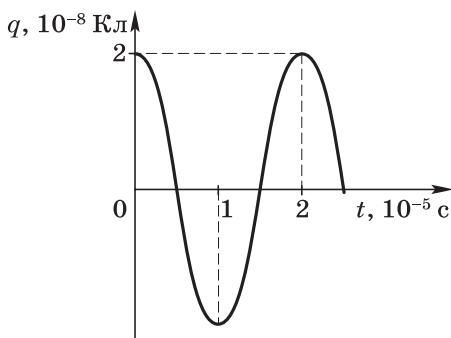


Рис. 15

2. Какой будет амплитуда колебаний напряжения в контуре, состоящем из конденсатора емкостью 0,3 мкФ и катушки индуктивностью 27 мГн, если амплитуда силы тока составляет 0,1 А?

3. Каково амплитудное значение ЭДС, возникающей в рамке из 50 витков, если она вращается с циклической частотой 188 рад/с в магнитном поле индукцией 0,4 Тл? Площадь рамки 0,012 м<sup>2</sup>.

4. Первичная обмотка трансформатора, понижающего напряжение с 240 до 40 В, содержит 1200 витков. Определите коэффициент трансформации и число витков во вторичной обмотке.

### Вариант 2

1. По графику (рис. 16) определите амплитуду и частоту колебаний заряда в контуре. Запишите уравнения зависимости заряда и силы тока от времени.

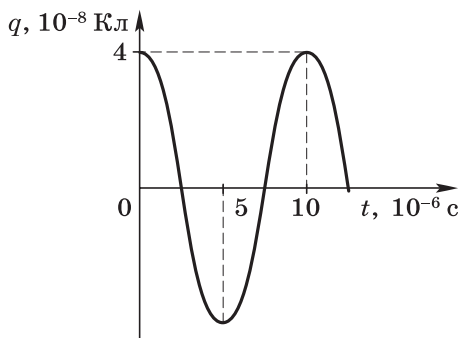


Рис. 16

2. Максимальная разность потенциалов заряженного конденсатора в колебательном контуре составляет 80 В. Какова максимальная сила тока в этом контуре, если емкость конденсатора 10 мкФ, а индуктивность катушки 0,4 Гн?

3. Чему равна площадь рамки из 100 витков, если при ее вращении с циклической частотой 188 рад/с в магнитном поле индукцией 0,2 Тл амплитудное значение переменной ЭДС составляет 90 В?

4. Вторичная обмотка трансформатора, коэффициент трансформации которого равен  $\frac{1}{3}$ , содержит

800 витков. Каково напряжение на первичной обмотке и число витков в ней, если на выходе трансформатора напряжение 36 В?

*Ответы.* **В. 1. 1.**  $q_m = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл;  $\nu = 5 \cdot 10^4$  Гц;  $q = 2 \cdot 10^{-8} \cos 10^5 \pi t$  (Кл);  $i = -2\pi \cdot 10^{-3} \times \sin 10^5 \pi t$  (А). **2.**  $U_m = 30$  В. **3.**  $\xi_m \approx 45$  В.  
**4.**  $k = 6$ ;  $n_2 = 200$ .  
**В. 2. 1.**  $q_m = 4 \cdot 10^{-8}$  Кл;  $\nu = 10^5$  Гц;  $q = 4 \times 10^{-8} \cos 2\pi \cdot 10^5 t$  (Кл);  $i = -8\pi \cdot 10^{-3} \sin 2\pi \times 10^5 t$  (А). **2.**  $I_m = 0,4$  А. **3.**  $S = 0,024$  м<sup>2</sup>.  
**4.**  $U_1 = 108$  В;  $n_1 = 2400$ .

## Оптика (7 ч)

Цель изучения данной темы — формирование представлений учащихся о волновых свойствах света, о явлениях, в которых эти свойства проявляются: дифракции, интерференции, поляризации, о дисперсии света. Структура темы такова: история развития взглядов на природу света; геометрическая оптика, ее законы; оптические приборы; волновые свойства света; электромагнитные волны различных диапазонов.

### Результаты обучения

#### *На уровне запоминания*

##### *Называть:*

— условные обозначения физических величин: относительный и абсолютные показатели преломления ( $n$ ), предельный угол полного внутреннего отражения ( $\alpha_0$ ), увеличение линзы ( $\Gamma$ ), фокусное расстояние линзы ( $F$ ), оптическая сила линзы ( $D$ );

— единицы этих величин: рад, м, дптр;

— понятия: полное внутреннее отражение, мнимое изображение, действительное изображение, главная оптическая ось линзы, побочная оптическая ось линзы, главный фокус линзы, когерентность;

— методы изучения физических явлений: наблюдение, эксперимент, теория, выдвижение гипотез, моделирование.

##### *Воспроизводить:*

— исторические сведения о развитии учения о свете;

— определения понятий: полное внутреннее отражение, мнимое изображение, главная оптическая ось линзы;

— формулы: предельного угла полного внутреннего отражения, увеличения линзы, оптической силы линзы, тонкой линзы, условий интерференционных максимумов и минимумов.

*Описывать:*

— ход лучей в зеркале, призме, линзе, микроскопе и телескопе;

— устройство оптических приборов: проекционного аппарата, фотоаппарата, микроскопа, телескопа;

— опыты по измерению скорости света; по наблюдению интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации.

***На уровне понимания***

*Приводить примеры:*

— интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии в природе и технике;

— применения оптических приборов.

*Объяснять:*

— применение формулы тонкой линзы;

— явления интерференции и дифракции световых волн.

***На уровне применения в типичных ситуациях***

*Уметь:*

— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы;

— строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

*Применять:*

— изученные зависимости к решению вычислительных, качественных и графических задач;

— полученные знания к объяснению явлений, наблюдаемых в природе и в быту.

***На уровне применения в нестандартных ситуациях***

*Обобщать:*

— полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде.

## Поурочное планирование

№ урока	Тема урока
1/28	История развития учения о световых явлениях. Измерение скорости света
2/29	Понятия и законы геометрической оптики. Ход лучей в зеркалах, призмах и линзах. Оптические приборы
3/30	Лабораторная работа «Измерение относительного показателя преломления вещества»
4/31	Решение задач
5/32	Волновые свойства света: интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация
6/33	Электромагнитные волны разных диапазонов. Решение задач
7/34	Контрольная работа по теме «Оптика»

### **Урок 1/28. История развития учения о световых явлениях. Измерение скорости света**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— описывать опыты по измерению скорости света;  
— обобщать на эмпирическом уровне результаты наблюдаемых экспериментов и строить индуктивные выводы.

**Основной материал.** Эволюция представлений о природе световых явлений: геометрическая оптика, волновая теория света. Корпускулярные представления о свете. Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Идея Галилея по определению скорости света. Опыты по измерению скорости света: работы Рёмера, Физо и Фуко, Майкельсона. Современные методы измерения скорости света.

**Демонстрации.** Отражение электромагнитных волн. Объекты из ЭФУ.

На дом. § 25, 32.



После изучения электромагнитных волн целесообразно рассмотреть историю развития представлений о природе света.

**Урок 2/29. Понятия и законы геометрической оптики. Ход лучей в зеркалах, призмах и линзах. Оптические приборы**

**Вид деятельности учащихся:**

— строить ход лучей в зеркале, призме, линзе, оптических приборах;

— давать определения понятий: полное внутреннее отражение, мнимое изображение, главная оптическая ось линзы;

— формулировать законы отражения и преломления;

— применять при решении задач формулы для расчета предельного угла полного внутреннего отражения, увеличения линзы, оптической силы линзы, формулу тонкой линзы;

— приводить примеры применения оптических приборов.

**Основной материал.** Основные понятия: точечный источник света, световой пучок, световой луч. Принцип Гюйгенса. Законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, отражения света, преломления света. Полное внутреннее отражение. Изображение предмета в плоском зеркале. Ход лучей в призме и линзах. Формула линзы. Увеличение линзы. Оптические приборы: проекционный аппарат, фотоаппарат, микроскоп, телескоп.

**Демонстрации.** Преломление света. Полное внутреннее отражение. Световоды. Оптические приборы. Таблица «Оптические приборы». Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 21 (1, 3), упражнение 22 (2).

**На дом.** § 26—28; Р. Т. задания 127—130.

Часть урока необходимо выделить для решения задач. Начать следует с более простых типовых задач, поскольку более сложные можно будет разо-

брать на уроке решения задач по данной теме, а также предложить их учащимся для самостоятельного решения. Вывод законов отражения и преломления с помощью принципа Гюйгенса рекомендуется демонстрировать учащимся, но не спрашивать с них в дальнейшем.

На уроке следует рассмотреть примеры 1—3 на с. 59—61 рабочей тетради.

### **Урок 3/30. Лабораторная работа «Измерение относительного показателя преломления вещества»**

**Вид деятельности учащихся:**

— строить ход лучей в плоскопараллельной пластине;

— измерять показатель преломления стекла;

— наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

На дом. Р. Т. задания 131—133.

### **Урок 4/31. Решение задач**

**Вид деятельности учащихся:**

— применять изученные закономерности при решении качественных, графических и вычислительных задач.

**Основной материал.** Построение изображения в линзах, ход лучей в призме, применение формулы тонкой линзы.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 134—138, 140—142.

На дом. Упражнение 22 (1, 4), упражнение 23.

### **Урок 5/32. Волновые свойства света: интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация**

**Вид деятельности учащихся:**

— формулировать условия интерференционных максимумов и минимумов;

— описывать опыты по наблюдению интерференции, дифракции, дисперсии, поляризации;

— приводить примеры интерференции, дифракции, поляризации и дисперсии в природе и технике;

— объяснять явления интерференции и дифракции;

— объяснять явления, наблюдаемые в природе и в быту.

**Основной материал.** Интерференция волн. Когерентность. Условия максимумов и минимумов. Интерференция света. Кольца Ньютона. Применение интерференции света в технике. Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса—Френеля. Дифракционная решетка. Разрешающая способность. Дисперсия света. Поляроиды. Поляризация.

**Демонстрации.** Интерференционная картина. Дифракция света с помощью дифракционной решетки. Дисперсия, разложение белого света в спектр. Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 24 (2, 3).

**На дом.** § 29—31; упражнение 24 (1); Р. Т. задания 143, 144.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно провести проверочную работу, рассчитанную на 10—15 мин.

### Вариант 1

1. В каком направлении пойдет луч света после преломления на границе раздела сред «вода—воздух» (рис. 17)?

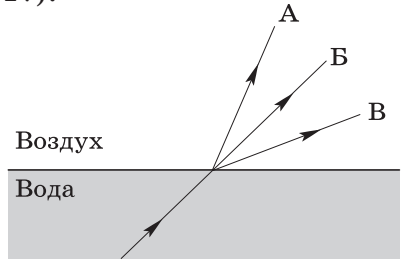


Рис. 17

2. В каком направлении пойдет луч света после преломления в линзе (рис. 18)? Ответ поясните.

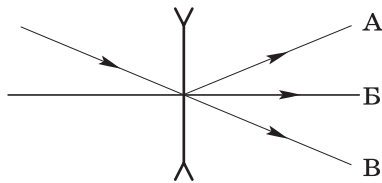


Рис. 18

3. Каково фокусное расстояние линзы, если ее оптическая сила составляет 2 дптр?

**Вариант 2**

1. В каком направлении пойдет луч света после преломления на границе раздела сред «воздух—вода» (рис. 19)?

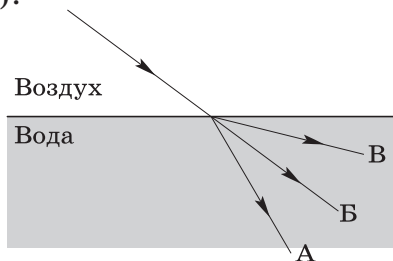


Рис. 19

2. В каком направлении пойдет луч света после преломления в линзе (рис. 20)? Ответ поясните.

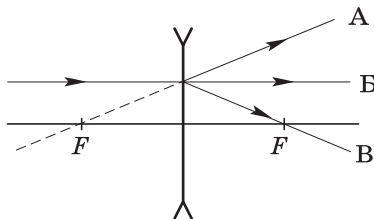


Рис. 20

3. Какова скорость света в алмазе? Показатель преломления алмаза 2,4.

Ответы. В. 1. 1. В. 2. В. 3.  $F = 0,5$  м.

В. 2. 1. А. 2. А. 3.  $v = 1,25 \cdot 10^8$  м/с.

Материал урока знаком учащимся из курса физики основной школы, поэтому урок должен носить обобщающе-систематизирующий характер.

### **Урок 6/33. Электромагнитные волны разных диапазонов. Решение задач**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать свойства отдельных частей спектра;
- приводить примеры применения электромагнитных волн различных частот в технике.

**Основной материал.** Шкала электромагнитных волн. Свойства отдельных частей спектра. Применение радиоволн. Применение инфракрасного и ультрафиолетового излучений. Применение рентгеновского излучения.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 145—147; упражнение 25.

**На дом.** § 33; повторить материал главы 4, используя раздел «Основное в главе 4»; тест № 4 из ЭФУ.

### **Урок 7/34. Контрольная работа по теме «Оптика»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- обобщать полученные при изучении темы знания;
- применять полученные знания к решению качественных и вычислительных задач.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно провести в течение 10—15 мин обобщение материала темы с использованием таблиц, представленных в разделе «Основное в главе 4». Затем проводится контрольная работа, рассчитанная на 25—30 мин.

Можно использовать тренировочный тест 4 из рабочей тетради.

#### **Вариант 1**

1. Предмет расположен в 45 см перед собирающей линзой, а его изображение — в 90 см за ней. Каковы фокусное расстояние и увеличение этой линзы?

2. Расстояния от двух когерентных источников до некоторой точки в пространстве отличаются на 2400 нм, частота излучаемого света составляет  $5 \cdot 10^{14}$  Гц. Будет ли наблюдаться в этой точке интерференционный максимум или минимум?

### Вариант 2

1. Расстояние от линзы до изображения предмета, расположенного на главной оптической оси, составляет 50 см, а увеличение этой линзы 0,25. Каковы расстояние от предмета до линзы и ее фокусное расстояние?

2. На сколько отличаются расстояния от двух когерентных источников до данной точки  $A$ , если при частоте излучаемого света  $5 \cdot 10^{14}$  Гц эта разность составляет  $1,5\lambda$ ? Будет ли в точке  $A$  наблюдаться интерференционный максимум или минимум?

*Ответы.* В. 1. 1.  $F = 0,3$  м;  $\Gamma = 2$ . 2. Максимум.

В. 2. 1.  $d = 2$  м;  $F = 0,4$  м. 2.  $\Delta d = 900$  нм; минимум.

## Основы специальной теории относительности (5 ч)

Цель изучения данной темы — формирование представлений учащихся о релятивистской механике. Структура материала достаточно традиционна: сначала рассматриваются предпосылки создания специальной теории относительности, затем постулаты Эйнштейна (ядро теории), затем следствия из этих постулатов: кинематика, динамика и энергетические соотношения.

Следует обратить особое внимание на некоторые моменты.

1. Иллюстрация общенаучного методологического принципа соответствия (рассмотрение границ применимости классической механики, перехода формул теории относительности в формулы классической механики при скоростях, много меньших скорости света).

2. Роль и место опыта Майкельсона в обосновании справедливости постулатов Эйнштейна.

3. Экспериментальные доказательства справедливости выводов теории относительности (замедление времени, взаимосвязь массы и энергии).

4. Инвариантность массы как в классической, так и в релятивистской механике.

### Результаты обучения

#### *На уровне запоминания*

*Называть:*

- понятие: релятивистский импульс;
- границы применимости классической механики;
- методы изучения физических явлений: эксперимент, выдвижение гипотез, моделирование.

*Воспроизводить:*

- постулаты Эйнштейна;
- формулы релятивистского импульса, уравнения движения в СТО, взаимосвязи массы и энергии.

*Описывать:*

- опыт Майкельсона.

### ***На уровне понимания***

*Приводить примеры:*

- экспериментальных подтверждений выводов теории относительности.

*Объяснять:*

- зависимость релятивистского импульса от скорости движения тела;
- взаимосвязь массы и энергии;
- проявление принципа соответствия на примере классической и релятивистской механики.

*Доказывать:*

- скорость света — предельная скорость движения.

*Выводить:*

- формулу полной энергии движущегося тела.

*Объяснять:*

- относительность для двух событий понятий «раньше» и «позже»;
- парадокс близнецов.

### ***На уровне применения в типичных ситуациях***

*Уметь:*

- строить дедуктивные выводы, применяя полученные знания к решению качественных задач.

*Применять:*

- изученные зависимости к решению вычислительных и качественных задач.

### ***На уровне применения в нестандартных ситуациях***

*Обобщать:*

- полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя основные структурные компоненты специальной теории относительности.



## Поурочное планирование

№ урока	Тема урока
1/35	Постулаты специальной теории относительности
2/36	Проблема одновременности*. Относительность длины отрезков и промежутков времени*
3/37	Элементы релятивистской динамики
4/38	Взаимосвязь массы и энергии
5/39	Решение задач. Повторение и обобщение

### Урок 1/35. Постулаты специальной теории относительности

#### Вид деятельности учащихся:

- называть методы изучения физических явлений: эксперимент, выдвижение гипотез, моделирование;
- обозначать границы применимости классической механики;
- объяснять оптические явления на основе теории эфира;
- формулировать постулаты Эйнштейна;
- описывать опыт Майкельсона.

**Основной материал.** Представления классической физики о пространстве и времени: свойства пространства и времени, относительность механического движения, инвариантные величины в механике. Синхронизация часов в классической механике, инерциальные системы отсчета, преобразования Галилея. Световые явления и принцип относительности Галилея. Представления об эфире. Постулаты Эйнштейна.

**Демонстрации.** Таблица «Опыт Майкельсона». Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 26 (1, 4), упражнение 27.

На дом. § 34, 35; упражнение 26 (2, 3); Р. Т. задания 151—154.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале изучения нового материала актуализируют знания о пространстве и времени, полученные учащимися при изучении классической механики. Это удобно сделать, выполняя задания 148—150 из рабочей тетради. Важно обратить внимание учащихся на решение задачи синхронизации часов в классической механике и еще раз обсудить границы применимости классической механики.

Далее, решая простую задачу, следует показать, что принцип относительности Галилея не распространяется на световые явления. Внимание учащихся следует обратить на то, что результаты опыта Майкельсона являются подтверждением справедливости постулатов Эйнштейна.

### **Урок 2/36. Проблема одновременности\*.**

#### **Относительность длины отрезков и промежутков времени\***

##### **Вид деятельности учащихся:**

— записывать формулы, выражающие относительность длины, относительность времени\*;

— объяснять относительность одновременности, длин отрезков и промежутков времени, релятивистский закон сложения скоростей\*;

— объяснять проявление принципа соответствия на примере релятивистского закона сложения скоростей\*;

— описывать экспериментальное подтверждение эффекта замедления времени\*;

— доказывать, что скорость света — предельная скорость движения.

**Основной материал.** Относительность одновременности\*. Относительность для двух событий понятий «раньше» и «позже»\*. Относительность длины отрезков\*. Скорость света — предельная скорость движения. Релятивистский закон сложения скоро-

стей\*. Относительность промежутков времени\*. Парадокс близнецов\*. Экспериментальное подтверждение эффекта замедления времени\*.

**Демонстрации.** Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 28\*, упражнение 29\*.

**На дом.** Дополнительный материал на с. 173—180; Р. Т. задания 155—157, 160\*, 161\*.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Относительность одновременности, длины отрезков и промежутков времени объясняют, решая конкретные примеры. Следует разъяснить учащимся, что сокращение длины связано с относительностью одновременности: если в одной системе отсчета, относительно которой стержень покоится, одновременно поставить метки около начала и конца стержня, то в системе отсчета, относительно которой он движется, эти два события уже не будут одновременными. Учащиеся также должны понимать, что замедление времени связано с движением системы отсчета. Важным в методологическом плане является экспериментальное подтверждение справедливости эффекта замедления времени, на что необходимо обратить внимание учащихся.

Интерес учащихся вызывает объяснение парадокса близнецов. Необходимо добиться понимания учащимися того, что системы отсчета, в которых находятся близнецы, не являются равноправными.

На уроке целесообразно рассмотреть пример 1 на с. 70 рабочей тетради.

### **Урок 3/37. Элементы релятивистской динамики**

**Вид деятельности учащихся:**

— записывать формулу релятивистского импульса, уравнение движения в СТО;

— анализировать зависимость релятивистского импульса от скорости движения тела;

— объяснять проявление принципа соответствия на примере классической и релятивистской механики.

**Основной материал.** Второй закон Ньютона в классической механике. Релятивистский импульс. Релятивистский закон движения.

**Решение задач типа:** упражнение 30 (1); Р. Т. задание 164.

**На дом.** § 36; Р. Т. задания 162, 163.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно решить задания 158, 159 из рабочей тетради.

Объясняя новый материал, актуализируют знания учащихся об импульсе тела и втором законе Ньютона в классической механике и записывают его через изменение импульса тела. Аналогично записывают формулу релятивистского импульса и релятивистский закон динамики. Обращают внимание учащихся на то, что масса тела является величиной инвариантной и в отличие от импульса не зависит от скорости движения тела. Завершают объяснение материала характеристикой фотона как частицы, не имеющей массы и движущейся со скоростью света.

### **Урок 4/38. Взаимосвязь массы и энергии**

**Вид деятельности учащихся:**

— применять формулу взаимосвязи массы и энергии, полной энергии движущегося тела при решении задач;

— объяснять взаимосвязь массы и энергии, инвариантность массы как в классической, так и в релятивистской механике.

**Основной материал.** Полная энергия свободно движущегося тела. Энергия покоя. Кинетическая энергия.

**Решение задач типа:** упражнение 31 (2).

**На дом.** § 37; Р. Т. задания 165—167; объект из ЭФУ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При изучении нового материала необходимо обратить внимание учащихся на то, что никакими способами нельзя изменить энергию покоящегося тела без

одновременного изменения его массы. Полезно решить задачи, показывающие, что небольшое изменение массы приводит к существенному изменению энергии.

На уроке следует рассмотреть пример 2 на с. 70—71 рабочей тетради.

### **Урок 5/39. Решение задач.** **Повторение и обобщение**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— применять изученные зависимости при решении вычислительных и качественных задач;

— обобщать полученные при изучении темы знания, представлять их в структурированном виде, выделяя основные структурные компоненты СТО.

**Основной материал.** Повторение основных положений СТО. Применение релятивистского закона сложения скоростей при решении задач\*, вычисление энергии покоя.

**Решение задач типа:** упражнение 30 (2), упражнение 31 (1, 3); Р. Т. задание 168.

**На дом.** Повторить материал главы 5, используя раздел «Основное в главе 5»; тест № 5 из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИЯ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При повторении темы, обобщении и закреплении знаний полезно использовать таблицы, приведенные в разделе «Основное в главе 5».

В конце урока целесообразно выполнить тренировочный тест 5 из рабочей тетради, рассчитанный на 10—15 мин.

# Элементы квантовой физики

## (20 ч)

---

### Фотоэффект (5 ч)

Цель изучения данной темы — сформировать у учащихся представления об особых закономерностях микромира, дискретном и квантовом характере движения микрочастиц и электромагнитных волн. Вопросы методологии научного познания, к которым относятся явно выраженная модельность знания об изучаемых объектах и явлениях, преемственность знаний, представление о границах применимости любого физического знания, принцип дополнительности как один из основополагающих принципов современной физики, — вот далеко не полный перечень вопросов, которые в той или иной степени обсуждаются при изучении данной темы.

При изучении темы учащиеся знакомятся с материальной частицей — фотоном — и его особенностями. Принципиально новой для учащихся является и основополагающая идея физики — идея корпускулярно-волнового дуализма, характерная для всех уровней материи, но наиболее ярко проявляющаяся в микромире.

Как и в предыдущих темах, изучение материала базируется на представлении о фотоэффекте как об одной из частных физических теорий, структура которой определяется логикой процесса познания: от фактов, полученных в результате наблюдений и опытов, к гипотезе (модели), теоретическим следствиям, полученным на основании анализа нового знания, и снова к эксперименту, подтверждающему истинность теоретического построения.

## Результаты обучения

### *На уровне запоминания*

#### *Называть:*

— понятия: фотоэффект, квант, фотон, корпускулярно-волновой дуализм;

— физические величины и их условные обозначения: ток насыщения ( $I_n$ ), задерживающее напряжение ( $U_з$ ), работа выхода ( $A_{\text{вых}}$ ), постоянная Планка ( $h$ ), красная граница фотоэффекта ( $\nu_{\text{min}}$ );

— единицы этих величин: А, В, Дж, Дж · с, Гц;

— физическое устройство: фотоэлемент.

#### *Воспроизводить:*

— определения понятий: фотоэффект, ток насыщения, задерживающее напряжение, работа выхода, красная граница фотоэффекта, фотон;

— законы фотоэффекта;

— уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;

— формулы: энергии и импульса фотона, длины волны де Бройля.

#### *Описывать:*

— опыты по вырыванию электронов из вещества под действием света;

— принцип действия установки, при помощи которой А. Г. Столетов изучал явление фотоэффекта;

— принцип действия вакуумного фотоэлемента.

### *На уровне понимания*

#### *Объяснять:*

— явление фотоэффекта;

— причину возникновения тока насыщения и задерживающего напряжения при фотоэффекте;

— смысл уравнения Эйнштейна как закона сохранения энергии для процессов, происходящих при фотоэффекте;

— законы фотоэффекта с позиций квантовой теории;

— реальность существования в природе фотонов;

— принципиальное отличие фотона от других материальных частиц;

— смысл гипотезы Планка о квантовом характере излучения; Эйнштейна об испускании, распространении и поглощении света отдельными квантами;

— гипотезу де Бройля о волновых свойствах частиц.

*Обосновывать:*

— невозможность объяснения второго и третьего законов фотоэффекта с позиций волновой теории света;

— эмпирический характер законов фотоэффекта и теоретический характер уравнения Эйнштейна для фотоэффекта;

— идею корпускулярно-волнового дуализма света и частиц вещества;

— роль опытов Лебедева и Вавилова как экспериментальное подтверждение теории фотоэффекта.

*На уровне применения в типичных ситуациях*

*Уметь:*

— анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;

— определять неизвестные величины, используя уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

*Применять:*

— формулы для расчета энергии и импульса фотона;

— полученные знания к анализу и объяснению явлений, наблюдаемых в природе и технике.

*На уровне применения в нестандартных ситуациях*

*Обобщать полученные знания на основе структуры физической теории:*

— объяснять роль явления фотоэффекта как научного факта, явившегося основой для создания теории фотоэффекта;

— обосновывать роль гипотез Планка и Эйнштейна в создании квантовой физики;

— раскрывать теоретические следствия, доказывающие правомерность высказанных гипотез;



— показывать значение экспериментов Лебедева и Вавилова как подтверждение истинности предложенных гипотез.

*Оценивать:*

— результаты, полученные при решении задач и проблем, в которых используются уравнение Эйнштейна и законы фотоэффекта.

*Применять:*

— полученные знания для объяснения неизвестных ранее явлений и процессов.

## Поурочное планирование

№ урока	Тема урока
1/40	Фотоэффект. Законы фотоэффекта
2/41	Фотон. Уравнение фотоэффекта
3/42	Решение задач
4/43	Фотоэлементы. Лабораторная работа «Изучение фотоэффекта»
5/44	Фотоны и электромагнитные волны. Обобщение материала

### Урок 1/40. Фотоэффект. Законы фотоэффекта

**Вид деятельности учащихся:**

— формулировать законы фотоэффекта;  
— описывать опыты по вырыванию электронов из вещества под действием света и принцип действия установки, при помощи которой А. Г. Столетов изучал явление фотоэффекта;

— объяснять причину возникновения тока насыщения и задерживающего напряжения при фотоэффекте;

— обосновывать невозможность объяснения второго и третьего законов фотоэффекта с позиций волновой теории света.

**Основной материал.** Явление фотоэффекта. Законы фотоэффекта. Противоречие между электромаг-

нитной теорией и результатами эксперимента. Ток насыщения, задерживающее напряжение, работа выхода — основные понятия фотоэффекта.

**Демонстрации.** Явление фотоэффекта на цинковой пластине (по рис. 145 учебника). Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 32.

**На дом.** § 38; Р. Т. задания 169—171.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Урок изучения нового материала целесообразно построить, используя метод эвристической беседы. Опыты, которые показываются с помощью электрометра и цинковой пластины (предварительно зачищенной мелкозернистой шкуркой), вполне доступны для самостоятельного анализа и объяснения учащимися, если учитель, показав демонстрации, задаст им вопрос о причине разрядки или неразрядки электрометра при смене знака электрического заряда цинковой пластины и при появлении стеклянной пластины на пути светового потока. Для демонстрации первого закона фотоэффекта следует отодвинуть (приблизить) источник света к цинковой пластине. Прекращение разрядки электрометра при внесении стеклянной пластины между электрометром и цинковой пластиной должно подвести учащихся к выводу о зависимости явления фотоэффекта от частоты электромагнитных волн. Этот факт уже не может быть объяснен с точки зрения волновой теории.

Дальнейшее изучение фотоэффекта может быть организовано по-разному: рассказ учителя, работа с учебником и пр. Очень важно провести анализ вольт-амперной характеристики, полученной Столетовым на установке, схема которой изображена на рисунке 146 учебника.

При объяснении домашнего задания следует обратить внимание учащихся на задание 170 из рабочей тетради — это задание на соответствие.

## **Урок 2/41. Фотон. Уравнение фотоэффекта**

**Вид деятельности учащихся:**

— применять уравнение Эйнштейна для фотоэффекта при решении задач;

- описывать явление фотоэффекта;
- анализировать законы фотоэффекта с позиций квантовой теории;
- объяснять принципиальное отличие фотона от других частиц;
- объяснять гипотезы Планка о квантовом характере излучения, Эйнштейна об испускании, распространении и поглощении света отдельными квантами;
- обосновывать эмпирический характер законов фотоэффекта и теоретический характер уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.

**Основной материал.** Гипотеза Планка о квантовом характере излучения. Энергия кванта. Постоянная Планка. Гипотеза Эйнштейна о квантовом характере процессов испускания, поглощения и распространения света. Фотон — квант электромагнитного излучения, реально существующая частица, обладающая энергией и импульсом. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Объяснение законов фотоэффекта, экспериментально установленных А. Г. Столетовым, с точки зрения фотонной теории света. Физический смысл красной границы фотоэффекта.

**Решение задач типа:** упражнение 33 (1, 2); Р. Т. задания 175—177.

**На дом.** § 39; Р. Т. задания 172—174, 178, примеры 1 и 2 на с. 79—80; объект из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При изложении нового материала очень важно показать учащимся, что новые идеи, новые теории, как правило, не возникают одномоментно. Идея Планка, высказанная им в 1900 г., была лишь частичной, и только в 1905 г. Эйнштейн увидел доказательство того, что свет не только излучается и поглощается квантами, но и существует в виде отдельных квантов — самостоятельных материальных частиц — фотонов.

Следует обратить внимание учащихся на тот факт, что уравнение Эйнштейна является законом

сохранения энергии, в которое входят как волновые величины, так и величины, характеризующие фотон как материальную частицу.

### **Урок 3/42. Решение задач**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- анализировать наблюдаемые явления и объяснять причины их возникновения;
- определять неизвестные величины в уравнении Эйнштейна для фотоэффекта;
- вычислять энергию и импульс фотона;
- решать комбинированные задачи по фотоэффекту, на уравнение Эйнштейна и законы фотоэффекта.

**Основной материал.** Вычисление энергии, массы и импульса фотона. Вычисление работы выхода и красной границы фотоэффекта, применение уравнения Эйнштейна.

**Решение задач типа:** упражнение 33 (4); Р. Т. задания 180, 182, 183, 187.

**На дом.** Упражнение 33 (3); Р. Т. задания 184—186.

### **Урок 4/43. Фотоэлементы.**

#### **Лабораторная работа «Изучение фотоэффекта»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать устройство и принцип действия вакуумного фотоэлемента;
- объяснять явления, наблюдаемые в природе и технике;
- исследовать зависимость силы тока в цепи фотоэлемента от его освещенности;
- наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности.

**Основной материал.** Практическое использование фотоэффекта. Фотоэлементы. Вакуумный фотоэлемент.

#### **Лабораторная работа.**

**На дом.** § 40; Р. Т. задание 188\*.

В начале урока проводится разбор задач домашнего задания. Завершается урок выполнением лабораторной работы, рассчитанной на 20 мин.

### **Урок 5/44. Фотоны и электромагнитные волны. Обобщение материала**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- вычислять длину волны де Бройля;
- обосновывать идею корпускулярно-волнового дуализма света и частиц вещества;
- объяснять роль опытов Лебедева и Вавилова как экспериментального подтверждения теории фотоэффекта;
- объяснять гипотезу де Бройля о волновых свойствах частиц;
- формулировать принцип дополнительности и соотношения неопределенностей;
- выступать с сообщениями и презентациями.

**Основной материал.** Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля о волновых свойствах частиц. Дифракция электронов на металлической пленке. Давление света. Соотношение неопределенностей. Принцип дополнительности.

**Демонстрации.** Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 190, пример 3 на с. 80.

**На дом.** § 41; Р. Т. задания 189, 191; тест № 6 из ЭФУ.

После объяснения нового материала и решения задач следует провести обобщение материала главы 6 с использованием таблиц, приведенных в разделе «Основное в главе 6».

В конце урока следует провести проверочную работу, рассчитанную на 15 мин. Можно использовать тренировочный тест 6 из рабочей тетради.

## Вариант 1

1. Как называется явление испускания электронов веществом под действием электромагнитных излучений?

- 1) электролиз
- 2) фотосинтез
- 3) фотоэффект
- 4) ионизация

2. Как изменится частота излучения, если энергию кванта увеличить в 2 раза?

- 1) уменьшится в 2 раза
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

3. Чему равна энергия фотона света с частотой  $\nu$ ?

- |               |                     |
|---------------|---------------------|
| 1) $h\nu c^2$ | 3) $h\nu$           |
| 2) $h\nu c$   | 4) $\frac{h\nu}{c}$ |

4. Как зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов от частоты электромагнитного излучения?

- А. Линейно возрастает с увеличением частоты.  
Б. Линейно убывает с увеличением частоты.  
В. Не зависит от частоты электромагнитного излучения.

Правильным является ответ

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) среди ответов А—В нет правильного

5. Какое из приведенных ниже уравнений определяет красную границу фотоэффекта?

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1) $\nu = \frac{E + A_{\text{ВЫХ}}}{h}$ | 3) $A_{\text{ВЫХ}} = E - h\nu$ |
| 2) $\nu = \frac{A_{\text{ВЫХ}}}{h}$     | 4) $E = h\nu - A_{\text{ВЫХ}}$ |

6. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из рубидия при его освещении светом с длиной волны 317 нм, равна  $2,84 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите работу выхода электронов из металла.

- 1)  $1,8 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 2)  $3,4 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 3)  $1,8 \cdot 10^{-15}$  Дж
- 4)  $3,4 \cdot 10^{-15}$  Дж

### Вариант 2

1. При освещении вакуумного фотоэлемента во внешней цепи, соединенной с его выводами, возникает электрический ток. Какое физическое явление обуславливает возникновение электрического тока?

- 1) электризация
- 2) ионизация
- 3) фотоэффект
- 4) фотосинтез

2. Как изменится частота излучения, если энергию кванта уменьшить в 3 раза?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) уменьшится в 9 раз
- 4) не изменится

3. Какая физическая величина определяется разностью  $h\nu - A_{\text{вых}}$ ?

- 1) задерживающее напряжение
- 2) красная граница фотоэффекта
- 3) максимальная кинетическая энергия электрона
- 4) импульс электрона

4. Как зависит максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов от длины волны электромагнитного излучения?

А. Линейно возрастает с увеличением длины волны.

Б. Линейно убывает с увеличением длины волны.  
В. Не зависит от длины волны.  
Правильным является ответ

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) среди ответов А—В нет правильного

5. Кинетическая энергия электронов, вылетевших с поверхности металлической пластины при ее освещении, зависит от:

А. интенсивности падающего света;  
Б. частоты падающего света;  
В. работы выхода электрона из металла.  
Правильным является ответ

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) Б и В
- 4) А, Б, В

6. Пластина из никеля освещается светом, энергия фотонов которого равна  $11,2 \cdot 10^{-19}$  Дж. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с энергией  $4 \cdot 10^{-19}$  Дж. Чему равна работа выхода электронов из никеля?

- 1)  $15,2 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 2)  $11,2 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 3)  $7,2 \cdot 10^{-19}$  Дж
- 4)  $4 \cdot 10^{-19}$  Дж

Ответы. В. 1. 1. 3. 2. 2. 3. 3. 4. 1. 5. 2. 6. 2.  
В. 2. 1. 3. 2. 1. 3. 3. 4. 2. 5. 3. 6. 3.



## Строение атома (5 ч)

Цель изучения данной темы — продолжить формирование у учащихся представления об особых свойствах поведения микрочастиц и закономерностях микромира. Теория Резерфорда—Бора о строении атома, определяющая поведение электронов на атомных орбитах, устойчивость атома, понятие дискретности величин в микромире, принципиально отличается от законов и выводов классической физики. Учащиеся при изучении строения атома должны в очередной раз убедиться в том, что любая физическая теория представляет собой модель реальных объектов, процессов, законов природы, имеющую границы применимости, за пределами которых этой моделью уже нельзя пользоваться.

Логика изложения учебного материала соответствует логике процесса научного познания. Подобное построение материала способствует пониманию учащимися значения и места того или иного элемента знания в системе физической теории, в частности, роли фундаментальных опытов (опыта Резерфорда, явившегося исходным фактом для построения теории атома, и опыта Франка и Герца, подтвердившего справедливость теории), постулатов Бора как центральной модели теории водородоподобного атома, теоретических следствий, объяснивших, в частности, спектральные закономерности, и практического применения данной теории — создание лазера.

### **Результаты обучения**

#### *На уровне запоминания*

##### *Называть:*

— понятия: модель атома Томсона, планетарная модель Резерфорда, модель Резерфорда—Бора; спек-

тры испускания и поглощения, спектральные закономерности, вынужденное (индуцированное) излучение;

- физический прибор: лазер;
- метод исследования: спектральный анализ.

*Воспроизводить:*

- постулаты Бора;
- формулу для определения частоты электромагнитного излучения при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое.

*Описывать:*

- опыт Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц;
- опыт Франка и Герца.

***На уровне понимания***

*Объяснять:*

- модели атома Томсона и Резерфорда;
- противоречия планетарной модели;
- смысл постулатов Бора и модели Резерфорда— Бора;
- механизм возникновения линейчатых спектров излучения и поглощения;
- схему установки опыта Франка и Герца и получаемую с ее помощью вольт-амперную зависимость;
- квантовый характер излучения при переходе электрона с одной орбиты на другую;
- механизм поглощения и излучения атомов;
- условия создания вынужденного излучения.

*Обосновывать:*

- фундаментальный характер опыта Резерфорда;
- роль опытов Франка и Герца как экспериментальное доказательство модели Резерфорда—Бора и подтверждение дискретного характера изменения внутренней энергии атома;
- эмпирический характер спектральных закономерностей.

*Приводить примеры:*

- практического применения лазеров.

***На уровне применения в типичных ситуациях***

***Уметь:***

— сравнивать и анализировать модели строения атома;

— определять неизвестные величины, используя формулу взаимосвязи энергии излученного или поглощенного кванта и разности энергий атома в различных стационарных состояниях.

***На уровне применения в нестандартных ситуациях***

***Обобщать:***

— полученные знания, используя либо логику процесса научного познания, либо структуру физической теории.

***Уметь оценивать результаты, полученные при решении задач и проблем:***

— при расчете энергии излученного или поглощенного фотона;

— при расчете частоты электромагнитного излучения (длины волны) атома при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое.

***Использовать:***

— понятие вынужденного излучения для объяснения принципа работы лазера и его практического применения;

— эмпирические и теоретические методы познания: наблюдение, эксперимент, анализ и синтез, обобщение, моделирование, аналогия, индукция.

**Поурочное планирование**

№ урока	Тема урока
1/45	Планетарная модель атома
2/46	Противоречия планетарной модели атома. Постулаты Бора
3/47	Испускание и поглощение света атомами. Спектры

№ урока	Тема урока
4/48	Лабораторная работа «Наблюдение линейчатых спектров». Лазеры
5/49	Кратковременная контрольная работа по теме «Строение атома»

### **Урок 1/45. Планетарная модель атома**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать опыт Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц;
- обосновывать фундаментальный характер опыта Резерфорда;
- описывать модели атома Томсона и Резерфорда;
- объяснять несовместимость планетарной модели положениями классической электродинамики;
- сравнивать модели строения атомов.

**Основной материал.** Модель атома Томсона и ее недостатки. Возможность объяснения некоторых физических явлений с помощью данной модели. Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Планетарная модель атома. Ядро атома. Равенство заряда ядра в нейтральном состоянии модулю суммарного заряда электронов в атоме. Несовместимость планетарной модели с положениями классической электродинамики.

**Демонстрации.** Таблицы: «Строение атома», «Схема опыта Резерфорда». Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 34 (1, 2\*); Р. Т. задания 194, 195.

**На дом.** § 42; упражнение 34 (3\*); Р. Т. задания 192, 193, 196.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При объяснении нового материала следует подчеркнуть, что модели Томсона и Резерфорда — лишь гипотезы строения атома, сменяющие друг друга.

Опыты Резерфорда показали несостоятельность модели атома Томсона, но и планетарная модель ато-

ма тоже несовершенна. Практическое применение знания о строении водородоподобного атома — создание лазера — является еще одним опытным подтверждением справедливости теории Резерфорда—Бора.

### **Урок 2/46. Противоречия планетарной модели атома. Постулаты Бора**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать опыты Франка и Герца;
- объяснять противоречия планетарной модели;
- описывать механизм поглощения и излучения атомов;
- формулировать постулаты Бора;
- вычислять частоту электромагнитного излучения при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое;
- обосновывать роль опытов Франка и Герца как экспериментальное доказательство модели Резерфорда—Бора и подтверждение дискретного характера изменения внутренней энергии атома.

**Основной материал.** Противоречия планетарной модели атома. Постулаты Бора. Энергия излученного или поглощенного атомом фотона. Модель Резерфорда—Бора. Опыты Франка и Герца. Границы применимости модели атома Резерфорда—Бора.

**Демонстрации.** Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 198, 199.

**На дом.** § 43; Р. Т. задания 197, 200; пример 1 на с. 91 рабочей тетради.

### **Урок 3/47. Испускание и поглощение света атомами. Спектры**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- объяснять механизм возникновения линейчатых спектров излучения и поглощения;
- обосновывать эмпирический характер спектральных закономерностей;
- приводить примеры практического применения спектрального анализа.

**Основной материал.** Теоретическое следствие теории Бора. Определение частоты электромагнитного

излучения атома водорода при переходе электрона из одного стационарного состояния в другое. Виды спектров. Спектральные закономерности. Серии спектров водорода. Спектральный анализ.

**Демонстрации.** Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 201, 202, 205.

**На дом.** § 44; Р. Т. задания 203, 204, 206.

#### **Урок 4/48. Лабораторная работа «Наблюдение линейчатых спектров». Лазеры**

**Вид деятельности учащихся:**

- измерять длину волны отдельных спектральных линий с помощью дифракционной решетки;
- наблюдать, измерять и делать выводы в процессе экспериментальной деятельности;
- формулировать условия создания вынужденного излучения;
- объяснять принцип работы лазера;
- приводить примеры практического применения лазеров.

**Лабораторная работа.**

**Основной материал.** Спонтанное и вынужденное (индуцированное) излучения. Создание вынужденного излучения. Устройство и принцип работы лазера. Практическое применение лазеров.

**Демонстрации.** Таблица «Лазер». Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 208, 209.

**На дом.** § 45; тест № 7 из ЭФУ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока проводится лабораторная работа, рассчитанная на 25 мин.

#### **Урок 5/49. Кратковременная контрольная работа по теме «Строение атома»**

**Вид деятельности учащихся:**

- обобщать полученные знания, используя обобщающие таблицы, представленные в разделе «Основное в главе 7»;

— применять полученные знания к решению задач.

**Основной материал.** Обобщение и повторение.

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 207.

**Кратковременная контрольная работа.**

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Повторение и обобщение материала по теме «Строение атома» проводится с использованием обобщающих таблиц, представленных в разделе «Основное в главе 7».

В конце урока следует провести кратковременную контрольную работу, рассчитанную на 15—20 мин. Можно использовать тренировочный тест 7 из рабочей тетради.

### **Вариант 1**

1. Кто из ученых экспериментально доказал существование атомного ядра?

- 1) Томсон
- 2) Бор
- 3) Резерфорд
- 4) Франк и Герц

2. Какие из приведенных ниже утверждений противоречат постулатам Бора?

А. В атоме электроны движутся по круговым орбитам и излучают при этом электромагнитные волны.

Б. Атом может находиться только в одном из стационарных состояний, в стационарных состояниях атом энергию не излучает.

В. При переходе из одного стационарного состояния в другое атом поглощает или излучает квант электромагнитного излучения.

Правильным является ответ

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) А и Б

3. На рисунке 21 представлена диаграмма энергетических уровней атома и возможные переходы электронов из одного стационарного состояния в другое. Какой переход соответствует случаю излучения фотона с максимальной энергией?

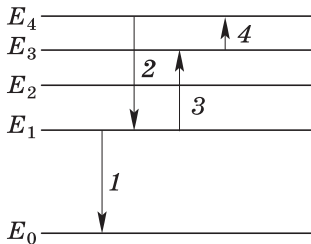


Рис. 21

- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

4. Атом водорода переходит из одного энергетического состояния в другое. Определите частоту излучения, если разность энергий атома в этих состояниях  $1,7 \text{ эВ}$ .

- 1)  $2,6 \cdot 10^{33} \text{ Гц}$   
 2)  $4,1 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$   
 3)  $2,43 \cdot 10^{-15} \text{ Гц}$   
 4)  $4,82 \cdot 10^{-14} \text{ Гц}$

5. В каком состоянии вещество может испускать линейчатый спектр излучения?

- 1) в твердом состоянии при высокой температуре  
 2) в жидком состоянии при высокой температуре  
 3) в газообразном состоянии при высокой температуре  
 4) в любом состоянии при высокой температуре

### Вариант 2

1. В опыте Резерфорда большая часть  $\alpha$ -частиц, падающих на тонкую золотую фольгу

- 1) поглощалась фольгой  
 2) свободно проходила через фольгу, практически не отклоняясь  
 3) отклонялась на  $90^\circ$   
 4) отклонялась на  $180^\circ$

2. Согласно постулатам Бора, частота электромагнитного излучения, возникающего при переходе



атома из возбужденного состояния с энергией  $E_1$  в основное состояние с энергией  $E_0$ , вычисляется по формуле

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| 1) $\frac{E_1 - E_0}{h}$ | 3) $\frac{ch}{E_1 - E_0}$ |
| 2) $\frac{E_1 + E_0}{h}$ | 4) $\frac{ch}{E_1 + E_0}$ |

3. На рисунке 22 представлена диаграмма энергетических уровней атома и возможные переходы электронов из одного стационарного состояния в другое. Какой переход соответствует случаю излучения фотона с минимальной энергией?

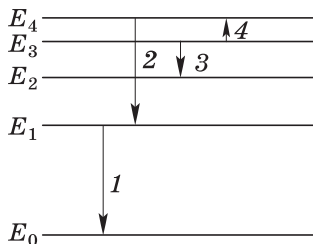


Рис. 22

- |      |      |
|------|------|
| 1) 1 | 3) 3 |
| 2) 2 | 4) 4 |

4. Для ионизации атома кислорода необходима энергия 14 эВ. Чему равна частота излучения, которое может вызвать ионизацию?

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1) $2,26 \cdot 10^{34}$ Гц | 3) $9,93 \cdot 10^{-33}$ Гц |
| 2) $3,4 \cdot 10^{15}$ Гц  | 4) $4,4 \cdot 10^{-35}$ Гц  |

5. При пропускании света через вещество наблюдается линейчатый спектр поглощения. В каком состоянии находилось это вещество?

- А. В твердом состоянии при высокой температуре.
- Б. В жидком состоянии при высокой температуре.
- В. В газообразном состоянии при высокой температуре.
- Г. В газообразном состоянии при низкой температуре.

Правильным является ответ

- |             |            |
|-------------|------------|
| 1) только А | 3) В и Г   |
| 2) только В | 4) А, Б, В |

Ответы. В. 1. 1. 3. 2. 4. 3. 1. 4. 2. 5. 3.  
 В. 2. 1. 2. 2. 1. 3. 3. 4. 2. 5. 3.

## Атомное ядро (10 ч)

Целью изучения данной темы является завершение формирования представления учащихся об особенностях явлений и процессов микромира. В данной теме наиболее ярко и очевидно можно проследить квантовый характер поведения микрочастиц. Расширяются представления о фундаментальных силах природы, о глубинных законах строения материи. Из курса физики основной школы учащимся известны понятия гравитационного и электромагнитного взаимодействия. При изучении данной темы они знакомятся с двумя новыми фундаментальными взаимодействиями: сильным и слабым.

Ядра атомов — это сложные системы, поведение составляющих их частиц — нуклонов — носит статистический, вероятностный характер, что приводит к новому пониманию причинно-следственных связей, отличных от классических. При изучении строения ядра перед учащимися открывается новый мир физических объектов — мир элементарных частиц.

Важную роль в изучении ядерной физики играют широкие возможности ее практического применения — в народном хозяйстве, медицине, энергетике.

### Результаты обучения

#### *На уровне запоминания*

##### *Называть:*

— понятия: радиоактивность, естественная и искусственная радиоактивность,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучение, протон, нейтрон, нуклон, зарядовое число, массовое число, изотоп, ядерные силы, энергия связи ядра, дефект массы, радиоактивный распад, период полу-

распада, ядерные реакции, цепная ядерная реакция, критическая масса урана, поглощенная доза излучения, элементарные частицы, фундаментальные взаимодействия, античастицы;

— физическую величину и ее условное обозначение: поглощенная доза излучения ( $D$ );

— единицу этой величины: Гр;

— модели: протонно-нейтронная модель ядра, капельная модель ядра;

— физические приборы и устройства: камера Вильсона, ускоритель, ядерный реактор, атомная электростанция.

#### *Воспроизводить:*

— определения понятий: радиоактивность, зарядовое и массовое числа, изотоп, ядерные силы, энергия связи ядра, дефект массы, радиоактивный распад, период полураспада, элементарные частицы;

— закон радиоактивного распада;

— формулы: дефекта массы, энергии связи ядра.

#### *Описывать:*

— опыты: открытие радиоактивности, определение состава радиоактивного излучения Резерфордом, открытие протона, открытие нейтрона;

— процесс деления ядра урана;

— схему ядерного реактора.

#### *На уровне понимания*

##### *Объяснять:*

— физические явления: радиоактивность, радиоактивный распад;

— природу  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения;

— характер ядерных сил;

— короткодействующий характер ядерных сил по сравнению с электромагнитными и гравитационными силами;

— причину возникновения дефекта массы;

— различие между  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадом;

— статистический, вероятностный характер радиоактивного распада;

— цепную ядерную реакцию;

— устройство и принцип действия ядерного реактора;

- назначение и принцип действия Токамака;
- классы элементарных частиц;
- фундаментальные взаимодействия, их виды и особенности;

- причину аннигиляции элементарных частиц.

**Обосновывать:**

- соответствие ядерных реакций законам сохранения электрического заряда и массового числа;
- зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа;
- причину поглощения или выделения энергии при ядерных реакциях;
- смысл принципа причинности в микромире;
- факт существования в микромире античастиц.

**Приводить примеры:**

- возможности использования радиоактивного метода;
- достоинств и недостатков ядерной энергетики;
- биологического действия радиоактивных излучений;
- экологических проблем ядерной физики.

**На уровне применения в типичных ситуациях**

**Уметь:**

- анализировать описываемые опыты и явления ядерной физики и объяснять причины их возникновения или следствия;
- определять неизвестные величины, используя законы: взаимосвязи массы и энергии, радиоактивного распада.

**Применять:**

- формулы для расчета дефекта массы, энергии связи ядра;
- знания, полученные при изучении темы, к анализу и объяснению явлений природы и техники.

**На уровне применения в нестандартных ситуациях**

**Уметь:**

- обобщать полученные знания на основе структуры физической теории;

— оценивать результаты, полученные при решении задач и проблем.

*Применять:*

— полученные знания для объяснения неизвестных ранее явлений и процессов.

*Использовать:*

— эмпирические (наблюдение и эксперимент) и теоретические (анализ, обобщение, моделирование, аналогия, индукция) методы познания в процессе решения различных задач и проблем.

## Пурочное планирование

№ урока	Тема урока
1/50	Состав атомного ядра
2/51	Энергия связи ядер
3/52	Закон радиоактивного распада
4/53	Ядерные реакции. Решение задач
5/54	Ядерные реакции
6/55	Энергия деления ядер урана
7/56	Энергия синтеза атомных ядер*. Биологическое действие радиоактивных излучений
8/57	Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия
9/58	Обобщение и повторение
10/59	Контрольная работа по теме «Элементы квантовой физики»

### Урок 1/50. Состав атомного ядра

**Вид деятельности учащихся:**

— описывать опыты: открытие радиоактивности, определение состава радиоактивного излучения, открытия протона и нейтрона;

— объяснять протонно-нейтронную модель ядра;

- анализировать свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучения;
- объяснять явление радиоактивности;
- систематизировать знания о физических величинах: зарядовое и массовое числа;
- устанавливать метапредметные связи физики и химии при изучении строения атомного ядра, изотопов.

**Основной материал.** Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Состав радиоактивного излучения. опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения. Свойства  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -излучения. Открытие протона. Устройство и принцип действия камеры Вильсона. Открытие нейтрона. Протонно-нейтронная модель ядра. Нуклоны. Характеристики ядра: зарядовое и массовое числа. Изотопы.

**Демонстрации.** Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 35 (1, 2); Р. Т. задания 212, 216—220.

**На дом.** § 46; упражнение 35 (3, 4); Р. Т. задания 210, 211, 213—215.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Поскольку часть материала данного параграфа учащимся уже известна из курса физики 9 класса (радиоактивность, опыты Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения, протонно-нейтронная модель ядра, изотопы), целесообразно его повторение построить, используя эвристический (частично-поисковый) метод обучения: задавая вопросы или ставя маленькие проблемы, решить которые ученики могут самостоятельно. Подобное построение урока облегчит работу с текстом достаточно большого параграфа и даст возможность сэкономить время для закрепления нового материала и решения задач.

### **Урок 2/51. Энергия связи ядер**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- давать определения понятий: ядерные силы, дефект массы, энергия связи ядра;

— объяснять характер ядерных сил и их свойства (отличие от гравитационных и электромагнитных сил);

— анализировать зависимость удельной энергии связи нуклона в ядре от массового числа;

— применять формулы для расчета дефекта массы, энергии связи ядра при решении задач.

**Основной материал.** Ядерные силы и их основные свойства. Энергия связи. Удельная энергия связи. Зависимость удельной энергии связи нуклонов в ядре от массового числа. Дефект массы. Расчет энергии связи.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 224, 225.

**На дом.** § 47; упражнение 36; Р. Т. задания 222, 223, пример 1 на с. 100.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При объяснении нового материала обратить внимание учащихся на график зависимости удельной энергии связи от массового числа (рис. 164 учебника) и провести его анализ.

Задачи на расчет энергии связи целесообразно решать коллективно и записывать на доске, анализируя каждый элемент формулы и каждое числовое значение.

### **Урок 3/52. Закон радиоактивного распада**

**Вид деятельности учащихся:**

— формулировать закон радиоактивного распада;

— объяснять различие между  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадом;

— объяснять статистический характер радиоактивного распада;

— обосновывать смысл принципа причинности в микромире.

**Основной материал.** Радиоактивный распад. Виды радиоактивного распада —  $\alpha$ - и  $\beta$ -распад. Открытие нейтрино. Период полураспада. Особенности принципа причинности в микромире. Закон радиоактивного распада. Радиоактивный метод.

**Демонстрации.** Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 37 (1, 3); Р. Т. задания 231—233.

На дом. § 48; упражнение 37 (2, 4); Р. Т. задания 226, 227, 230, пример 2 на с. 101.

### **Урок 4/53. Ядерные реакции.**

#### **Решение задач**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- классифицировать ядерные реакции;
- описывать устройство и принцип действия камеры Вильсона и ускорителей;
- обосновывать соответствие ядерных реакций законам сохранения электрического заряда и массового числа;
- объяснять причину поглощения или выделения энергии при ядерных реакциях.

**Основной материал.** Ядерные реакции. Типы ядерных реакций: реакция деления ядер урана, реакция синтеза легких ядер (термоядерная). Выполнение законов сохранения зарядового и массового чисел для ядерных реакций. Ускорители.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 236, 238, 240.

На дом. § 49 (п. 1); Р. Т. задания 237, 239, 241.

### **Урок 5/54. Ядерные реакции**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать капельную модель ядра;
- объяснять процесс деления ядра урана на медленных нейтронах;
- объяснять особенности реакции синтеза легких ядер и условия осуществления УТС.

**Основной материал.** Реакции деления ядер урана. Реакции на нейтронах. Трансурановые элементы. Реакции деления на медленных нейтронах. Капельная модель ядра. Реакция синтеза легких ядер.

**Демонстрации.** Объект из ЭФУ.

На дом. § 49 (п. 2, 3); Р. Т. задания 242, 244.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока проводится проверочная работа, рассчитанная на 20 мин (по материалу § 45—49 (п. 1)).



### Вариант 1

1.  $\beta$ -Излучение представляет собой

- 1) поток электронов
- 2) поток протонов
- 3) поток нейтронов
- 4) электромагнитное излучение

2. Какое из трех видов излучения —  $\alpha$ ,  $\beta$  или  $\gamma$  — обладает наименьшей проникающей способностью?

- 1)  $\alpha$
- 2)  $\beta$
- 3)  $\gamma$
- 4) проникающая способность всех видов излучения одинакова

3. Какова структура ядра  ${}_{50}^{122}\text{Sn}$ ?

- 1)  $p - 122; n - 172$
- 2)  $p - 122; n - 50$
- 3)  $p - 50; n - 122$
- 4)  $p - 50; n - 72$

4. Атомное ядро состоит из  $Z$  протонов и  $N$  нейтронов. Масса протона  $mp$ , масса нейтрона  $mn$ . Какое из приведенных ниже условий выполняется для массы ядра  $m_{\text{я}}$ ?

- А.  $m_{\text{я}} = Zmp + Nmn$ .
- Б.  $m_{\text{я}} < Zmp + Nmn$ .
- В.  $m_{\text{я}} > Zmp + Nmn$ .

Правильным является ответ

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) возможен любой вариант

5. Ядро изотопа тория  ${}_{90}^{228}\text{Th}$  претерпевает три последовательных  $\alpha$ -распада. В результате получится ядро

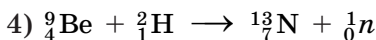
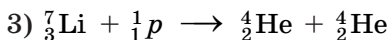
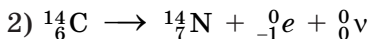
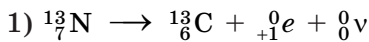
- 1) полония  ${}_{84}^{216}\text{Po}$
- 2) кюрия  ${}_{96}^{240}\text{Cm}$
- 3) платины  ${}_{78}^{196}\text{Pt}$
- 4) урана  ${}_{92}^{233}\text{U}$

6. При  $\beta$ -распаде поток электронов вылетает из

- А. электронных оболочек атома;
- Б. атомного ядра.



5. Какое уравнение противоречит закону сохранения заряда для ядерных реакций?



6. Изотопы отличаются друг от друга числом ... в ядре.

1) электронов

2) протонов

3) нейтронов

4) протонов и нейтронов

7. Период полураспада изотопа натрия  ${}^{22}_{11}\text{Na}$  равен 2,6 года. Если изначально было 104 г изотопа, то сколько его будет через 5,2 года?

1) 13 г

2) 26 г

3) 39 г

4) 52 г

8. Ядро тория  ${}^{230}_{90}\text{Th}$  превратилось в ядро радия  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ . Какую частицу испустило при этом ядро тория?

1) нейтрон

3)  $\alpha$ -частицу

2) протон

4)  $\beta$ -частицу

Ответы. В. 1. 1. 1. 2. 1. 3. 4. 4. 2. 5. 1. 6. 2. 7. 4. 8. 3.

В. 2. 1. 4. 2. 3. 3. 1. 4. 2. 5. 4. 6. 3. 7. 2. 8. 3.

## Урок 6/55. Энергия деления ядер урана

Вид деятельности учащихся:

— давать определения понятий: критическая масса, коэффициент размножения нейтронов;

— описывать цепную ядерную реакцию;

— объяснять устройство и принцип действия ядерного реактора.

**Основной материал.** Цепная реакция деления ядер урана. Критическая масса. Управляемая и неуправляемая ядерная реакция деления. Ядерный реактор. Коэффициент размножения нейтронов. Ядерная энергетика. Атомные электростанции и их преимущества перед другими типами электростанций.

**Демонстрации.** Таблицы: «Цепная реакция», «Ядерный реактор». Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 243.

**На дом.** § 50.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

На данном уроке можно предложить некоторым учащимся подготовить к следующему уроку небольшие сообщения на тему: «Роль ядерной энергетики в современных экономических условиях», «История развития ядерной энергетики», «Экологические проблемы ядерной энергетики» и др.

### **Урок 7/56. Энергия синтеза атомных ядер\*.**

#### **Биологическое действие радиоактивных излучений**

**Вид деятельности учащихся:**

— систематизировать знания о физических величинах: поглощенная доза излучения, коэффициент относительной биологической активности;

— анализировать проблемы создания УТС;

— объяснять назначение и принцип действия Токамака;

— объяснять биологическое действие радиоактивного излучения;

— анализировать достоинства и недостатки ядерной энергетики;

— приводить примеры биологического действия радиоактивных излучений;

— устанавливать межпредметные связи физики и биологии при обсуждении экологических проблем ядерной физики.

**Основной материал.** Управляемые термоядерные реакции\*. Токамак — установка для создания управляемой термоядерной реакции\*. Принцип действия Токамака\*. Биологическое действие радиоактивных излучений. Доза излучения. Коэффициент относительной биологической активности.

**На дом.** § 51, дополнительный материал на с. 248—249; Р. Т. задания 244, 245.

## **Урок 8/57. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия**

### **Вид деятельности учащихся:**

- давать определения понятий: элементарные частицы, фундаментальные взаимодействия;
- классифицировать элементарные частицы;
- описывать фундаментальные взаимодействия, их виды и особенности;
- объяснять причину аннигиляции элементарных частиц;
- обосновывать факт существования античастиц.

**Основной материал.** Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия: сильное, электромагнитное, слабое, гравитационное. Античастицы. Аннигиляция элементарных частиц. Классы элементарных частиц\*.

**На дом.** § 52; повторить § 45—51; Р. Т. задания 246, 247.

## **Урок 9/58. Обобщение и повторение**

### **Вид деятельности учащихся:**

- обобщать полученные знания, используя обобщающие таблицы, представленные в разделе «Основное в главе 8»;
- объяснять неизвестные ранее явления и процессы.

**Основной материал.** Повторение и обобщение материала по теме «Атомное ядро».

**На дом.** Тест № 8 из ЭФУ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Обобщение материала темы проводится с использованием таблиц, представленных в разделе «Основное в главе 8».

## **Урок 10/59. Контрольная работа по теме «Элементы квантовой физики»**

### **Вид деятельности учащихся:**

- применять полученные знания к решению задач.

Можно использовать тренировочный тест 8 из рабочей тетради.

### Вариант 1

1. Красная граница фотоэффекта для металла соответствует  $3 \cdot 10^{14}$  Гц. Чему равна работа выхода для этого металла и кинетическая энергия фотоэлектронов, если на металл падает свет частотой  $3 \cdot 10^{14}$  Гц?

2. Определите удельную энергию связи нуклонов в ядре кислорода  $^{16}_8\text{O}$ . Масса ядра кислорода равна  $26,5595 \cdot 10^{-27}$  кг.

3. За 8 дней активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза. Чему равен период полураспада этого элемента?

### Вариант 2

1. Максимальная энергия фотоэлектронов, вылетающих из рубидия при его освещении ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 317 нм, равна  $2,84 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите работу выхода и красную границу фотоэффекта для рубидия.

2. При переходе электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией  $4,04 \cdot 10^{-19}$  Дж. Чему равна длина волны этой линии спектра?

3. При бомбардировке ядер изотопа  $^{10}_5\text{B}$  нейтронами из образовавшегося ядра выбрасывается  $\alpha$ -частица. Запишите уравнение этой реакции.

*Ответы.* В. 1. 1.  $A_{\text{вых}} \approx 2 \cdot 10^{-19}$  Дж  $\approx 1,25$  эВ;  $E_{\text{к}} = 0$ .

2.  $E_{\text{уд}} = 1,24 \cdot 10^{-12}$  Дж/нуклон. 3.  $T = 4$  дня.

В. 2. 1.  $A_{\text{вых}} \approx 3,4 \cdot 10^{-19}$  Дж  $\approx 2,13$  эВ;  $v_{\text{min}} = 5,1 \cdot 10^{14}$  Гц. 2.  $\lambda = 0,49$  мкм. 3.  $^{10}_5\text{B} + {}^1_0n \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^7_3\text{Li}$ .

# **Астрофизика (8 ч)**

---

## **Элементы астрофизики (8 ч)**

Цель изучения данной темы — сформировать у учащихся представления о строении и эволюции Вселенной, о физической природе тел, которые ее заполняют, о возможности объяснения природы небесных тел и Вселенной на основе известных законов физики.

При изучении темы последовательно формируются представления о физической природе Солнечной системы, Солнца, как ближайшей к нам звезды, звездах, Млечном Пути, галактиках и Вселенной в целом. Основой изучения небесных тел являются наблюдения как в оптическом, так и в радио-, рентгеновском и гамма-диапазоне длин волн в крупнейшие наземные и космические телескопы. Важно, чтобы учащиеся поняли, что из-за невозможности напрямую исследовать внутреннее строение небесных тел и проследить их эволюцию во времени и пространстве ученые используют следствия из физических моделей этих тел, чтобы узнать их внутреннее строение и эволюцию. Акцент делается на описании наблюдаемых характеристик небесных тел, их взаимосвязи, и на основе этих наблюдений строятся и анализируются модели тел. Следует отметить, что успешное применение физических законов для объяснения природы небесных тел позволяет с научных позиций подойти к современным представлениям о строении и эволюции такого уникального астрономического объекта, как Вселенная. На основе такого подхода удастся проследить тенденции в развитии современной физики и естественно-научной картины мира.

## **Результаты обучения**

### ***На уровне запоминания***

#### ***Называть:***

- физические величины и их условные обозначения: расстояние до небесных тел ( $r$ ), солнечная постоянная ( $E_{\odot}$ ), светимость ( $L$ );
- единицы измерения расстояний: астрономическая единица, парсек, метр, световой год;
- планеты Солнечной системы;
- состав солнечной атмосферы;
- группы звезд: главной последовательности, красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды, черная дыра;
- типы галактик;
- спектральные классы звезд;
- квазары, активные галактики;
- источник энергии Солнца и звезд.

#### ***Воспроизводить:***

- порядок расположения планет в Солнечной системе;
- определения понятий: световой год, парсек, освещенность, солнечная постоянная;
- зависимость цвета звезды от ее температуры;
- явление разбегания галактик;
- закон Хаббла;
- масштабную структуру Вселенной.

#### ***Описывать:***

- явления метеора и метеорита;
- грануляцию и пятна на поверхности Солнца;
- основные типы звезд;
- спектральные классы звезд;
- конечные этапы эволюции звезд;
- вид Млечного Пути;
- расширение Вселенной;
- модель «горячей Вселенной»;
- типы галактик.

### ***На уровне понимания***

#### ***Приводить примеры:***

- небесных тел, входящих в состав Вселенной, Солнечной системы;



- явлений, наблюдаемых на поверхности Солнца;
- взаимосвязи основных характеристик звезд;
- различных типов галактик;
- роли фундаментальных взаимодействий в различных объектах Вселенной;
- роли фундаментальных постоянных в объяснении природы явлений в различных масштабах Вселенной.

*Объяснять:*

- происхождение метеоров;
- темный цвет солнечных пятен;
- высокую температуру в недрах Солнца.

*Оценивать:*

- температуру звезд по их цвету;
- светимость звезды по освещенности, которую она создает на Земле, и расстоянию до нее;
- массу Галактики по скорости движения Солнца вокруг ее центра.

***На уровне применения в типичных ситуациях***

*Уметь:*

- описывать: основные типы небесных тел и явлений во Вселенной, основные объекты Солнечной системы, Млечного Пути и галактики, диаграмму «спектральный класс — светимость», основные этапы эволюции Солнца, основные отличия планет-гигантов от планет земной группы;
- обосновывать модель «горячей Вселенной».

*Применять:*

- уравнения термоядерных реакций для объяснения условий в центре Солнца и звезд;
- закон Хаббла для определения расстояний до галактик по их скорости удаления.

*Оценивать:*

- возраст звездного скопления по диаграмме «спектральный класс — светимость»;
- возраст и радиус Вселенной по закону Хаббла.

## *На уровне применения в нестандартных ситуациях*

### *Обобщать:*

— знания о физических различиях планет, звезд и галактик, о проявлении фундаментальных взаимодействий в различных масштабах Вселенной, о месте человека во Вселенной, о роли астрономии в современной естественно-научной картине мира.

### *Сравнивать:*

- размеры небесных тел;
- температуры звезд разного цвета;
- этапы эволюции звезд разной массы.

### *Применять:*

— полученные знания для объяснения неизвестных ранее небесных явлений и процессов.

## **Поурочное планирование**

№ урока	Тема урока
1/60	Солнечная система
2/61	Внутреннее строение Солнца
3/62	Звезды
4/63	Млечный Путь — наша Галактика
5/64	Галактики
6/65	Вселенная. Космология*
7/66	Применимость законов физики для объяснения природы небесных тел
8/67	Контрольная работа по теме «Элементы астрофизики»

### **Урок 1/60. Солнечная система**

#### **Вид деятельности учащихся:**

- называть порядок расположения планет в Солнечной системе;
- описывать состав солнечной атмосферы;
- описывать явление метеора и метеорита;

— объяснять происхождение метеоров, темный цвет солнечных пятен;

— описывать вид солнечной поверхности, грануляцию и пятна на поверхности Солнца;

— приводить примеры явлений, наблюдаемых на поверхности Солнца.

**Основной материал.** Строение Солнечной системы и ее состав: Солнце, планеты земной группы, планеты-гиганты, планеты-карлики, астероиды, кометы, метеоры и метеориты. Строение солнечной атмосферы: фотосфера, грануляция, пятна, вспышки, корона. Солнечный ветер. Солнечная активность.

**Демонстрации.** Слайды или фотографии планет Марса, Юпитера и Сатурна, астероидов и комет, Солнца, солнечной короны, фотосферы в различных лучах. [Эл. П.<sup>1</sup> презентации: 14, 15, 18, 19, 21.] Объекты из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 258, 263.

**На дом.** § 53; упражнение 39 (3); Р. Т. задания 251, 254, 257, 262.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока необходимо вспомнить знания о Солнечной системе, которые известны учащимся из курсов физики, природоведения и естествознания. По фотографии спектра Солнца (рис. VII на форзаце учебника) показать наличие линий поглощения и непрерывного спектра, по которому мы можем судить не только о температуре, но и о химическом составе Солнца. Следует отметить, что именно при изучении спектральных линий в солнечном спектре химический элемент гелий был вначале открыт на Солнце и только потом, почти через 20 лет, в земной лаборатории.

Внимание учащихся следует обратить на то, что в настоящее время планеты, их спутники, астероиды и кометы активно исследуются с помощью космических аппаратов, а физические процессы на поверх-

---

<sup>1</sup> Буквами «Эл. П.» обозначено электронное пособие: Гомулина Н. Н., Сурдин В. Г. Уроки открытого колледжа. Астрономия. — М.: Физикон, 2004. [www.physicon.ru](http://www.physicon.ru)

ности Солнца изучают с помощью космических телескопов, позволяющих видеть Солнце, в инфракрасных, ультрафиолетовых, рентгеновских и  $\gamma$ -лучах.

На уроке следует рассмотреть пример 2 на с. 114 рабочей тетради.

## **Урок 2/61. Внутреннее строение Солнца**

### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать источник энергии Солнца;
- объяснять механизм передачи энергии в недрах Солнца;
- устанавливать метапредметные связи физики и химии при объяснении процессов, происходящих в недрах Солнца.

**Основной материал.** Источник энергии Солнца и звезд. Внутреннее строение Солнца. Условие равновесия в Солнце. Температура в центре Солнца. Перенос энергии из центра Солнца наружу. Солнечные нейтрино. Превращения при реакции синтеза гелия из водорода на Солнце.

**Демонстрации.** Внутреннее строение Солнца (по рис. 181 учебника). Превращения при реакции синтеза гелия из водорода на Солнце. [Эл. П. презентация 20.] Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задание 261.

**На дом.** § 54; упражнение 40; Р. Т. задания 259, 260.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

При описании внутреннего строения Солнца следует добиться понимания учащимися того, что заглянуть внутрь Солнца с помощью оптических приборов не удастся, мы видим излучение, которое выходит из тонкого внешнего слоя — фотосферы. Все виды излучений, образующихся в более глубоких слоях Солнца, поглощаются вышележащими слоями по их пути наружу. Поэтому представления о строении Солнца получаются на основе построения теоретических моделей, используя известные законы физики.

Следует обратить внимание учащихся на то, что образуется элементарная частица — нейтрино в процессе термоядерных реакций. Нейтрино свободно, не поглощаясь веществом, покидают поверхность Солнца и достигают Земли. Именно наблюдения солнечных нейтрино подтвердили правильность теоретических моделей строения Солнца как звезды. Расчет времени жизни Солнца позволит учащимся почувствовать те временные масштабы, с которыми имеют дело астрономы, изучая Солнце и звезды.

На уроке следует рассмотреть пример 3 на с. 115 рабочей тетради.

### **Урок 3/62. Звезды**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— анализировать зависимость цвета звезды от ее температуры;

— сравнивать группы звезд: звезды главной последовательности, красные гиганты, белые карлики, нейтронные звезды;

— описывать основные типы и спектральные классы звезд;

— описывать внутреннее строение звезд;

— классифицировать основные этапы эволюции звезд;

— описывать современные представления о происхождении Солнца и звезд;

— оценивать температуру звезд по их цвету;

— оценивать светимость звезды по освещенности, которую она создает на Земле, и расстоянию до нее.

**Основной материал.** Основные характеристики звезд: освещенность, светимость, цвет, температура, спектральный класс. Диаграмма «спектральный класс — светимость». Звезды главной последовательности, красные гиганты, сверхгиганты, белые карлики. Зависимость «масса — светимость» для звезд главной последовательности. Внутреннее строение звезд. Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд. Этапы жизни звезд: протозвезды, сверхновые звезды, нейтронные звезды, черные дыры. Возраст звездных скоплений.

**Демонстрации.** Схема строения сверхгигантов, фотографии туманности Ориона и Конская Голова. [Эл. П. презентации: 24, 25, 27, 31.] Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 265, 272, 273.

**На дом.** § 55; Р. Т. задания 264, 266, 267, 269, 275, 277.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Обсуждая характеристики звезд, следует отметить, что определение светимости требует знания расстояния до звезды и освещенности, создаваемой ею. Важная характеристика звезды — спектральный класс определяется по цвету и наличию спектральных линий химических элементов в ее спектре. Для запоминания последовательности спектральных классов стоит привести мнемоническое выражение, первые буквы слов которого соответствуют спектральному классу: **Oh Be A Fine Girl Kiss Me**.

Особенно подробно стоит остановиться на обсуждении диаграммы «спектральный класс — светимость» (рис. 182 в учебнике), рассматривая свойства звезд главной последовательности, красных гигантов, сверхгигантов и белых карликов. Следует отметить, что в ядрах звезд главной последовательности протекают термоядерные реакции синтеза гелия из водорода; у красных гигантов и сверхгигантов в слоевых источниках идут реакции синтеза с образованием тяжелых элементов — углерода, азота, кремния и вплоть до железа; белые карлики — конечные стадии эволюции звезд типа Солнца, у которых исчерпаны источники ядерной энергии. Так как запасы ядерной энергии пропорциональны массе звезд  $M$ , а их исчерпание определяется светимостью  $L \sim M^4$ , то время жизни звезды — время, за которое она исчерпает свои запасы ядерной энергии:  $t \sim \frac{M}{L} \sim \frac{1}{M^3}$ , т. е. у более массивных звезд время жизни меньше. Поэтому следует более подробно остановиться на таблице 38 учебника.

Об эволюции Солнца стоит рассказать подробнее, а для звезд большей массы можно ограничиться упоминанием, что их конечными стадиями эволюции могут быть нейтронные звезды или черные дыры.

## **Урок 4/63. Млечный Путь — наша Галактика**

### **Вид деятельности учащихся:**

- описывать основные объекты Млечного Пути;
- описывать структуру и строение Галактики;
- оценивать массу Галактики по скорости движения Солнца вокруг ее центра.

**Основной материал.** Наблюдения Млечного Пути. Спиральная структура Галактики, распределение звезд, газа и пыли. Положение и движение Солнца в Галактике. Число звезд и масса Галактики. Плоская и сферическая подсистемы Галактики.

**Демонстрации.** Фотография Млечного Пути (рис. X на форзаце учебника) и схема его строения (рис. 183 учебника). Спиральные галактики Водоворот и Сомбреро (рис. 184 учебника). [Эл. П. презентация 28.] Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** Р. Т. задания 268, 276.

**На дом.** § 56; упражнение 41; Р. Т. задания 270, 271, 274.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Рассказывая о Млечном Пути, желательно напомнить легенды, объяснявшие его природу. Следует остановиться на телескопических наблюдениях Галилея, которые доказали звездную природу Млечного Пути. Подробно пояснить роль поглощения газом и пылью, объясняющее наличие темных областей в Млечном Пути, которые распределены вдоль галактического экватора и скрывают его центр.

Следует провести подробный расчет массы Галактики на основе данных о скорости движения Солнца вокруг его центра. Описание свойств плоской и сферической подсистем Галактики можно провести, сравнивая Млечный Путь с другими галактиками.

## **Урок 5/64. Галактики**

### **Вид деятельности учащихся:**

- приводить примеры различных типов галактик;
- описывать основные типы галактик.

**Основной материал.** Типы галактик: эллиптические, спиральные, спиральные с перемычками, неправильные, активные, взаимодействующие галактики. Радиогалактики и квазары. Черные дыры в ядрах галактик. Массивные черные дыры в ядрах галактик как источники активности галактик и квазаров.

**Демонстрации.** Фотографии галактик различных типов (рис. 185—188 учебника), туманности Андромеды (рис. XI на форзаце учебника). [Эл. П. презентации: 29, 31.] Объект из ЭФУ.

**Решение задач типа:** упражнение 42 (1, 3); Р. Т. задание 278.

**На дом.** § 57; упражнение 42 (2); Р. Т. задание 279.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Урок должен носить описательный характер с показом фотографий различных типов галактик. Следует отметить, что галактики были открыты только в 20-х гг. XX в., когда удалось определить расстояния до некоторых из них. Комментируя фотографии галактик, следует обратить внимание на то, что именно вращение галактик определяет их форму: спиральные галактики вращаются, а эллиптические — нет. В эллиптических галактиках отсутствует газ и пыль, в то время как в спиральных и неправильных галактиках из газа и пыли образуются молодые горячие звезды. Эллиптические галактики состоят из старых звезд, в них не идет процесс звездообразования.

### **Урок 6/65. Вселенная. Космология\***

#### **Вид деятельности учащихся:**

- объяснять явление разбегания галактик;
- формулировать закон Хаббла;
- описывать расширение Вселенной;
- обосновывать модель «горячей Вселенной»;
- применять закон Хаббла для определения расстояний до галактик по их скорости удаления;
- оценивать возраст и радиус Вселенной по закону Хаббла.



**Основной материал.** Расширение Вселенной. Закон Хаббла. Разбегание галактик. Возраст и радиус Вселенной, теория Большого взрыва. Модель «горячей Вселенной». Реликтовое излучение. Ньютон и проблемы классической космологии\*. Релятивистская космология — теория расширяющейся Вселенной\*.

**Демонстрации.** Расширение Вселенной. [Эл. П. презентации: 29—31.]

**Решение задач типа:** упражнение 43 (2); Р. Т. задание 280.

**На дом.** § 58, дополнительный материал на с. 288—291; упражнение 43 (1); Р. Т. задание 281.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Материал этого урока довольно труден для понимания учащимися, так как требует не только знаний, но и образного мышления. Дело в том, что Вселенная — это уникальный объект, который не с чем сравнивать. Изучая звезды, планеты, галактики, строя их модели, всегда можно сравнить свои представления о них по наблюдениям большого количества других, схожих с ними объектов. Представления о Вселенной мы не можем сравнить с другими Вселенными, которых не существует.

Следует подчеркнуть, что за простотой закона, полученного Хабблом, кроется глубокий смысл, так как он позволяет рассчитать глобальные масштабы Вселенной как в пространстве, так и во времени, т. е. оценить такие параметры, как возраст и радиус Вселенной (максимальный известный масштаб). У учащихся обязательно возникнут вопросы: а что было до «начала» Вселенной, что находится за пределами видимого радиуса Вселенной. При ответе следует сказать, что современная наука пока не позволяет ответить на эти вопросы. При этом следует обратить внимание учащихся на то, что наблюдения и теоретические представления о расширении Вселенной позволили предсказать необходимость существования высоких температур вещества на ранних стадиях эволюции Вселенной и как следствие — существование реликтового излучения с температурой

2, 7 К, заполняющего Вселенную в настоящее время. Его обнаружение было блестящим подтверждением теории Большого взрыва — теории, основанной на известных законах физики.

### **Урок 7/66. Применимость законов физики для объяснения природы небесных тел**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— объяснять роль астрономии в познании природы;

— приводить примеры физических законов, на основе которых объясняют природу небесных тел;

— приводить примеры наблюдений, подтверждающих теоретические представления о протекании термоядерных реакций в ядре Солнца;

— объяснять различие астрономических исследований от физических;

— выступить с докладами и презентациями.

**Основной материал.** Роль астрономии в познании природы. Применение законов физики для объяснения природы небесных тел. Естественно-научная картина мира. Масштабная структура Вселенной. Метагалактика. Релятивистская теория тяготения. Фундаментальные постоянные и взаимодействия, их роль в различных масштабах Вселенной. «Теория Всего».

**Демонстрации.** Таблица 39 учебника. [Эл. П. презентации: 1, 30, 31, 33.]

**Решение задач типа:** упражнение 44 (1, 2).

**На дом.** § 59; упражнение 44 (3\*); тест № 9 из ЭФУ.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Следует обратить внимание учащихся на то, что всю информацию о природе небесных тел мы получаем из наблюдения излучений, приходящих от них. Мы не можем ставить опыты над небесными телами, чтобы проверить наши представления о них. Космические исследования планет и других тел Солнечной системы подтвердили правильность наших представлений о них, полученных при астрономических наблюдениях. Часто астрономия имеет дело с небес-

ными телами и явлениями, физические условия в которых нельзя смоделировать на Земле в лабораториях, поэтому ученым приходится делать далеко идущие экстраполяции известных законов физики. Во многих случаях астрономия стимулировала развитие новых физических теорий.

Всем своим историческим развитием астрономия доказала свою фундаментальную роль в построении современной естественно-научной картины мира. Именно астрономия поставила проблему поиска жизни во Вселенной и разрабатывает и применяет методы поиска и связи с внеземными цивилизациями.

При обсуждении масштабной структуры Вселенной следует обратить внимание на роль фундаментальных взаимодействий, имеющих определяющую роль в различных масштабах Вселенной. Если в микромире определяющими являются сильные и слабые взаимодействия, то в больших, астрономических масштабах основную роль играет гравитационное взаимодействие. Астрономия дает четкие указания на то, что при исследовании начальных стадий эволюции Вселенной, когда ее размеры были  $\ll 10^{16}$  м, необходимо развитие новой теории, объединяющей все четыре фундаментальных взаимодействия. Таким образом, будущая теория, правильно описывающая все этапы эволюции Вселенной, должна совмещать в себе релятивистскую теорию тяготения (общую теорию относительности) и квантовую теорию. Эта универсальная теория — «Теория Всего» еще ждет своего открытия, и роль астрономии в развитии этой теории будет определяющей.

### **Урок 8/67. Контрольная работа по теме «Элементы астрофизики»**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— обобщать знания о физических различиях планет, звезд и галактик, о проявлении фундаментальных взаимодействий в различных масштабах Вселенной;

— применять полученные знания к решению задач.

**Основной материал.** Краткий обзор небесных тел и строения Вселенной, с которыми учащиеся познакомились при изучении темы.

**Демонстрации.** Слайды фотографий планет Солнечной системы, комет, астероидов, звездных скоплений (Плеяды, М13), галактик (туманность Андромеды, Водоворот, Сомбреро). [Эл. П. презентации: 14, 15, 18, 27, 29.]

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В начале урока целесообразно провести в течение 10—15 мин краткий иллюстрированный обзор небесных тел, с которыми учащиеся познакомились при изучении темы «Элементы астрофизики». Затем проводится контрольная работа, рассчитанная на 25—30 мин.

Можно использовать тренировочный тест 9 из рабочей тетради.

#### **Вариант 1**

1. Какие планеты относятся к планетам-гигантам?
2. Какой эффект объясняет высокую температуру у поверхности Венеры?
3. Как по освещенности  $E$  и расстоянию до звезды  $r$  определить ее светимость  $L$ ?
4. Чему равна светимость Солнца?
5. Солнце имеет желтый цвет, а Сириус ( $\alpha$  Ориона) — белый. Какая из этих звезд имеет большую температуру?
6. Звезды какого спектрального класса — В или К — горячее?
7. Какие звезды главной последовательности обладают большей светимостью — массивные или менее массивные?
8. Чем объясняют наблюдаемое разбегание галактик?
9. Какое фундаментальное взаимодействие определяет основную природу звездных скоплений и галактик?

## Вариант 2

1. По каким наблюдениям узнали, из каких химических элементов состоит Солнце?
2. Что подтвердило наблюдение потока нейтрино от Солнца?
3. Почему солнечные пятна выглядят черными?
4. Звезды главной последовательности какого спектрального класса — О или К — имеют большую светимость?
5. Термоядерный синтез какого химического элемента обеспечивает энергией звезды, принадлежащие к главной последовательности?
6. Звезды какого спектрального класса живут меньше — В или G?
7. Какой звездой станет Солнце в конце своей эволюции, исчерпав свои источники ядерной энергии?
8. Где сконцентрированы газ и пыль в Млечном Пути?
9. Какие наблюдения указывают на то, что Вселенная расширяется?

*Ответы.* **В. 1. 1.** Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. **2.** Парниковый эффект. **3.**  $L = 4\pi r^2 E$ . **4.**  $L = 4 \cdot 10^{26}$  Вт. **5.** Сириус имеет более высокую температуру. **6.** Звезды спектрального класса В горячее. **7.** Массивные звезды обладают большей светимостью, чем менее массивные. **8.** Расширением Вселенной. **9.** Гравитационное.

**В. 2. 1.** По наблюдениям спектральных линий в спектре излучения Солнца. **2.** Протекание термоядерных реакций синтеза гелия из водорода в центре Солнца. **3.** Пятна на 1500 К холоднее, и на фоне яркой фотосферы с температурой 6000 К кажутся нам темными. **4.** Звезды спектрального класса О имеют большую светимость. **5.** Синтез гелия из водорода. **6.** Более массивные звезды спект-

рального класса В живут меньше. 7. Белым карликом. 8. Газ и пыль сконцентрированы в плоскости галактического экватора (средней полосы, вдоль которой вытянут Млечный Путь). 9. Наблюдаемое разбегание галактик, открытое Хабблом.

### **Уроки 1/68—3/70. Повторение и обобщение**

#### **Вид деятельности учащихся:**

— выступать с сообщениями, докладами, презентациями, проектами.

#### РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Проведение этих уроков учитель планирует по своему усмотрению.

# Приложения

---

## Поурочно-тематическое планирование (175 ч, 5 ч в неделю)

### Электродинамика (103 ч)

#### Постоянный электрический ток (30 ч)

**Урок 1/1.** Вводное занятие.

**Урок 2/2.** Исторические предпосылки учения о постоянном электрическом токе.

**Урок 3/3.** Условия существования электрического тока.

**Урок 4/4.** Электродвижущая сила.

**Урок 5/5.** Стационарное электрическое поле.

**Урок 6/6.** Электрический ток в металлах.

**Урок 7/7.** Зависимость сопротивления металлического проводника от температуры.

**Урок 8/8.** Решение задач.

**Урок 9/9.** Электрический ток в растворах и расплавах электролитов.

**Урок 10/10.** Электрический ток в вакууме.

**Урок 11/11.** Электрический ток в газах.

**Урок 12/12.** Электрический ток в полупроводниках.

**Урок 13/13.** Закон Ома для полной цепи.

**Урок 14/14.** Решение задач.

**Урок 15/15.** Соединения проводников.

**Урок 16/16.** Решение задач.

**Урок 17/17.** Лабораторная работа № 1 «*Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока*».

**Урок 18/18.** Решение задач. Лабораторная работа № 2 «Измерение электрического сопротивления с помощью омметра».

**Урок 19/19.** Электронагревательные приборы. Закон Джоуля—Ленца.

**Урок 20/20.** Применение электропроводности жидкости.

**Урок 21/21.** Лабораторная работа № 3 «Определение элементарного заряда».

**Урок 22/22.** Решение задач.

**Урок 23/23.** Применение вакуумных приборов.

**Урок 24/24.** Применение газовых разрядов.

**Урок 25/25.** Применение полупроводников.

**Урок 26/26.** Лабораторная работа № 4 «Изучение терморезистора».

**Урок 27/27.** Повторительно-обобщающий урок по постоянному электрическому току.

**Уроки 28/28—29/29.** Контрольная работа по теме «Постоянный электрический ток».

**Урок 30/30.** Анализ результатов контрольной работы.

## **Взаимосвязь электрического и магнитного полей (20 ч)**

**Урок 1/31.** Исторические предпосылки учения о магнитном поле.

**Урок 2/32.** Магнитное поле тока.

**Урок 3/33.** Вектор магнитной индукции.

**Урок 4/34.** Магнитная проницаемость среды.

**Урок 5/35.** Решение задач.

**Урок 6/36.** Действие магнитного поля на движущиеся заряды.

**Урок 7/37.** Использование силы Лоренца.

**Урок 8/38.** Решение задач.

**Урок 9/39.** Явления электромагнитной индукции.

**Урок 10/40.** Магнитный поток.

**Урок 11/41.** Правило Ленца.

**Урок 12/42.** Закон электромагнитной индукции.

**Урок 13/43.** Индукционный ток в проводниках, движущихся в магнитном поле.

**Урок 14/44.** Решение задач.

**Урок 15/45.** Самоиндукция.



**Урок 16/46.** Лабораторная работа № 5 «Изучение явления электромагнитной индукции».

**Урок 17/47.** Повторительно-обобщающий урок по взаимосвязи электрического и магнитного полей.

**Урок 18/48—19/49.** Контрольная работа по теме «Взаимосвязь электрического и магнитного полей».

**Урок 20/50.** Анализ результатов контрольной работы.

### **Электромагнитные колебания и волны (22 ч)**

**Урок 1/51.** Свободные механические колебания.

**Урок 2/52.** Гармонические колебания.

**Урок 3/53.** Решение задач.

**Урок 4/54.** Колебательный контур.

**Урок 5/55.** Свободные электромагнитные колебания.

**Урок 6/56.** Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями.

**Урок 7/57.** Решение задач.

**Урок 8/58.** Вынужденные колебания. Резонанс.

**Урок 9/59.** Переменный электрический ток.

**Урок 10/60.** Генератор переменного тока.

**Урок 11/61.** Трансформатор.

**Урок 12/62.** Решение задач.

**Урок 13/63.** Электромагнитное поле.

**Урок 14/64.** Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока.

**Урок 15/65.** Механические волны.

**Урок 16/66.** Электромагнитные волны.

**Урок 17/67.** Радиопередача и радиоприем.

**Урок 18/68.** Развитие средств связи. Радиолокация и радиоастрономия.

**Урок 19/69.** Повторительно-обобщающий урок по электромагнитным колебаниям и волнам.

**Урок 20/70—21/71.** Контрольная работа по теме «Электромагнитные колебания и волны».

**Урок 22/72.** Анализ результатов контрольной работы.

### **Оптика (23 ч)**

**Урок 1/73.** История развития учения о световых явлениях.

**Урок 2/74.** Понятия и законы геометрической оптики. Принцип Гюйгенса.

**Урок 3/75.** Полное внутреннее отражение.

**Урок 4/76.** Решение задач.

**Урок 5/77.** Ход лучей в зеркалах, призмах и линзах.

**Урок 6/78.** Лабораторная работа № 6 «Измерение показателя преломления вещества».

**Урок 7/79.** Решение задач.

**Урок 8/80.** Формула линзы.

**Урок 9/81.** Оптические приборы.

**Урок 10/82.** Решение задач.

**Урок 11/83.** Интерференция волн.

**Урок 12/84.** Интерференция света. Решение задач.

**Урок 13/85.** Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.

**Урок 14/86.** Дифракционная решетка.

**Урок 15/87.** Решение задач.

**Урок 16/88.** Дисперсия.

**Урок 17/89.** Поляризация.

**Урок 18/90.** Измерение скорости света.

**Урок 19/91.** Электромагнитные волны разных диапазонов.

**Урок 20/92.** Повторительно-обобщающий урок по оптике.

**Урок 21/93—22/94.** Контрольная работа по теме «Оптика».

**Урок 23/95.** Анализ результатов контрольной работы.

### **Основы специальной теории относительности (8 ч)**

**Урок 1/96.** Представления классической физики о пространстве и времени.

**Урок 2/97.** Электродинамика и принцип относительности. Постулаты Эйнштейна.

**Урок 3/98.** Проблема одновременности. Относительность длины отрезков и промежутков времени.

**Урок 4/99.** Решение задач.

**Урок 5/100.** Элементы релятивистской динамики.

**Урок 6/101.** Взаимосвязь массы и энергии.

**Урок 7/102.** Решение задач.

**Урок 8/103.** Повторительно-обобщающий урок по основам специальной теории относительности.

## **Элементы квантовой физики (37 ч)**

### **Фотоэффект (10 ч)**

Урок 1/104. Фотоэффект.

Урок 2/105. Законы фотоэффекта.

Урок 3/106. Решение задач.

Урок 4/107. Фотон. Уравнение фотоэффекта.

Урок 5/108. Решение задач.

Урок 6/109. Фотоэлементы.

Урок 7/110. Лабораторная работа № 7 «Изучение фотоэффекта».

Урок 8/111. Корпускулярно-волновой дуализм. Опыты П. Н. Лебедева и С. И. Вавилова.

Урок 9/112. Давление света. Принцип дополнительности.

Урок 10/113. Контрольная работа по теме «Фотоэффект».

### **Строение атома (7 ч)**

Урок 1/114. Планетарная модель атома.

Урок 2/115. Противоречия планетарной модели атома. Постулаты Бора.

Урок 3/116. Испускание и поглощение света атомами.

Урок 4/117. Спектральные закономерности. Спектральный анализ.

Урок 5/118. Лабораторная работа № 8 «Наблюдение линейчатых спектров».

Урок 6/119. Лазеры. Обобщение материала.

Урок 7/120. Контрольная работа по теме «Строение атома».

### **Атомное ядро (20 ч)**

Урок 1/121. Состав атомного ядра.

Урок 2/122. Энергия связи ядер.

Урок 3/123. Решение задач.

Урок 4/124. Закон радиоактивного распада.

Урок 5/125. Решение задач.

Урок 6/126. Ядерные реакции.

Урок 7/127. Реакции деления ядер урана.

Урок 8/128. Термоядерный синтез.

Урок 9/129. Решение задач.

Урок 10/130. Энергия деления ядер урана.

Урок 11/131. Ядерная энергетика.

**Урок 12/132.** Энергия синтеза атомных ядер.

**Урок 13/133.** Биологическое действие радиоактивных излучений.

**Урок 14/134.** Решение задач.

**Урок 15/135.** Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

**Урок 16/136.** Классы элементарных частиц.

**Урок 17/137.** Повторительно-обобщающий урок по элементам квантовой физики.

**Урок 18/138—19/139.** Контрольная работа по теме «*Элементы квантовой физики*».

**Урок 20/140.** Анализ результатов контрольной работы.

## **Астрофизика (18 ч)**

### **Элементы астрофизики (18 ч)**

**Урок 1/141.** Солнечная система.

**Урок 2/142.** Планеты.

**Урок 3/143.** Малые тела Солнечной системы.

**Урок 4/144.** Солнце.

**Урок 5/145.** Внутреннее строение Солнца.

**Урок 6/146.** Звезды. Основные характеристики звезд.

**Урок 7/147.** Внутреннее строение звезд.

**Урок 8/148.** Современные представления о происхождении и эволюции Солнца и звезд.

**Урок 9/149.** Млечный Путь — наша Галактика.

**Урок 10/150.** Галактики. Типы галактик.

**Урок 11/151.** Радиогалактики и квазары.

**Урок 12/152.** Вселенная. Закон Хаббла.

**Урок 13/153.** Космология.

**Урок 14/154.** Применимость законов физики для объяснения природы небесных тел.

**Урок 15/155.** Масштабная структура Вселенной.

**Урок 16/156.** Повторительно-обобщающий урок по астрофизике.

**Урок 17/157.** Контрольная работа по теме «*Астрофизика*».

**Урок 18/158.** Анализ результатов контрольной работы.

**Уроки 1/159—5/163.** Повторение и обобщение.

### **Резерв времени (12 ч)**

## **Темы проектов**

1. Изучение мощности бытовых электроприборов и правил их включения в сеть.

2. Спроектируйте и изготовьте гальванический элемент.

3. Разработка схемы электропроводки в квартире и расчет ее параметров.

4. Спроектируйте и сконструируйте электрический двигатель.

5. Плазма и ее применение.

6. Разработка системы виртуальных исследовательских лабораторных работ по оптике. Сравнение возможностей реального и компьютерного экспериментов.

7. Электронная техника в вашем доме.

8. Проявление релятивистских эффектов.

9. Парадоксы теории относительности.

10. Развитие представлений о пространстве и времени.

11. Возникновение учения о квантах.

12. Сравнительный анализ механизма фотоэффекта у проводников, полупроводников и диэлектриков.

13. Опыты П. Н. Лебедева и их роль в физике.

14. Спектральный анализ как один из современных методов исследования в науке и практической деятельности.

15. Практическое использование лазеров.

16. Термоядерный синтез и его роль как источника энергии.

17. Возобновляемые источники энергии.

18. Солнечная энергетика: теория и практика.

19. Солнечная активность и ее связь с биологическими процессами на Земле.

20. Построение модели внутреннего строения Солнца.

21. Черные дыры во Вселенной.

22. Физическая природа квазаров.

23. Космические исследования Венеры.

24. Крупнейшие телескопы в мире.

25. Спроектируйте и изготовьте телескоп-рефрактор.

26. Нейтринный телескоп и наблюдения солнечных нейтрино.

27. Поиски внеземных цивилизаций и возможности связи с ними.

## Исследовательские задания

1. Исследование зависимости электропроводности электролита от его температуры и концентрации.

2. Исследование зависимости силы тока в цепи и напряжения на реостате от его сопротивления.

3. Исследование зависимости времени нагревания жидкости от числа нагревательных элементов и их соединения.

4. Исследование электропроводности полупроводникового диода.

5. Исследование магнитных свойств вещества.

6. Исследование работы трансформатора.

7. Изучение конструкции и исследование работы оптических приборов.

8. Предложите способ экспериментальной проверки уравнения Эйнштейна для фотоэффекта.

*Указание.*

Проанализируйте уравнение по следующей схеме:

а) выразите из уравнения  $E_k$ ;

б) установите зависимость между кинетической энергией электрона  $E_k$  и частотой света  $\nu$ ;

в) какой вид имеет график зависимости  $E_k(\nu)$ ;

г) что показывает тангенс угла наклона к оси абсцисс.

9. Найдите в Интернете или в других источниках информации опыт Милликена по проверке уравнения фотоэффекта. Проанализируйте, каким образом ученый решил измерить кинетические энергии фотоэлектронов. Спланируйте опыт по проверке линейного характера зависимости  $E_k(\nu)$ .

10. Опыты Ленарда, экспериментально исследовавшего явление фотоэффекта, показали, что и слабый, и яркий свет равной частоты выбивают электроны с одинаковой кинетической энергией. Докажите, что из волновой теории света следует противоположный вывод.

**11.** Предложите способы увеличения в опыте Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц числа частиц, рассеянных под одним и тем же углом при постоянном их потоке.

**12.** Согласно современной квантовой теории, фиксированные орбиты Бора не следует представлять буквально — в действительности электрон в атоме может быть обнаружен в любом месте, а не только вблизи орбиты. Обоснуйте или опровергните данное утверждение.

**13.** Телескопические наблюдения за изменением солнечной активности.

**14.** Исследование влияния солнечной активности на рост деревьев (по годовым кольцам деревьев).

**15.** Определение сжатия и периода вращения Юпитера по наблюдениям Большого красного пятна на его поверхности (зарисовки Юпитера в телескоп, фотографии из Интернета).

**16.** Определение высоты гор на Луне методом Галилея.

**17.** Измерение угловых и линейных размеров Солнца с помощью камеры-обскуры.

## Ответы на тренировочные тесты, помещенные в рабочей тетради

### Тренировочный тест 1

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	341	4	1	233	4	3	3	2	1	3
Вариант 2	342	4	2	232	3	3	3	1	4	2

### Тренировочный тест 2

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	2	1	2	1	4	3	4	4	3	2
Вариант 2	4	2	1	3	1	1	1	2	3	2

### Тренировочный тест 3

№ задания	1	2	3	4	5	6	7
Вариант 1	3	4	1	1	4	2	4
Вариант 2	1	2	1	4	2	1	4

### Тренировочный тест 4

№ задания	1	2	3	4	5	6
Вариант 1	2	3	3	1	3	3
Вариант 2	3	2	3	2	1	3

### Тренировочный тест 5

№ задания	1	2	3	4	5
Вариант 1	4	1	2	2	3
Вариант 2	4	2	2	4	1



### Тренировочный тест 6

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вариант 1	2	4	2	2	1	2	3	2	4
Вариант 2	2	2	1	3	4	2	4	2	4

### Тренировочный тест 7

№ задания	1	2	3	4	5	6
Вариант 1	4	1	2	3	3	1
Вариант 2	3	3	3	4	2	4

### Тренировочный тест 8

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	4	2	1	3	4	4	3	1	1	2
Вариант 2	1	4	3	3	4	4	4	3	1	3

### Тренировочный тест 9

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вариант 1	3	2	3	3	3	2	4	3	2	2	1	2	2
Вариант 2	3	4	2	3	3	3	2	3	2	1	1	4	2

## Содержание

<b>Предисловие</b> . . . . .	3
<b>Электродинамика</b> . . . . .	5
<b>Постоянный электрический ток</b> . . . . .	5
Результаты обучения . . . . .	6
Поурочное планирование . . . . .	8
<b>Взаимосвязь электрического и магнитного полей</b> . . . . .	28
Результаты обучения . . . . .	29
Поурочное планирование . . . . .	31
<b>Электромагнитные колебания и волны</b> . . . . .	42
Результаты обучения . . . . .	42
Поурочное планирование . . . . .	44
<b>Оптика</b> . . . . .	53
Результаты обучения . . . . .	53
Поурочное планирование . . . . .	55
<b>Основы специальной теории относительности</b>	62
Результаты обучения . . . . .	62
Поурочное планирование . . . . .	64
<b>Элементы квантовой физики</b> . . . . .	69
<b>Фотоэффект</b> . . . . .	69
Результаты обучения . . . . .	70
Поурочное планирование . . . . .	72
<b>Строение атома</b> . . . . .	80
Результаты обучения . . . . .	80
Поурочное планирование . . . . .	82
<b>Атомное ядро</b> . . . . .	89
Результаты обучения . . . . .	89
Поурочное планирование . . . . .	92
<b>Астрофизика</b> . . . . .	102
<b>Элементы астрофизики</b> . . . . .	102
Результаты обучения . . . . .	103
Поурочное планирование . . . . .	105
<b>Приложения</b> . . . . .	118
<b>Поурочно-тематическое планирование     (175 ч, 5 ч в неделю)</b> . . . . .	118
Темы проектов . . . . .	124
Исследовательские задания . . . . .	125
Ответы на тренировочные тесты, помещенные в рабочей тетради . . . . .	127