



ФГОС

Физика

11

Методическое
пособие



ВЕНАНА
ГРАФ



Алгоритм успеха

Физика

11 класс

Методическое пособие



Москва
Издательский центр
«Вентана-Граф»
2018

УДК 373.5.016:53
ББК 74.262.22
Ф48

Авторы: Хижнякова Л. С., Синявина А. А., Холина С. А., Кудрявцев В. В.

Физика: 11 класс : методическое пособие / Л. С. Хижнякова,
Ф48 А. А. Синявина, С. А. Холина, В. В. Кудрявцев. – М. : Вентана-
Граф, 2018. – 144 с. : ил.

ISBN 978-5-360-08960-5

Методическое пособие учителям, работающим по учебно-методическому комплексу «Физика. 11 класс» (авторы Л. С. Хижнякова, А. А. Синявина и др.).

Данное пособие включает методические рекомендации к главам учебника, планируемые результаты обучения, поурочные планирования и методические указания по планированию самостоятельных и контрольных работ.

УДК 373.5.016:53

ББК 74.262.22

ISBN 978-5-360-08960-5

© Хижнякова Л. С., Синявина А. А.,
Холина С. А., Кудрявцев В. В., 2018
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2018

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Глава 1

Законы постоянного тока

Структура и содержание учебного материала

Законы постоянного тока в авторском курсе физики изучаются в два этапа. На первом этапе (в курсе физики 8 класса) учащиеся знакомятся с основными физическими величинами (силой тока, напряжением, работой и мощностью), характеризующими электрический ток, способами их измерений, описанием простейших электрических цепей. При этом опытным путём устанавливается зависимость силы тока от напряжения между концами однородного металлического проводника и формулируется закон Ома для участка цепи. После этого учащиеся рассматривают последовательное и параллельное соединения проводников в электрической цепи.

Явление теплового действия тока изучается экспериментально. На основе классической электронной теории и закона сохранения энергии объясняется закон Джоуля – Ленца. На втором этапе изучения (в курсе физики 11 класса) содержание учебного материала расширяется за счёт включения следующих дидактических единиц: сторонние силы, электродвижущая сила, закон Ома для полной цепи, расчёт электрических цепей (в том числе со смешанным соединением), электрический ток в различных средах.

При углублённом изучении учащимся предлагается рассмотреть опыты, которые показывают, как с возрастанием температуры металлического проводника увеличивается его электри-

ческое сопротивление. Это позволяет записать формулу зависимости удельного электрического сопротивления от температуры, ввести температурный коэффициент сопротивления, обсудить явление сверхпроводимости.

При рассмотрении электрического тока в газах значительное внимание уделено описанию газовых разрядов. Плазму можно охарактеризовать как особое агрегатное состояние вещества, представляющее собой электрически нейтральную систему. В дальнейшем это понятие используется для изучения физической природы Солнца и других звёзд. Учащиеся также знакомятся с законами Фарадея для электролиза, примерами использования полупроводниковых приборов в технике.

Ниже приведена содержательная схема изучения главы.



* Здесь и далее курсивом выделен материал, предназначенный для углублённого изучения.

В § 1 учебника проводится обобщение материала об электронной проводимости металлов, понятий «постоянный ток» и «сила тока». Учащиеся рассматривают экспериментальное обоснование явления электронной проводимости металлов на примере опытов Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси, а также Р. Толмена и Т. Стюарта. При этом используется модель электронного газа, позволяющая провести аналогию между движением свободных электронов под действием электрического поля и дрейфом льдин, движущихся по течению реки. Здесь необходимо обсудить понятие скорости дрейфа. После этого рассматриваются различные источники тока (гальванический элемент Вольта, аккумулятор) и амперметр – физический прибор для измерения силы тока. С учащимися важно повторить правило включения амперметра в электрическую цепь.

На основе понятия работы электростатического поля по перемещению заряда из одной точки поля в другую (§ 2 учебника) вводится физическая величина – напряжение. Её изучение можно провести по следующей схеме: величина, характеризующая электрическое поле → определение → единица измерения в СИ → измерительный прибор (вольтметр) → правило его включения в электрическую цепь.

Рассматривая движение электрических зарядов на внешнем и внутреннем участках электрической цепи, следует сформулировать вывод о необходимости введения понятия сторонних сил. Далее приводятся примеры, иллюстрирующие различную природу сторонних сил. Для характеристики действия сторонних сил в источнике тока вводится физическая величина – электродвижущая сила (ЭДС). Важно обратить внимание на то, что ЭДС может быть как положительной, так и отрицательной величиной. Для установления её знака применяют метод произвольного выбора направления обхода контура. При изучении содержания учебного материала § 2 учащиеся должны сделать вывод о том, что постоянный ток может существовать лишь в замкнутой электрической цепи при наличии в ней источника тока, а ЭДС является его важнейшей характеристикой.

Электрическое сопротивление изучается на основе элементов классической электронной теории (§ 3 учебника). Учащиеся повторяют учебный материал об электрическом сопротивлении и законе Ома для участка электрической цепи, анализируют зависи-

мость электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала. При углублённом изучении рассматривается зависимость удельного электрического сопротивления от температуры. При этом вводится новая физическая величина — температурный коэффициент сопротивления, его единица в СИ. Затем приводятся примеры применения зависимости сопротивления металлов от температуры. Учащиеся знакомятся с явлением сверхпроводимости, при котором электрическое сопротивление проводника уменьшается до нуля, а удельное электрическое сопротивление при определённой температуре, называемой критической, исчезает. В заключение приводятся примеры практического использования этого явления.

В § 4 учебника проводится обобщение содержания учебного материала о работе и мощности постоянного тока, законе Джоуля — Ленца с использованием закона сохранения энергии и элементов классической электронной теории. Особое внимание уделяется изучению закона Ома для полной цепи, состоящей из источника ЭДС и внешнего сопротивления. Важно отметить, что участок цепи, находящийся внутри источника тока, также имеет сопротивление, которое называется внутренним сопротивлением. Поэтому полная работа при перемещении заряда по замкнутой цепи равна сумме работ сторонних и кулоновских сил. Зная, что работа кулоновских сил по замкнутому контуру равна нулю, учащиеся приходят к окончательной формуле определения полной работы, равной работе сторонних сил. Используя данное выражение и закон сохранения энергии, можно записать закон Ома для полной цепи. Анализируя предельные значения силы тока в электрической цепи, вводят понятие короткого замыкания. При этом обсуждаются способы защиты электрической сети от перегрузки с помощью специальных устройств — предохранителей.

Учебный материал § 5 учебника посвящён расчёту электрических цепей, в которых элементы соединены последовательно или параллельно. Учащиеся знакомятся со смешанным соединением проводников на примере метода эквивалентных схем. Он предполагает выполнение определённых действий, направленных на упрощение электрической схемы, в которой общее сопротивление сводится к одному эквивалентному сопротивлению. На практике также используется метод определения то-

чек с равным потенциалом, сущность которого рассматривается на примере конкретной электрической схемы. Для углублённого изучения предлагается познакомить учащихся со схемой электрической цепи, называемой мостиком Уитстона.

Из курса физики основной школы учащимся известно, что проводниками электрического тока, кроме металлов, могут быть и другие вещества, например газы, вакуум, плазма. Данный учебный материал изучается в § 6 учебника. Сначала рассматривается электрический ток в вакууме, схема цепи, содержащая вакуумный диод. В ней различают анодную и катодную ветви. В эксперименте можно наблюдать существование электрического тока при нагретом катоде, который представляет собой металлическую проволоку, свёрнутую в спираль. После этого вводится понятие термоэлектронной эмиссии как явления испускания электронов с поверхности нагретых металлов. При этом проводится аналогия явления термоэлектронной эмиссии с процессом испарения жидкости.

Затем изучается электрический ток в газах на примере экспериментальной установки (рис. 24 учебника). Учащиеся знакомятся с явлением ионизации, на основе которого объясняется газовый разряд. При изложении материала необходимо повторить содержание учебного материала о самостоятельном и самостоятельном газовых разрядах. Для углублённого изучения предлагается рассмотреть различные виды самостоятельного разряда. Тлеющий разряд наблюдают с помощью установки, приведённой на рис. 25 учебника. При этом важно объяснить процесс возникновения ударной ионизации. Примером искрового разряда в природе является молния, возникающая между двумя разноимённо заряженными облаками или между облаком и Землёй. Дуговой и коронный разряды наблюдаются в эксперименте. Знакомство с четвёртым состоянием вещества — плазмой осуществляется по следующей схеме: носители заряда → свойство вещества в данном состоянии → примеры природных объектов, состоящих из сгустков плазмы. Кроме того, учащиеся рассматривают устройство и принцип действия электронно-лучевой трубки, которая предназначена для преобразования электрических сигналов в видимое изображение. Рассматривая конструкцию этого технического объекта, следует обратить внимание на катод как источник электронов.

Из курса физики 8 класса учащимся известно, что химически чистая вода не проводит электрический ток. Однако если в ней растворить какую-нибудь соль, например медный купорос, то между электродами возникнет электрический ток. В § 7 учебника представлен учебный материал об электрическом токе в растворах и расплавах электролитов. В них перенос свободных носителей заряда под действием электрического поля осуществляется в результате процесса распада молекул электролита на положительные и отрицательные ионы под действием растворителя. В этом случае имеет место явление электролитической диссоциации. Её механизм объясняется на примере молекулы поваренной соли. Важно показать, что в растворе или расплаве электролитов возможен процесс рекомбинации, т. е. воссоединения разноимённых ионов в нейтральные молекулы.

Используя экспериментальную установку (рис. 30 учебника), учащиеся знакомятся с явлением электролиза и его практическими применениями на примере гальваностегии и гальванопластики. Для углублённого изучения представлен учебный материал, раскрывающий физическую сущность законов Фарадея для электролиза. При их изучении вводятся такие физические величины, как электрохимический эквивалент вещества, постоянная Фарадея, химический эквивалент.

В § 8 учебника учащиеся знакомятся с электрическим током в полупроводниках, с физической основой работы различных полупроводниковых приборов. Механизм электропроводности полупроводников рассматривается на примере германия с использованием знаний, сформированных на уроках химии (например, о валентных и ковалентных связях). С учащимися важно обсудить различия собственной и примесной, электронной и дырочной проводимостей полупроводников. В большинстве полупроводниковых приборов используются явления, происходящие при контакте полупроводников с разными типами примесной проводимости, которые названы полупроводниками *p*-типа и *n*-типа. Их свойства используют при конструировании полупроводниковых приборов. В качестве примера приводится описание полупроводникового диода. В опыте, схема которого изображена на рис. 38 учебника, учащиеся наблюдают прямое и обратное включения диода в электрическую цепь.

Кроме того, в рамках творческого задания «Теоретическое исследование» учащиеся изучают принцип действия фоторезистора и терморезистора, которые находят широкое применение в технике.

При изучении главы проводятся несколько фронтальных лабораторных работ (ФЛР): «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока» (ФЛР 1.1) и «Определение элементарного заряда при электролизе» (ФЛР 1.2). Их описание приведено в учебнике.

Фронтальная лабораторная работа «Изучение работы полупроводникового диода» (ФЛР 2.1) проводится при варианте II тематического планирования (базовый уровень) или при углублённом изучении за счёт резерва учебного времени.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- использовать физическую модель – электронный газ для объяснения возникновения электрического тока в металлах;
- понимать смысл и записывать формулы определения основных физических величин, характеризующих постоянный ток и его источники: сила тока, напряжение, ЭДС, работа и мощность тока;
- объяснять условия существования постоянного тока;
- рассматривать устройство и физические основы работы различных источников постоянного тока;
- измерять силу тока с помощью амперметра и напряжение с помощью вольтметра с учётом максимальной абсолютной погрешности измерения;
- объяснять роль сторонних сил, действующих в источнике тока;
- определять знак ЭДС в зависимости от направления обхода контура;
- формулировать и записывать основные законы постоянного тока: закон Ома для участка цепи, закон Джоуля – Ленца, закон Ома для полной (замкнутой) цепи;
- измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока;
- обсуждать устройства для защиты электрических цепей;
- различать носители электрического заряда в металлах, вакууме, газах, растворах и расплавах электролитов, полупроводниках;
- наблюдать и объяснять газовый разряд, явление электролиза, обсуждать примеры практического применения электролиза;
- рассматривать механизм электропроводности полупроводников;

- обсуждать возникновение электронной и дырочной проводимости полупроводников;
- приводить примеры полупроводниковых приборов;
- обнаруживать уменьшение удельного электрического сопротивления полупроводников при их нагревании или освещении;
- решать задачи на применение формул определения физических величин, характеризующих постоянный ток, законов постоянного тока, расчёт последовательного и параллельного соединений проводников в электрической цепи.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- обсуждать эмпирический базис теории электромагнитного поля Максвелла;
- сравнивать проводники по их удельным электрическим сопротивлениям;
- собирать, испытывать и рассчитывать параметры электрических цепей с разным соединением проводников;
- изучать устройство и принцип действия вакуумного диода, механизм диссоциации молекул;
- анализировать качественное различие между металлом и полупроводником по характеру зависимости удельного электрического сопротивления от температуры;
- объяснять механизм возникновения электронно-дырочного перехода;
- обсуждать примеры практического использования явления электролиза;
- решать физические задачи, используя законы постоянного тока, формулы, связывающие основные величины, характеризующие постоянный ток, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению законов постоянного тока.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- получать теоретически формулу определения скорости дрейфа электронов в проводнике;
- применять гидродинамическую аналогию для объяснения действия источника тока;
- объяснять зависимость удельного электрического сопротивления проводника от температуры;
- познакомиться с явлением сверхпроводимости, с понятием критической температуры;
- использовать метод эквивалентных схем и метод определения точек с равным потенциалом при решении задач;
- исследовать электрическую цепь – мостик Уитстона;
- измерять электрическое сопротивление проводника с помощью омметра, удельное сопротивление проводника;
- различать виды самостоятельного разряда, обсуждать условия их возникновения, примеры практического использования;
- наблюдать и объяснять действие электронно-лучевой трубки;
- изучать законы Фарадея для электролиза, применять их к решению задач, устанавливать физический смысл постоянной Фарадея;
- рассматривать метод определения электрического заряда одновалентного иона;
- обнаруживать уменьшение удельного электрического сопротивления полупроводников при их нагревании или освещении;
- исследовать одностороннюю проводимость полупроводникового диода;
- анализировать вольт-амперную характеристику полупроводникового диода;
- выдвигать гипотезы при исследовании электрического тока в различных средах.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие: понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют постоянный ток; описание электрического тока в различных средах;
- обсуждать границы применимости законов постоянного тока;
- приводить примеры практического использования физических знаний о законах постоянного тока;
- решать физические задачи повышенной сложности по электродинамике (законы постоянного тока): выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

В таблицах поурочного планирования всех глав учебника используется единая система символов: ПРЗ – примеры решения задач из учебника, ЗУ – задания и упражнения из учебника, ТЗ – задания творческого характера из учебника, ЗПС – задания повышенной сложности из рубрики «Дополнительные задания повышенной сложности» учебника, ДЧ – сведения из рубрики «Материал для дополнительного чтения» учебника.

При базовом изучении курса физики 11 класса можно использовать два варианта тематического планирования: вариант I (2 часа в неделю) и вариант II (3 часа в неделю). В таблицах поурочного планирования номера уроков и задания, предназначенные для дополнительного изучения (вариант II), указаны в квадратных скобках.

Поурочное планирование главы «Законы постоянного тока» рассчитано на 10 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 7 часов, на решение задач – 1 час, на выполнение ФЛР 1.1 и 1.2 – 2 часа. Увеличение учебного времени до 15 часов (вариант II) возможно за счёт дополнительных уроков решения задач и двухчасового изучения § 1, а также проведения контрольной работы № 1. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроках решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1–2]	Электронная проводимость металлов. Модель электронного газа. Постоянный ток. Сила тока. Источники	§ 1 ЗУ: 2 [ТЗ] § 2 ЗУ: 2, 3	§ 1 ЗУ: 1 § 2 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	постоянного тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила		
2 [3]	Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Удельное электрическое сопротивление вещества	§ 3 ЗУ: 1, 3 [ТЗ]	§ 3 ЗУ: 2, 4
3 [4—5]	Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля — Ленца. Закон Ома для полной (замкнутой) цепи	§ 4 ПРЗ ЗУ: 2, 4	§ 4 ЗУ: 1, 3
4 [6]	Расчёт электрических цепей	§ 5 ПРЗ ЗУ: 4 [ТЗ]	§ 5 ЗУ: 1, 2
5 [7]	Электрический ток в вакууме и в газах	§ 6 ЗУ: 1, 3 [ТЗ]	§ 6 ЗУ: 2
6 [8]	Электрический ток в растворах и расплавах электролитов	§ 7	§ 7
7 [9]	Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы	§ 8 [ТЗ]	§ 8 «Самое важное в главе»
8 [10—12]	Решение задач	§ 1 ЗУ: 3, 4	§ 2 [ТЗ]

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
		§ 2 ЗУ: 4, 5 § 4 ЗУ: 5 § 5 ЗУ: 5, 6	§ 3 ЗУ: 5 § 5 ЗУ: 3
9 [13]	ФЛР 1.1		
10 [14]	ФЛР 1.2	ТЛР: 1.2	
[15]	Контрольная работа № 1		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Законы постоянного тока» рассчитано на 21 час. Из них на изучение нового материала отводится 14 часов, на решение задач – 4 часа, на выполнение ФЛР 1.1 и 1.2 – 2 часа, на проведение контрольной работы № 1 – 1 час. Дополнительная ФЛР 2.1 может быть выполнена за счёт резерва учебного времени. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Электродинамика» используются ЗПС: 1–7.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1	Электронная проводимость металлов. Модель электронного	§ 1 ЗУ: 2 ТЗ	§ 1 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	газа. Постоянный ток. Сила тока. Источники постоянного тока		
2	Сторонние силы. Электродвижущая сила	§ 2 ЗУ: 2, 3	§ 2 ЗУ: 1
3	Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка цепи. Удельное электрическое сопротивление вещества	§ 3 ЗУ: 1 ТЗ	§ 3 ЗУ: 2
4	Зависимость электрического сопротивления металлического проводника от температуры. Сверхпроводимость	§ 3 ЗУ: 3	§ 3 ЗУ: 4
5—6	Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля — Ленца. Закон Ома для полной (замкнутой) цепи. Короткое замыкание	§ 4 ПРЗ ЗУ: 2, 4 ЗПС: 6	§ 4 ЗУ: 1, 3
7—8	Расчёт электрических цепей. Смешанное соединение проводников	§ 5 ПРЗ ЗУ: 4 ТЗ ЗПС: 2	§ 5 ЗУ: 1, 2 ЗПС: 1
9—10	Электрический ток в вакууме и в газах. Вакуумный диод. Виды самостоятельного разряда. Плазма	§ 6 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 6 ЗУ: 1, 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
11—12	Электрический ток в растворах и расплавах электролитов. Электролиз. Законы Фарадея для электролиза	§ 7 ПРЗ ЗУ: 3, 4	§ 7 ЗУ: 1, 2
13—14	Электрический ток в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковые приборы	§ 8 ТЗ	§ 8
15—18	Решение задач	§ 1 ЗУ: 3, 4 § 2 ЗУ: 4, 5 § 5 ЗУ: 5, 6 ЗПС: 3—5 § 7 ЗУ: 5* ЗПС: 7	§ 2 ТЗ § 3 ЗУ: 5 § 4 ЗУ: 5 § 5 ЗУ: 3
19	ФЛР 1.1		
20	ФЛР 1.2		«Самое важное в главе»
21	Контрольная работа № 1		

Структура и содержание учебного материала

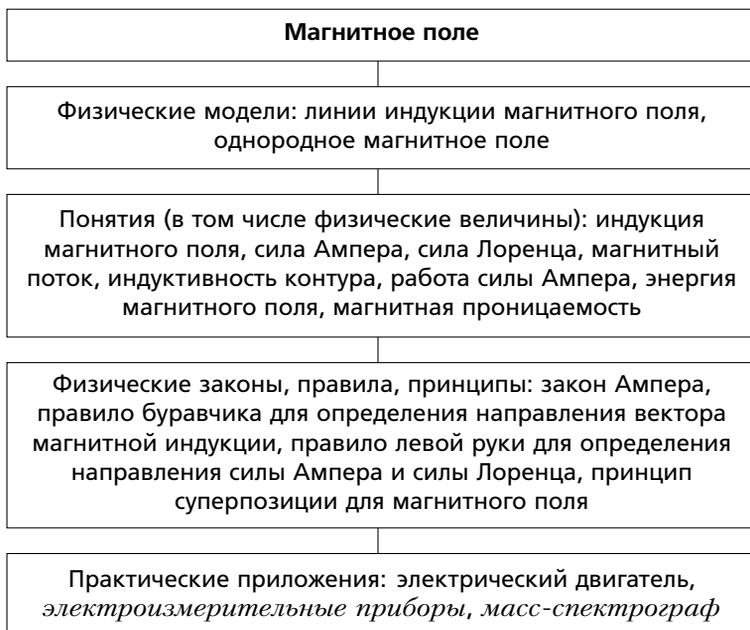
При изучении магнитного поля в курсе физики 9 класса учащиеся познакомились с опытами, подтверждающими существование магнитного поля, рассмотрели его действие на проводник и рамку с током, на движущуюся заряженную частицу. Для характеристики магнитного поля были введены понятия индукции магнитного поля, линий индукции однородного магнитного поля, силы Ампера, силы Лоренца, магнитного потока.

В курсе физики 11 класса содержание материала о магнитном поле повторяется и дополняется новыми сведениями. Учащиеся изучают закон Ампера (в курсе физики 9 класса он приводился для дополнительного изучения), новые физические величины (индуктивность, энергию магнитного поля), рассматривают магнитные свойства вещества.

На углублённом уровне учащиеся знакомятся с теоретическим обоснованием магнитного взаимодействия проводников с токами, действием масс-спектрографа, со структурой и свойствами ферромагнетиков.

На с. 20 приведена содержательная схема изучения главы. При изучении материала § 9 учебника рассматривается понятие магнитного поля тока. Сначала учащиеся наблюдают опыты Эрстеда по ориентации магнитной стрелки в магнитном поле проводника с током (рис. 41 учебника). При этом они убеждаются в существовании магнитного поля вокруг проводника с током, его силовом действии на магнитную стрелку. Кроме того, обобщается материал о магнитной индукции — физической величине, характеризующей однородное магнитное поле. Для этого используется физический эксперимент (рис. 42 учебника), показыва-

ющий, что модуль магнитной индукции зависит от модуля действующей со стороны магнитного поля силы, силы тока и длины участка проводника. Далее демонстрируются картины магнитных полей прямого и кругового проводников с токами.



С учащимися важно повторить правило буравчика, с помощью которого можно определить направление вектора магнитной индукции в данной точке поля. Следует подчеркнуть, что для магнитного поля, как и для электрического поля, применим принцип суперпозиции, который позволяет находить результирующее значение вектора магнитной индукции в данной точке поля, если оно создано несколькими источниками.

При введении закона Ампера (§ 10 учебника) необходимо вспомнить формулу для определения модуля магнитной индукции. Из неё можно получить выражение для модуля максимальной силы, которая действует на прямолинейный проводник с током, помещённый в однородное магнитное поле. В эксперименте наблюдают, что, располагая проводник с током вдоль линий индукции однородного магнитного поля, оно не оказывает на него действие.

После этого формулируются закон Ампера и правило для определения направления силы Ампера (правило левой руки). Внимание учащихся следует обратить на то, что А. Ампер экспериментально исследовал взаимодействие двух параллельных проводников с токами, находящимися на некотором расстоянии друг от друга. Учитывая, что данный опыт требует использования специальных проводников (медных лент длиной 1 м каждая), на уроке можно использовать его компьютерную модель. Для углублённого изучения учащимся предлагается теоретически обосновать результаты магнитного взаимодействия параллельных проводников с токами с использованием третьего закона Ньютона.

Анализируя результаты опытов Ампера, приходят к выводу, что силы взаимодействия между проводниками с токами зависят от расстояния между ними, от длины проводника и силы тока в них. Это позволяет сформулировать определение единицы силы тока — ампер (А).

В § 11 учебника рассматривается действие однородного магнитного поля на рамку с током. При этом используются знаковые модели и физический эксперимент (рис. 55–57 учебника). Учащиеся убеждаются в том, что направление вращения рамки с током в однородном магнитном поле зависит от направления тока в ней. С помощью правила левой руки и закона Ампера можно определить направление сил, действующих на рамку с током (рис. 57 учебника). С учащимися необходимо обсудить результаты опыта с установкой, демонстрирующей поворот рамки с током. В качестве практического применения данного явления приводится описание устройства и принципа действия электрического двигателя. При этом можно использовать набор «Электричество» для проведения кратковременного физического эксперимента. Учащиеся также знакомятся с физической основой работы электроизмерительного прибора — амперметра по его схеме (для базового уровня — вариант II планирования или для углублённого уровня).

Изучение учебного материала о действии магнитного поля на движущиеся заряженные частицы (§ 12 учебника) следует начать с проведения опыта с электронно-лучевой трубкой осциллографа. Учащиеся наблюдают отклонение пучка электронов под действием магнитного поля постоянного магнита. На осно-

ве опыта вводится понятие силы Лоренца, которая характеризует действие магнитного поля на движущиеся в нём заряженные частицы. Для вывода формулы определения модуля силы Лоренца используют элементы классической электронной теории и формулу определения модуля силы Ампера, действующей на проводник с током, который находится в однородном магнитном поле. Важно показать, что модуль силы Лоренца будет иметь максимальное значение, если векторы магнитной индукции и скорости взаимно перпендикулярны. Далее следует сформулировать правило левой руки для определения направления вектора силы Лоренца.

Для углублённого изучения учащимся предлагается материал о применении действия магнитного поля на заряженные частицы. В однородном магнитном поле они движутся по круговым траекториям. Это свойство используют для определения масс заряженных частиц с помощью масс-спектрографа. Учащиеся изучают устройство и принцип действия данного физического прибора. С учащимися необходимо сделать вывод, что масса иона пропорциональна радиусу окружности. Важно подчеркнуть, что с помощью масс-спектрографов были определены атомные массы всех химических элементов. Экологической составляющей § 12 учебника является учебный материал о радиационных поясах Земли, которые образуются при попадании заряженных частиц, движущихся от Солнца, в магнитное поле Земли. При этом обсуждается роль магнитосферы и земной атмосферы в жизни живых организмов. Данный материал изучается, как на углублённом, так и базовом уровнях.

Для характеристики распределения магнитного поля в определённой области пространства вводится физическая величина – магнитный поток (§ 13 учебника). С её определением учащиеся познакомились в курсе физики 9 класса. Важно показать, что магнитный поток – величина скалярная. Она может иметь как положительное, так и отрицательное значение. Анализируя формулу определения магнитного потока, учащиеся убеждаются, что магнитный поток можно характеризовать числом линий магнитной индукции, пронизывающих поверхность, перпендикулярно линиям индукции. Используя выражение для определения максимального значения магнитного потока, получают его единицу измерения в СИ – вебер (Вб).

Затем анализируется зависимость между магнитным потоком, модулем магнитной индукции и силой тока в контуре. В результате получают выражение для определения физической величины, характеризующей контур, — индуктивности контура (или коэффициента самоиндукции). Проводя аналогию с электрической ёмкостью плоского конденсатора, показывают, что индуктивность контура зависит от размеров проводника и его формы, а также от магнитных свойств среды. Далее вводится единица индуктивности контура в СИ — генри (Гн).

При введении понятия энергии магнитного поля следует повторить понятия механической работы и силы Ампера. На опыте учащиеся убеждаются, что энергия магнитного поля проводника с током в начальном положении больше, чем в конечном (рис. 70 учебника). Данный опыт требует специальной экспериментальной установки, поэтому на уроке можно использовать его компьютерную модель. В завершение изучения § 13 записывается формула определения энергии магнитного поля проводника с током.

Изложение материала § 14 учебника основывается на гипотезе Ампера о том, что магнитные свойства вещества обусловлены замкнутыми элементарными токами (токами Ампера), циркулирующими внутри его атомов и молекул. В начале урока рассматривается материал о строении атома, что позволяет сделать вывод о том, что модуль индукции магнитных полей всех атомов тела равен нулю. Однако при помещении тела во внешнее магнитное поле возникает его собственное магнитное поле. Далее вводится новая физическая величина — магнитная проницаемость среды, показывающая, во сколько раз отличается модуль индукции магнитного поля в однородной среде от модуля магнитной индукции внешнего поля в вакууме.

Анализ магнитных свойств диамагнетиков и парамагнетиков (таблица 4) показывает, что данные вещества относятся к слабомагнитным. На примере железа, кобальта, никеля (они обладают большой магнитной проницаемостью) можно убедиться в существовании веществ с сильномагнитными свойствами. Для углублённого изучения предлагается учебный материал о ферромагнетиках. При изучении метода порошковых фигур с учащимися необходимо прийти к выводу о существовании доменной структуры ферромагнетиков. После этого рас-

считаются два вида ферромагнитных материалов: магнитно-мягкие и магнитно-жесткие. На основе эксперимента устанавливается зависимость ферромагнитных свойств веществ от температуры. При этом вводится понятие точки Кюри – температуры, при переходе через которую упорядоченная структура ферромагнетика разрушается.

При варианте II тематического планирования (базовый уровень) или при углублённом изучении за счёт резерва учебного времени проводятся несколько фронтальных лабораторных работ «Изучение действия магнитного поля на проводник с током» (ФЛР 2.2), «Изучение работы электрического двигателя постоянного тока» (ФЛР 2.3). Лабораторные работы физического практикума «Измерение модуля индукции магнитного поля» (ФЛР 3.1) и «Исследование магнитных свойств вещества» (ФЛР 3.2) выполняются только при углублённом изучении курса физики.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- рассматривать опыты Эрстеда и Ампера;
- понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих магнитное поле и свойства замкнутого контура с током: магнитная индукция, сила Ампера, сила Лоренца, магнитный поток, индуктивность контура;
- изучать принцип суперпозиции для вектора индукции магнитного поля;
- наблюдать действие магнитного поля на проводник с током, взаимодействие двух параллельных проводников с токами, картины магнитных полей;
- обсуждать свойства знаковой модели магнитного поля — линий индукции и применять данную модель при анализе картин магнитных полей;
- формулировать правило буравчика (правого винта), закон Ампера, правило левой руки (для определения направления силы Ампера и силы Лоренца);
- наблюдать и объяснять вращение рамки с током в магнитном поле;
- изучать устройство и действие электродвигателя постоянного тока на модели;
- наблюдать отклонение потока заряженных частиц в магнитном поле;
- показывать экспериментально, что магнитное поле катушки обладает энергией;
- обсуждать гипотезу молекулярных токов Ампера;
- приводить примеры диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков;
- сравнивать магнитные свойства диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков (в том числе используя понятие магнитной проницаемости среды);

- решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих магнитное поле, магнитной проницаемости вещества, применение закона Ампера.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- обсуждать результаты исследований электрических и магнитных явлений, полученные У. Гильбертом;
- различать однородное магнитное поле и вихревое магнитное поле;
- изучать способы определения ампера — единицы силы тока в СИ;
- обсуждать экологические вопросы, связанные с работой электродвигателей, примеры их практического применения;
- рассматривать движение заряженных частиц в магнитном поле Земли;
- анализировать формулу определения магнитного потока в зависимости от расположения плоскости контура;
- получать выражение для элементарной работы силы Ампера с помощью графика зависимости магнитного потока от создающего его тока;
- решать физические задачи, используя закон Ампера, формулы, связывающие основные величины, характеризующие магнитное поле, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению свойств магнитного поля.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- исследовать магнитное поле полосового магнита и магнитное поле катушки с током;
- объяснять действие сил Ампера на рамку с током в магнитном поле;
- изучать устройство и принцип действия электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы;
- рассматривать устройство и физические основы работы масс-спектрографа, метод определения удельного заряда в масс-спектрографе и примеры практического использования этого прибора;
- исследовать движение заряженных частиц в радиационных поясах Земли (на модели);
- измерять индуктивность катушки с током;
- изучать структуру ферромагнетиков, магнитные свойства магнитно-мягких и магнитно-жестких ферромагнетиков, примеры их практического использования, понятие температуры (точки) Кюри;
- анализировать кривую намагничивания для поликристаллического железа, полученную А. Г. Столетовым;
- выдвигать гипотезы при исследовании магнитных явлений.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют магнитное поле;
- приводить примеры практического использования физических знаний о магнитных явлениях;
- решать физические задачи повышенной сложности по электродинамике (на определение характеристик магнитного поля): выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Магнитное поле» рассчитано на 6 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 5 часов, на решение задач — 1 час. Увеличение учебного времени до 8 часов (вариант II) возможно за счёт дополнительных уроков решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроках решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1–2]	Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Индукция магнитного поля. Однородное магнитное поле. Линии индукции магнитного поля. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера Опыты Ампера	§ 9 ЗУ: 3, 4 [ТЗ] § 10 ЗУ: 1	§ 9 ЗУ: 1, 2 § 10 ЗУ: 3
2 [3]	Действие магнитного поля на рамку с током. Электрический двигатель	§ 11 ЗУ: 3 [ТЗ]	§ 11 ЗУ: 1, 2
3 [4]	Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца	§ 12 ПРЗ ЗУ: 2 [ТЗ]	§ 12 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
4 [5]	Магнитный поток. Индуктивность контура. Энергия магнитного поля	§ 13 ЗУ: 3, 4 [ТЗ]	§ 13 ЗУ: 1, 2
5 [6]	Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость среды	§ 14 ЗУ: 2 [ТЗ]	§ 14 ЗУ: 1 «Самое важное в главе»
6 [7–8]	Решение задач	§ 10 ЗУ: 2, 5 § 11 ЗУ: 4 § 12 ЗУ: 4 § 13 ЗУ: 5 § 14 ЗУ: 3	§ 10 ЗУ: 4 § 12 ЗУ: 3

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Магнитное поле» рассчитано на 12 часов. Из них на изучение нового материала отводится 9 часов, на решение задач – 3 часа. Дополнительные ФЛР 2.2 и 2.3, а также лабораторная работа физического практикума ФЛР 3.1 могут быть выполнены за счёт резерва учебного времени. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Электродинамика» используются ЗПС: 8–11.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1—2	Магнитное поле тока. Опыт Эрстеда. Индукция магнитного поля. Однородное магнитное поле. Линии индукции магнитного поля. Принцип суперпозиции магнитных полей	§ 9 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 9 ЗУ: 1, 2
3—4	Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Закон Ампера. Опыты Ампера. Взаимодействие проводников с токами. Способ определения единицы силы тока — ампера	§ 10 ЗУ: 1, 2 ТЗ	§ 10 ЗУ: 3
5	Действие магнитного поля на рамку с током. Электрический двигатель	§ 11 ЗУ: 3, 5* ТЗ	§ 11 ЗУ: 1, 2
6—7	Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Сила Лоренца. Масс-спектрограф. Радиационные пояса Земли	§ 12 ПРЗ ЗУ: 2, 5* ТЗ	§ 12 ЗУ: 1
8	Магнитный поток. Индуктивность контура. Работа силы Ампера. Энергия магнитного поля	§ 13 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 13 ЗУ: 1, 2
9	Магнитные свойства вещества. Магнитная проницаемость среды.	§ 14 ЗУ: 2 ТЗ	§ 14 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	Структура и свойства ферромагнетиков		«Самое важное в главе»
10—12	Решение задач	§ 10 ЗУ: 5 § 11 ЗУ: 4 § 12 ЗУ: 4 § 13 ЗУ: 5 ЗПС: 8—11	§ 10 ЗУ: 4 § 12 ЗУ: 3 § 14 ЗУ: 3

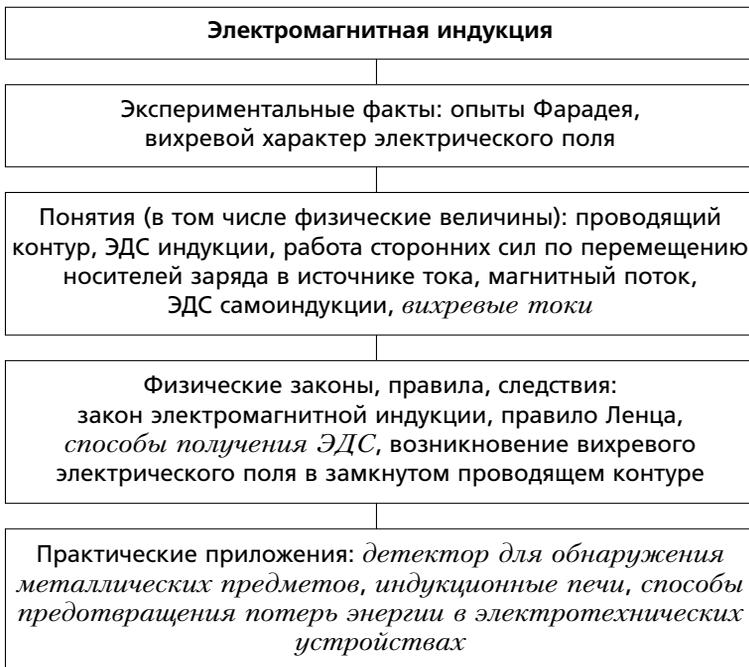
Структура и содержание учебного материала

В основной школе на уроках физики учащиеся познакомились с фактом взаимосвязи электрических и магнитных полей. Явление электромагнитной индукции изучалось на основе опытов Фарадея. Учащиеся рассмотрели понятие вихревого электрического поля, экспериментальное и теоретическое обоснования правила Ленца, явление самоиндукции и способы получения индукционного тока (при дополнительном изучении курса физики 9 класса).

В курсе физики 11 класса данный учебный материал дополнен сведениями об ЭДС, возникающей в проводнике, движущемся в магнитном поле, о работе сторонних сил по перемещению носителей заряда в источнике тока, а также выводом закона электромагнитной индукции. При этом обсуждаются три способа получения ЭДС индукции в замкнутом контуре.

На углублённом уровне рассматриваются индукционные токи в массивных проводниках (токи Фуко). В качестве примера практического использования явления электромагнитной индукции приводится детектор для обнаружения металлических предметов.

На с. 33 приведена содержательная схема изучения главы. При изучении явления электромагнитной индукции (§ 15 учебника) важное место занимают демонстрационные опыты. Сначала учащиеся повторяют сущность и результаты опытов Фарадея, с помощью которых было открыто явление электромагнитной индукции. При этом рекомендуется использовать современное оборудование, имеющееся в кабинете физики. С его помощью следует провести опыты Фарадея (рис. 77 учебника).



По отклонению стрелки гальванометра учащиеся наблюдают возникновение электрического тока в первой катушке, соединённой с гальванометром, при замыкании и размыкании электрической цепи, в которую включена вторая катушка. Теоретическое объяснение данного явления проводят с использованием понятия магнитного потока. Важно отметить, что увеличение и уменьшение магнитного потока связано с соответствующими изменениями силы тока во второй катушке.

После этого опыт видоизменяют. Изменения взаимного расположения катушек приводят к изменению магнитного потока, а следовательно, к изменению электрического тока в первой катушке. Из опытов делают вывод, что при изменении магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур, в нём возникает электрический ток. Таким образом, учащиеся на экспериментальной основе приходят к определению явления электромагнитной индукции.

Учащимся необходимо объяснить, что электрическое поле, возникающее при изменении магнитного поля, отличается

от электростатического поля, которое создаётся неподвижными зарядами. Используя метод сравнения, вводится понятие вихревого электрического поля как составной части единого электромагнитного поля. Источником электрического тока в замкнутом контуре является вихревое электрическое поле.

В § 16 учебника приводится теоретическое обоснование существования электрического тока в замкнутом проводящем контуре, помещённом в однородное магнитное поле. Под действием вихревого электрического поля в контуре возникает ЭДС индукции. На опыте (рис. 80 учебника) демонстрируется данное явление, которое затем объясняется с помощью схемы (рис. 81 учебника). При выводе формулы определения ЭДС индукции используются выражения для расчёта работы сторонних сил и модуля силы Лоренца. Важно обратить внимание на выбор направления обхода контура, что позволяет определить знак ЭДС индукции.

При выводе формулы закона электромагнитной индукции (§ 17 учебника) применяют формулы определения ЭДС индукции и модуля скорости при равномерном движении перемычки. Анализируя изменения величины магнитного потока, пронизывающего замкнутый проводящий контур, получают формулу, устанавливающую связь ЭДС индукции и скорости изменения магнитного потока. Данная формула выражает математическую запись закона электромагнитной индукции. На основе опыта (рис. 83 учебника) учащиеся делают вывод о том, что величина силы индукционного тока в замкнутом проводящем контуре прямо пропорциональна скорости изменения пронизывающего его магнитного потока. После этого на опыте иллюстрируется правило Ленца для определения направления индукционного тока в замкнутом контуре (рис. 84 учебника), а также приводится его теоретическое объяснение.

В § 18 учебника теоретически рассматриваются три способа получения индукционного тока в замкнутом проводящем контуре в зависимости от изменения физических величин, входящих в формулу закона электромагнитной индукции. Кроме того, учащиеся на опыте знакомятся с частными случаями явления электромагнитной индукции (рис. 88 учебника). Прежде всего рассматривается самоиндукция — явление возникновения вихревого электрического поля в замкнутом проводящем конту-

ре при изменении силы тока в нём. Учащиеся записывают формулу для вычисления ЭДС самоиндукции, используя понятие индуктивности катушки и закон электромагнитной индукции. Кроме того, описываются случаи, при которых могут возникать значительные ЭДС самоиндукции при замыкании и размыкании электрических цепей. Это приводит к возникновению экстратоков замыкания и размыкания.

На основе графиков (рис. 89 учебника) анализируются зависимости силы тока замыкания (и силы тока размыкания) от времени и формулируется вывод об учёте данного явления в технике. При углублённом изучении учащиеся на экспериментальной основе изучают индукционные токи в массивных проводниках. На опыте (рис. 90 учебника) иллюстрируется возникновение индукционных токов (токов Фуко) в алюминиевом диске при изменении пронизывающего его магнитного потока. Учащиеся рассматривают примеры практических применений токов Фуко в медицине, а также способы защиты от их возникновения в электротехнических приборах.

При изучении главы проводится фронтальная лабораторная работа «Наблюдение явления электромагнитной индукции. Исследование способов получения ЭДС индукции» (ФЛР 1.3). Её описание приведено в учебнике. Дополнительная фронтальная лабораторная работа «Изучение явления самоиндукции» (ФЛР 2.4) может быть проведена при варианте II тематического планирования (базовый уровень) или при углублённом изучении за счёт резерва учебного времени.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- наблюдать и объяснять опыты Фарадея, используя современные приборы;
- понимать особенности вихревого электрического поля;
- формулировать закон электромагнитной индукции;
- изучать экспериментально правило Ленца;
- наблюдать и объяснять явление самоиндукции;
- применять закон электромагнитной индукции, формулу определения ЭДС индукции при решении задач.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- наблюдать возникновение ЭДС индукции в замкнутом проводящем контуре, движущемся равномерно и перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородном магнитном поле;
- показывать экспериментально, что сила индукционного тока в замкнутом проводящем контуре прямо пропорциональна скорости изменения пронизывающего его магнитного потока;
- приводить теоретическое объяснение правила Ленца;
- объяснять способы получения ЭДС индукции в замкнутом контуре на основе закона электромагнитной индукции;
- решать физические задачи, используя закон электромагнитной индукции, формулу определения ЭДС индукции, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образо-

вательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению явления электромагнитной индукции.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- исследовать возникновение индукционного тока в проводящем витке (проводящем контуре) при замыкании и размыкании цепи;
- исследовать экстратоки замыкания и размыкания в электрической цепи;
- наблюдать возникновение индукционных токов в массивных проводниках;
- рассматривать примеры полезного использования и вредного действия вихревых токов;
- объяснять действие детекторов для обнаружения металлических предметов в ручной клади и на транспорте;
- выдвигать гипотезы при исследовании явления электромагнитной индукции и её частных случаев.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют явление электромагнитной индукции;
- приводить примеры практического использования физических знаний о явлении электромагнитной индукции;
- решать физические задачи повышенной сложности по электродинамике (явление электромагнитной индукции): выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Электромагнитная индукция» рассчитано на 5 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 2 часа, на решение задач – 1 час, на выполнение ФЛР 1.3 – 1 час, на проведение контрольной работы № 1 [№ 2] – 1 час. Увеличение учебного времени до 6 часов (вариант II) возможно за счёт отдельного рассмотрения § 17 и 18.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Вихревое электрическое поле. ЭДС индукции	§ 15 [ТЗ] § 16 ПРЗ ЗУ: 2	§ 15 § 16 ЗУ: 1
2 [2–3]	Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Способы получения индукционного тока. Самоиндукция	§ 17 ЗУ: 1, 3 [ТЗ] § 18 ЗУ: 2 [ТЗ]	§ 17 ЗУ: 2 § 18 ЗУ: 1
3 [4]	Решение задач	§ 16 ЗУ: 4 § 17 ЗУ: 4 § 18 ЗУ: 4	§ 16 ЗУ: 3 § 18 ЗУ: 3

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
4 [5]	ФЛР 1.3		«Самое важное в главе»
5 [6]	Контрольная работа № 1 [№ 2]		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Электромагнитная индукция» рассчитано на 8 часов. Из них на изучение нового материала отводится 4 часа, на решение задач – 2 часа, на выполнение ФЛР 1.3 – 1 час, на проведение контрольной работы № 2 – 1 час. Дополнительная ФЛР 2.4 может быть выполнена за счёт резерва учебного времени. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Электродинамика» используется ЗПС: 12.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1	Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Индукционный ток. Вихревое электрическое поле	§ 15 ТЗ	§ 15
2	ЭДС индукции	§ 16 ЗУ: 2 ПРЗ	§ 16 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
3	Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца	§ 17 ЗУ: 1, 3 ТЗ	§ 17 ЗУ: 2
4	Способы получения индукционного тока. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Вихревые токи (токи Фуко)	§ 18 ЗУ: 2 ТЗ	§ 18 ЗУ: 1
5—6	Решение задач	§ 16 ЗУ: 4 § 17 ЗУ: 4, 5* § 18 ЗУ: 4 ЗПС: 12	§ 16 ЗУ: 3 § 18 ЗУ: 3
7	ФЛР 1.3		«Самое важное в главе»
8	Контрольная работа № 2		

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Глава 4

Механические колебания и волны

Структура и содержание учебного материала

Данная глава посвящена изучению процессов и движений, которые характеризуются определённой степенью повторяемости во времени. Примеры таких движений учащиеся могли наблюдать в окружающем мире. Механические колебания и волны имеют общие закономерности (величины, законы и уравнения) с электромагнитными колебаниями и волнами. Общность законов колебаний определяет структуру и содержание раздела «Колебания и волны».

В основной школе на уроках физики учащиеся уже познакомились с периодическим движением на примере равномерного движения по окружности, его характеристиками, а также с простейшим видом колебательного движения — свободными колебаниями пружинного и математического маятников. Им также известны такие понятия, как затухающие и вынужденные колебания, явление резонанса, механическая волна, звук.

В курсе физики 11 класса содержание учебного материала о механических колебаниях расширяется за счёт добавления новых сведений. Так, например, раскрываются условия, при которых в колебательной системе возникают и поддерживаются свободные колебания, записывается функциональная зависимость координаты тела от времени для простейших колебательных систем. Учащиеся также знакомятся с уравнением колебаний груза на пружине, уравнением движения математического маятника при малых отклонениях от положения равновесия. При изложе-

нии материала рассматриваются превращения энергии при гармонических колебаниях пружинного и математического маятников, а при изучении механических волн объясняются процессы распространения поперечной и продольной волн.

При углублённом изучении выражение для функциональной зависимости координаты тела от времени получают с помощью геометрической модели колебательного движения. Для этого описывают движение материальной точки по окружности и движение её проекции вдоль оси координат. Кроме того, выполняются теоретические и экспериментальные исследования связанных маятников.

Далее приведена содержательная схема изучения главы.



В § 19 учебника изучаются свободные колебания, возникающие под действием внутренних сил и начального запаса энергии системы. Учащиеся рассматривают понятие колебательной системы как системы тел, в которой возможны свободные колебания. На примере колебательной системы (рис. 92 учебника), которая состоит из металлического шарика, прикреплённого к лёгкой пружине, исследуются условия возникновения свободных колебаний: у системы должно существовать положение устойчивого равновесия, силы трения в системе должны быть пренебрежимо малы.

Для характеристики колебательного движения вводятся физические величины: период, частота и амплитуда колебаний. Далее рассматриваются свободные колебания тележки, прикреплённой к неподвижной вертикальной стене с помощью пружины (рис. 93 учебника). В опыте определяется зависимость координаты тележки от времени. Данная функциональная зависимость иллюстрируется с помощью экспериментальной установки (рис. 94 учебника). Результаты опыта следует представить в виде графика (рис. 95 учебника). После этого можно сформулировать определение гармонических колебаний.

Для углублённого изучения с помощью метода аналогии предлагается рассмотреть движение проекции материальной точки на ось. Оно представляет собой геометрическую модель колебательного движения. Это позволяет получить формулу, выражающую зависимость координаты колеблющегося тела от времени, аналогичную уравнению, описывающему гармонические колебания.

На примере свободных колебаний пружинного маятника в § 20 учебника вводятся понятия циклической частоты, собственной частоты колебательной системы и формула определения периода его колебаний. На основе рис. 100 учебника, закона Гука и экспериментальных данных получают и анализируют уравнение колебаний груза на пружине. При углублённом изучении используется метод математического анализа для вывода формулы определения проекции ускорения при гармоническом колебании.

В § 21 учебника изучаются свободные колебания математического маятника. При этом раскрываются условия, при которых математический маятник может совершать свободные ко-

лебания. Важно подчеркнуть, что математический маятник — это физическая модель, представляющая собой простейший вариант физического маятника. При анализе сил, действующих на тело, подвешенное на тонкой нерастяжимой нити (рис. 102 учебника), формулируется вывод об условиях возникновения свободных колебаний. Далее на основе законов Ньютона получают формулы определения циклической частоты и периода колебаний математического маятника. В более общем виде представлено уравнение, описывающее колебание груза на пружине и движение математического маятника. При этом используется понятие фазы колебаний. Важно показать, что при малых углах отклонения от положения равновесия и при отсутствии трения колебания математического маятника являются гармоническими.

Превращения кинетической энергии в потенциальную энергию и обратно при гармонических колебаниях груза на пружине рассматриваются в § 22 учебника. Внимание учащихся обращается на то, что в реальных колебательных системах колебания являются затухающими. Поэтому для поддержания колебаний в системе необходимо восполнять потери энергии колебательной системы, возникающие в результате действия сил трения. Затем необходимо провести опыт с установкой, изображённой на рис. 106 учебника, и ввести понятие вынужденных колебаний. При этом используются понятия собственного периода и собственной частоты колебаний. Явление резонанса анализируется с помощью графиков зависимости амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы для трёх колебательных систем (рис. 107 учебника). Далее обсуждаются практические применения резонанса в технике.

При изучении § 23 учебника следует повторить и обобщить учебный материал о механических волнах из курса физики 9 класса. Из опыта (рис. 113 учебника) формулируется вывод о том, что при распространении механических волн в среде не происходит переноса вещества, а сама среда совершает колебательное движение. Для разъяснения механизма возникновения поперечной и продольной волн используется модель (рис. 114, 115 учебника). Для характеристики волнового движения вводятся такие физические величины, как скорость и длина волны. При рассмотрении звуковых волн важно показать,

что для их распространения необходимы источник звука, передающая среда и приёмник. Данные условия иллюстрируются на опыте (рис. 117 учебника). В заключение необходимо обсудить такие характеристики звука, как громкость и высота тона. На основе явления отражения звуковых волн объясняется возникновение эха.

При изучении главы проводятся несколько фронтальных лабораторных работ: «Исследование колебаний пружинного маятника» (ФЛР 1.4) и «Определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника» (ФЛР 1.5).

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- приводить примеры колебательных движений;
- понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих колебательное и волновое движения: амплитуда, период и частота колебаний, циклическая частота, период колебаний пружинного и математического маятников, скорость и длина волны;
- рассматривать условия, при которых в колебательных системах возникают свободные колебания;
- использовать физические модели — гармонические колебания, пружинный маятник, математический маятник, гармоническая волна для описания колебательных и волновых процессов;
- наблюдать и объяснять свободные колебания пружинного и математического маятников;
- исследовать зависимость периода колебаний груза на пружине от массы груза и жёсткости пружины;
- определять ускорение свободного падения с помощью математического маятника;
- рассматривать превращения энергии при гармонических колебаниях пружинного и математического маятников;
- наблюдать и объяснять вынужденные колебания, механический резонанс в колебательных системах, распространение механических волн в упругой среде;
- сравнивать свободные и вынужденные колебания;
- описывать свойства поперечных и продольных волн;
- наблюдать колебания звучащего тела;
- объяснять условие распространения звуковых волн, возникновение эха;
- понимать физический смысл таких характеристик, как громкость звука и высота тона;

- решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих колебательное и волновое движения.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- записывать и анализировать уравнение гармонических колебаний, уравнение колебаний груза на пружине, уравнение движения математического маятника, в том числе с использованием понятия фазы колебаний;
- анализировать графики гармонических колебаний: зависимости координаты тела от времени; полной механической энергии и потенциальной энергии пружинного маятника от координаты; амплитуды вынужденных колебаний от частоты вынуждающей силы пружинных маятников, в которых действуют разные по величине силы трения; смещения частиц упругой среды от положения равновесия при распространении волны вдоль оси X .
- проверять экспериментально формулы определения периодов колебаний пружинного и математического маятников;
- объяснять причину потерь энергии в реальных колебательных системах;
- использовать физическую модель — уединённый волновой «всплеск» при описании волновых процессов;
- обсуждать примеры полезного и вредного проявления механического резонанса;
- описывать особенности распространения и механизм возникновения (на модели) поперечных и продольных волн;
- приводить значения скорости распространения звука в различных средах;
- решать физические задачи, используя основные физические величины, характеризующие колебательное и волновое движения, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образователь-

ных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению механических колебаний и волн.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- изучать уравнение гармонических колебаний с помощью геометрической модели колебательного движения;
- анализировать выражение для модуля скорости гармонических колебаний, используя первую производную координаты по времени;
- находить выражение для проекции ускорения свободных колебаний пружинного маятника;
- исследовать параллельное и последовательное соединения упругих пружин;
- выдвигать гипотезы при исследовании механических колебаний и волн.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют механические колебания и волны;
- приводить примеры практического использования физических знаний о механических колебаниях и волнах;
- решать физические задачи повышенной сложности на расчёт характеристик механических колебаний и волн: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Механические колебания и волны» рассчитано на 8 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 5 часов, на решение задач – 1 час, на выполнение ФЛР 1.4 и 1.5 – 2 часа. Увеличение учебного времени до 11 часов (вариант II) возможно за счёт двухчасового изучения § 23 учебника и дополнительных уроков решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроках решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Свободные колебания. Колебательные системы. Период, частота и амплитуда колебаний. Гармонические колебания	§ 19 ЗУ: 2, 4 [ТЗ]	§ 19 ЗУ: 1, 3
2 [2]	Свободные колебания пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника	§ 20 ПРЗ ЗУ: 3 [ТЗ]	§ 20 ЗУ: 1, 2
3 [3]	Свободные колебания математического маятника. Период колебаний математического маятника	§ 21 [ПРЗ] ЗУ: 3 [ТЗ]	§ 21 ЗУ: 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
4 [4]	Преобразование энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Механический резонанс	§ 22 ПРЗ ЗУ: 2 [ТЗ]	§ 22 ЗУ: 1
5 [5–6]	Механические волны. Продольные и поперечные волны. Скорость и длина волны. Звук и его характеристики	§ 23 ПРЗ ЗУ: 3, 4 [ТЗ]	§ 23 ЗУ: 1, 2 «Самое важное в главе»
6 [7–9]	Решение задач	§ 19 ЗУ: 5 § 20 ЗУ: 5 § 21 ЗУ: 4 § 22 ЗУ: 4 § 23 ЗУ: 5, 6	§ 20 ЗУ: 4 § 21 ЗУ: 1 § 22 ЗУ: 3
7–8 [10–11]	ФЛР 1.4, 1.5		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Механические колебания и волны» рассчитано на 15 часов. Из них на изучение нового материала отводится 9 часов, на решение задач – 3 часа, на выполнение ФЛР 1.4 и 1.5 – 2 часа, на проведение контрольной работы № 3 – 1 час. Значи-

тельное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Колебания и волны» используются ЗПС: 1–6.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1–2	Свободные колебания. Колебательные системы. Период, частота и амплитуда колебаний. Гармонические колебания. Геометрическая модель колебательного движения. Циклическая частота	§ 19 ЗУ: 2, 4 ТЗ	§ 19 ЗУ: 1, 3
3–4	Свободные колебания пружинного маятника. Период колебаний пружинного маятника	§ 20 ПРЗ ЗУ: 4 ТЗ ЗПС: 4	§ 20 ЗУ: 1, 2
5–6	Свободные колебания математического маятника. Период колебаний математического маятника. Фаза колебаний	§ 21 ПРЗ ЗУ: 3 ТЗ	§ 21 ЗУ: 2
7	Превращение энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Механический резонанс	§ 22 ЗУ: 2, 5* ПРЗ ТЗ	§ 22 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
8—9	Механические волны. Продольные и поперечные волны. Скорость и длина волны. Звук и его характеристики	§ 23 ПРЗ ЗУ: 3, 4 ТЗ ЗПС: 5	§ 23 ЗУ: 1, 2 «Самое важное в главе»
10—12	Решение задач	§ 19 ЗУ: 5 § 20 ЗУ: 5, 6* § 21 ЗУ: 4, 5* § 22 ЗУ: 4 § 23 ЗУ: 5, 6 ЗПС: 1—3, 6	§ 20 ЗУ: 4 § 21 ЗУ: 1 § 22 ЗУ: 3
13—14	ФЛР 1.4, 1.5		
15	Контрольная работа № 3		

Структура и содержание учебного материала

В курсе физики основной школы учащиеся наблюдали и объясняли возникновение свободных электромагнитных колебаний, вынужденных гармонических колебаний, изучали процесс распространения электромагнитных волн в среде. Кроме того, они анализировали графики зависимости мгновенного значения напряжения и силы переменного тока от времени, мгновенного значения силы переменного тока от времени, а также формулировали вывод о существовании электромагнитных волн.

В курсе физики 11 класса данный учебный материал дополняется сведениями о преобразованиях энергии в идеальном колебательном контуре с учётом взаимосвязи физических величин, характеризующих данное явление. Помимо этого, рассматриваются свойства электромагнитных волн (прямолинейное распространение, отражение и преломление).

На углублённом уровне рассматривается метод векторных диаграмм для описания процессов в цепях переменного тока, содержащих резистор, конденсатор, катушку индуктивности. При этом обсуждаются примеры практического использования данных элементов в цепи, выводится закон Ома для цепи переменного тока, рассматривается явление резонанса в электрических цепях, возникновение индукционных токов в обмотках трансформатора.

Содержание учебного материала об электромагнитных волнах расширяется за счёт изучения распределения электрического и магнитного полей в пространстве, процесса образования электромагнитной волны, спектра электромагнитных

волн. Для углублённого изучения предлагается материал, посвящённый принципу действия простейшего детекторного радиоприёмника.

На с. 55 приведена содержательная схема изучения главы.

В § 24 учебника рассматриваются свободные электромагнитные колебания, возникающие в простейшем колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора. На опыте (рис. 119 учебника) учащиеся наблюдают затухающие электромагнитные колебания. Внимание учащихся необходимо обратить на то, что часть энергии в колебательном контуре преобразуется во внутреннюю энергию (за счёт нагревания проводников). В данном контексте вводится понятие идеального контура как физической модели, в которой не учитываются потери энергии. Электромагнитные колебания в идеальном контуре являются незатухающими и происходят по гармоническому закону.

Модель идеального контура используется при изучении возникновения свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре (рис. 120 учебника). Необходимо учесть, что полная энергия колебательной системы представляет собой сумму энергии магнитного поля катушки и энергии электрического поля конденсатора. Далее получают уравнение зависимости заряда от времени, а также выражение для определения циклической частоты, которую применяют при выводе формулы Томсона для периода собственных электромагнитных колебаний. С учащимися необходимо экспериментально проиллюстрировать данную формулу.

Вынужденные электромагнитные колебания рассматриваются на примере переменного тока (§ 25 учебника). При этом используются закон электромагнитной индукции и формула определения магнитного потока. Математические преобразования позволяют вывести уравнение, описывающее изменения мгновенного значения ЭДС индукции от времени в цепи переменного тока. Затем обсуждается способ получения гармонического переменного тока с помощью индукционных генераторов, а также вводятся физические величины, характеризующие гармонические электромагнитные колебания (по аналогии с механическими колебаниями): амплитуда, период и частота колебаний. Опираясь на теоретические расчёты и явление тепло-



вого действия постоянного и переменного токов, записывают выражения, определяющие действующие значения переменного напряжения и силы переменного тока. Важно подчеркнуть, что амперметры и вольтметры переменного тока отградуированы в действующих значениях силы тока и напряжения.

При углублённом изучении рассматривается метод векторных диаграмм (§ 26 учебника) и его применение к анализу цепи переменного тока, содержащей резистор. Сущность данного метода состоит в том, что гармоническое колебание, например силы тока, можно представить в виде вектора, модуль которого равен амплитуде колебаний. По значению угла, образуемого вектором с осью OX (рис. 130 учебника), можно определить фазу колебаний.

С учащимися следует обсудить графики зависимостей мгновенных значений силы тока и напряжения от времени (рис. 132 учебника). Это позволит лучше понять процессы, происходящие в резисторе, который включён в цепь переменного тока. С учащимися важно сделать вывод, что колебания силы тока в резисторе и колебания напряжения на его концах совпадают по фазе в любой момент времени. Этот вывод следует проиллюстрировать с помощью векторной диаграммы, показанной на рис. 133 учебника.

Формулу определения мгновенной мощности переменного тока получают с использованием выражения для мгновенного значения силы переменного тока. На основе анализа графика зависимости мгновенной мощности переменного тока от времени (рис. 134 учебника) находят среднюю мощность переменного тока. Это позволяет записать формулу для активного сопротивления резистора. Важно отметить, что при небольших значениях частоты переменного тока оно практически совпадает с электрическим сопротивлением в цепи постоянного тока.

Материал § 27 учебника также предназначен для углублённого изучения. В нём рассматривается цепь переменного тока, содержащая конденсатор переменной ёмкости. На опыте (рис. 136, б учебника) учащиеся наблюдают изменение яркости свечения лампы, что свидетельствует о наличии сопротивления конденсатора переменному току. С помощью знаковой модели (рис. 137 учебника) иллюстрируется факт существования магнитного поля как внутри, так и вне конденсатора. Это озна-

чает, что сила тока внутри конденсатора связана с изменением напряжённости электрического поля между его обкладками. Затем вводится понятие тока смещения. Далее приводится теоретическое обоснование явления магнитоэлектрической индукции на основе гипотезы Максвелла о существовании электромагнитного поля. Используя график зависимостей мгновенных значений силы переменного тока и переменного напряжения от времени (рис. 138 учебника) формулируется вывод о том, что колебания силы тока опережают по фазе колебания напряжения между обкладками конденсатора на $\frac{\pi}{2}$. Этот вывод следует проиллюстрировать с помощью векторной диаграммы, показанной на рис. 139 учебника.

На опыте вводится понятие ёмкостного сопротивления и анализируется его зависимость от ёмкости конденсатора и изменений частоты переменного тока. Данные эксперимента следует обосновать теоретически в виде формулы определения ёмкостного сопротивления.

В § 28 учебника, предназначенном для углублённого изучения, рассматривается электрическая цепь переменного тока с включённой в неё катушкой индуктивности и электрической лампой (рис. 141, б учебника). Наблюдения за изменением накала нити лампы позволяет сделать вывод о том, что катушка индуктивности оказывает переменному току сопротивление. При этом вводится понятие индуктивного сопротивления.

С помощью формулы мгновенного значения ЭДС самоиндукции решается уравнение гармонических колебаний, что позволяет установить связь амплитуды силы переменного тока в катушке с амплитудой переменного напряжения между её выводами. Далее необходимо получить выражение для индуктивного сопротивления катушки для цепи переменного тока. Оно прямо пропорционально циклической частоте и индуктивности катушки.

При анализе графиков зависимостей мгновенных значений силы переменного тока и переменного напряжения от времени (рис. 142 учебника) необходимо показать, что колебания силы тока в катушке индуктивности отстают по фазе на $\frac{\pi}{2}$ от колебаний напряжения между её выводами. Теоретическое рас-

смотрение цепи переменного тока, содержащей последовательно соединённые резистор, конденсатор и катушку индуктивности (*RLC*-контур), позволяет построить соответствующие векторные диаграммы (рис. 145, 146 учебника). Они используются при выводе формулы закона Ома для цепи переменного тока.

Материал о резонансе в электрических цепях (§ 29 учебника) предназначен для углублённого изучения. На опыте (рис. 147 учебника) учащиеся убеждаются в том, что при определённом значении частоты переменного тока, приближающейся к частоте собственных колебаний контура, яркость свечения лампы резко возрастает. При этом наблюдается явление резонанса в цепи переменного тока. С использованием графика зависимости амплитуды силы тока от частоты (рис. 148 учебника) определяют условие, при котором наступает резонанс: частота вынужденных колебаний силы тока равна частоте собственных колебаний контура.

В § 30 учебника учащиеся изучают устройство и принцип действия трансформатора. Сначала рассматривается холостой ход трансформатора, при котором его вторичная обмотка разомкнута. Учащиеся знакомятся с одной из важнейших характеристик трансформатора — коэффициентом трансформации. Он зависит от напряжения между концами катушек (обмоток), а также от числа витков в них. Величина коэффициента трансформации характеризует тип трансформатора — повышающий или понижающий.

Учащимся предлагается рассмотреть конструкцию индукционного генератора (рис. 152 учебника) как устройство для получения переменного тока. При анализе схемы передачи электрической энергии к потребителям по линиям электропередачи (рис. 153 учебника) следует обсудить применение как повышающих, так и понижающих трансформаторов. Для углублённого изучения учащимся предлагается фрагмент, в котором вводится понятие КПД трансформатора как отношения мощности, потребляемой нагрузкой, к мощности, потребляемой первичной обмоткой трансформатора. С учащимися следует обсудить причины снижения КПД трансформатора.

В § 31 учебника обсуждается гипотеза Максвелла о существовании электромагнитных волн в вакууме и диэлектриках. Их можно получить с помощью открытого колебательного кон-

тура, в котором возникают колебания электрических зарядов. Однако со временем они затухают, поэтому для получения незатухающих колебаний используют генератор. Учащиеся следует познакомить с моделью гармонической электромагнитной волны. При анализе графиков (рис. 160 учебника) делают вывод о том, что электромагнитная волна является поперечной. По аналогии с механическими колебаниями рассматриваются характеристики электромагнитной волны: длина волны и скорость её распространения. При этом отмечается, что модуль скорости распространения электромагнитной волны зависит от диэлектрической и магнитной проницаемостей среды.

С помощью физического эксперимента учащиеся наблюдают прямолинейное распространение электромагнитных волн в однородной среде, их отражение от металлических поверхностей, а также преломление на границе раздела «воздух – парафин». Для углублённого изучения предлагается рассмотреть распределение электрического и магнитного полей в пространстве, а также процесс образования электромагнитной волны в открытом колебательном контуре (рис. 158 и 159 учебника).

Спектр электромагнитных волн (§ 32 учебника) анализируется по рис. 167 учебника. Этот материал предназначен для углублённого изучения. Учащиеся знакомятся с различными диапазонами электромагнитных волн, их особенностями и примерами практического использования.

При рассмотрении принципов радиосвязи и телевидения (§ 33 учебника) используются сведения из истории развития техники. При анализе данных таблицы 11 учебника обсуждается вид радиосвязи и соответствующие им длины электромагнитных волн. Важно показать, что система радиосвязи включает в себя радиопередатчик, радиоприёмник, передающую и приёмную антенны. При этом следует проанализировать процессы амплитудной модуляции и детектирования с использованием графиков (рис. 170 учебника).

Для углублённого изучения учащимся предлагается изучить устройство и принцип действия простейшего детекторного радиоприёмника (рис. 171 учебника). Важно прийти к выводу, что детекторный приёмник не имеет источника тока, а работает за счёт энергии, приносимой электромагнитными волнами. В заключении § 33 учебника необходимо охарактеризовать осо-

бенности распространения радиоволн различных длин волн и кратко описать передачу изображений с их помощью.

При углублённом изучении главы за счёт резерва учебного времени проводятся лабораторные работы физического практикума: «Измерение силы тока в цепи переменного тока, содержащей конденсатор» (ФЛР 3.3), «Измерение индуктивного сопротивления катушки и её индуктивности» (ФЛР 3.4) и «Измерение силы тока в цепи переменного тока, содержащей конденсатор» (ФЛР 3.5).

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- рассматривать возникновение свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре;
- наблюдать и анализировать осциллограмму переменного тока;
- понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания и волны, трансформаторы: период собственных электромагнитных колебаний (формула Томсона), циклическая частота собственных электромагнитных колебаний, амплитуда, период и частота гармонических электромагнитных колебаний, действующие значения силы переменного тока и переменного напряжения, коэффициент трансформации, длина и скорость распространения электромагнитной волны;
- изучать переменный ток как вынужденные электромагнитные колебания, сравнивать вынужденные и свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре;
- рассматривать устройство и принцип действия (на примере холостого режима работы) трансформатора, индукционного генератора переменного тока, назначение повышающего и понижающего трансформаторов при передаче электрической энергии на большие расстояния;
- описывать возникновение электромагнитных волн в открытом колебательном контуре;
- объяснять поперечность электромагнитных волн, используя модель гармонической электромагнитной волны;
- изучать экспериментально свойства электромагнитных волн;
- приводить примеры видов радиосвязи, познакомиться с устройствами, входящими в систему радиосвязи (радиопе-

редатчиком и радиоприёмником), процессами модуляции и детектирования, передачей изображений с помощью радиоволн;

- решать задачи на определение основных физических величин, характеризующих электромагнитные колебания и волны, трансформаторы.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- объяснять процессы, происходящие в идеальном колебательном контуре за один период, с использованием закона сохранения энергии;
- описывать причину потерь энергии в реальных колебательных контурах, превращения энергии в идеальном колебательном контуре;
- выражать зависимость заряда от времени в идеальном колебательном контуре;
- подтверждать экспериментально формулу Томсона;
- строить и анализировать графики зависимостей мгновенного значения переменного напряжения и силы переменного тока от времени;
- устанавливать гармонический характер переменного тока на основе закона электромагнитной индукции;
- анализировать схему передачи электроэнергии на большие расстояния;
- обсуждать особенности распространения радиоволн различной длины;
- решать физические задачи, используя формулы, связывающие основные величины, характеризующие электромагнитные колебания и волны, трансформаторы, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению электромагнитных колебаний и волн.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- понимать смысл и записывать формулы определения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания: активное, ёмкостное и индуктивное сопротивление;
- исследовать электромагнитные колебания в цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление (или конденсатор, или катушку индуктивности); в RLC -контуре;
- применять метод векторных диаграмм для объяснения гармонических электромагнитных колебаний силы тока и напряжения на резисторе, конденсаторе и катушке индуктивности в цепи переменного тока;
- находить выражения для средней мощности переменного тока, выделяемой на резисторе за период, и для активного сопротивления резистора в цепи переменного тока;
- объяснять явление магнитоэлектрической индукции;
- находить теоретически и подтверждать экспериментально формулу определения ёмкостного сопротивления;
- анализировать цепь переменного тока, содержащую два последовательно соединённых одинаковых конденсатора и резистор;
- показывать экспериментально, что катушка индуктивности в цепи переменного тока обладает индуктивным сопротивлением;
- получать формулу закона Ома для цепи переменного тока;
- решать задачи на расчёт активного, ёмкостного и индуктивного сопротивлений, применение закона Ома для цепи переменного тока;
- наблюдать и объяснять резонанс в электрических цепях;
- анализировать резонансные кривые при различных сопротивлениях резистора;
- объяснять потери энергии в трансформаторе;
- раскрывать смысл КПД трансформатора и приводить значения КПД современных трансформаторов;
- исследовать устройство и физические основы работы вибратора и резонатора Герца;

- анализировать с помощью схем процесс образования электромагнитных волн в открытом колебательном контуре;
- рассматривать спектр электромагнитных волн, условно разделённый на несколько диапазонов по длине волны (частоте): основные источники излучений, примеры практического использования;
- обсуждать влияние электромагнитных излучений на живые организмы;
- изучать устройство и физические основы работы детекторного приёмника;
- выдвигать гипотезы при исследовании электромагнитных колебаний и волн.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют электромагнитные колебания и волны, трансформаторы;
- приводить примеры практического использования физических знаний об электромагнитных колебаниях и волнах;
- решать физические задачи повышенной сложности по электродинамике (электромагнитные колебания и волны): выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Электромагнитные колебания и волны» рассчитано на 7 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 5 часов, на решение задач – 1 час, на проведение контрольной работы № 2 [№ 3] – 1 час. Увеличение учебного времени до 11 часов (вариант II) возможно за счёт увеличения количества часов на изучение нового материала и проведение дополнительных уроков решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроках решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1–2]	Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Формула Томсона	§ 24 ПРЗ ЗУ: 1, 3 [ТЗ]	§ 24 ЗУ: 2
2 [3]	Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток	§ 25 ПРЗ: 1, 2 [ТЗ]	§ 25 ЗУ: 1
3 [4]	Трансформатор. Коэффициент трансформации. Производство, передача и использование электрической энергии	§ 30 ПРЗ ЗУ: 2, 3	§ 30 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
4 [5—6]	Открытый колебательный контур. Гармоническая электромагнитная волна. Длина и скорость распространения электромагнитных волн	§ 31 ЗУ: 3 [ТЗ]	§ 31 ЗУ: 1, 2
5 [7]	Свойства электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения	§ 33 ЗУ: 3	§ 33 ЗУ: 1
6 [8—10]	Решение задач	§ 24 ЗУ: 4, 5 § 25 ЗУ: 4, 5 § 30 ЗУ: 4 § 33 ЗУ: 4	§ 25 ЗУ: 2, 3 § 33 ЗУ: 2 «Самое важное в главе»
7 [11]	Контрольная работа № 2 [№ 3]		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Электромагнитные колебания и волны» рассчитано на 17 часов. Из них на изучение нового материала отводится 13 часов, на решение задач — 3 часа, на проведение контрольной работы № 4 — 1 час. Лабораторные работы физического практикума ФЛР 3.3—3.5 могут быть выполнены за счёт резерва учебного времени.

Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера.

Для рассматриваемой главы из раздела «Колебания и волны» используется ЗПС: 7–12.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1–2	Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Процессы при гармонических колебаниях в контуре. Формула Томсона	§ 24 ПРЗ ЗУ: 1, 3 ТЗ	§ 24 ЗУ: 2
3	Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток	§ 25 ПРЗ: 1, 2 ТЗ	§ 25 ЗУ: 1
4	Метод векторных диаграмм в цепи переменного тока	§ 26 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 26 ЗУ: 1, 2
5	Конденсатор в цепи переменного тока. Явление магнитоэлектрической индукции	§ 27 ЗУ: 2, 3 ТЗ	§ 27 ЗУ: 1
6	Катушка индуктивности в цепи переменного тока. Закон Ома для цепи переменного тока	§ 28 ЗУ: 4, 5*	§ 28 ЗУ: 1, 2
7	Резонанс в электрических цепях	§ 29 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 29 ЗУ: 1, 2
8–9	Трансформатор. Коэффициент трансформации. Потери	§ 30 ПРЗ ЗУ: 2, 3	§ 30 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	энергии в трансформаторе. КПД трансформатора. Производство, передача и использование электрической энергии		
10—11	Открытый колебательный контур. Процесс образования электромагнитных волн в открытом колебательном контуре. Гармоническая электромагнитная волна. Длина и скорость распространения электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн	§ 31 ЗУ: 3 ТЗ ЗПС: 8, 10	§ 31 ЗУ: 1, 2
12	Спектр электромагнитных волн	§ 32 ЗУ: 2, 3	§ 32 ЗУ: 1
13	Принципы радиосвязи и телевидения. Детекторный радиоприёмник. Особенности распространения радиоволн	§ 33 ЗУ: 3 ЗПС: 11	§ 33 ЗУ: 1
14—16	Решение задач	§ 24 ЗУ: 4, 5 § 25 ЗУ: 4, 5 § 26 ЗУ: 5 § 27 ЗУ: 4	§ 25 ЗУ: 2, 3 § 28 ЗУ: 3 § 32 ЗУ: 4 § 33 ЗУ: 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
		§ 29 ЗУ: 5 § 30 ЗУ: 4, 5* § 31 ЗУ: 4* § 33 ЗУ: 4 ЗПС: 7, 9, 12	«Самое важное в главе»
17	Контрольная работа № 4		

ОПТИКА

Глава 6

Геометрическая оптика

Структура и содержание учебного материала

В основной школе на уроках физики учащиеся познакомились с законами распространения света и методом построения изображений в зеркалах и линзах. В курсе физики 11 класса учебный материал по геометрической оптике дополнен теоретическими выводами законов отражения и преломления света на основе принципа Гюйгенса. При этом учащиеся используют метод Кеплера при построении изображения предмета в тонких линзах.

При изучении этой главы учащиеся рассматривают явление полного внутреннего отражения света, выводят формулу тонкой линзы, формулу определения углового увеличения линзы. При углублённом изучении рассматриваются способы получения изображений с помощью сферических зеркал, приводятся примеры оптических приборов (микроскоп, телескоп-рефрактор) и выражения для определения их угловых увеличений.

На с. 72 приведена содержательная схема изучения главы.

В § 34 учебника обсуждаются экспериментальные факты, подтверждающие прямолинейность распространения света. Важно отметить, что световые лучи распространяются независимо друг от друга. Данное свойство называют законом независимости световых пучков. На опыте демонстрируется получение изображения предметов в камере-обскуре (рис. 175 учебника). Закон прямолинейного распространения света формулируют при анализе результатов рассмотренных опытов.

На основе принципа Гюйгенса приводится теоретический вывод закона отражения света. Для этого используются понятия точечного источника света, волновой поверхности, источника вторичных волн. Учащиеся приходят к выводу, что с помощью геометрических построений можно найти волновую поверхность в любой момент времени. На опыте закон отражения света иллюстрируют с помощью плоского зеркала и шероховатой поверхности, а затем вводят понятия зеркального и диффузного отражения.

С помощью рис. 178 учебника изучается построение изображения предмета в плоском зеркале, которое основано на законах прямолинейного распространения и отражения света. Для углублённого изучения предлагается материал о построении изображения предмета в вогнутом сферическом зеркале. Для этого вводятся понятия оптического центра, полюса, оптической и главной оптической осей сферических зеркал. С помощью рис. 179 и 180 учебника рассматривают построения изображений точки и предмета в сферических зеркалах. В результате отмечают важное свойство вогнутых сферических зеркал – собирать световые лучи, что используется в телескопах для наблюдения удалённых небесных объектов.

В § 35 учебника описывается физическое явление – преломление света на границе раздела двух однородных и изотропных сред. На опыте учащиеся наблюдают также частичное проникновение световой волны в другую среду. На основе принципа Гюйгенса приводится теоретический вывод закона преломления света. Важно отметить, что относительный показатель преломления зависит от скорости распространения света в одной и другой средах. На опыте наблюдают явление полного внутреннего отражения света (рис. 186 учебника). При этом вводят понятие предельного угла полного отражения и обсуждают примеры применения явления полного внутреннего отражения света в биноклях, перископах, световодах и других оптических приборах. При рассмотрении хода лучей в треугольной стеклянной призме делают вывод о зависимости угла полного отражения от относительного показателя преломления среды. В завершение следует повторить и обобщить материал о дисперсии света и длине световой волны.

Геометрическая оптика

Физические модели: однородная изотропная среда, световой луч, плоская световая волна, сферическая световая волна, точечный источник света, плоское зеркало, тонкая линза

Физические величины: скорость распространения света, угол падения, угол отражения, угол преломления, предельный угол полного отражения, абсолютный показатель преломления, относительный показатель преломления, фокусные расстояния линзы, оптическая сила линзы, *угловое и линейное увеличение оптических приборов*

Физические законы: закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света

Практические приложения: образование тени и полутени, получение изображений в камере-обскуре, зеркальное диффузное отражение, *распространение световых лучей в световоде, перископе*, распространение световых лучей в призмах, получение изображений в линзах, лупе, *микроскопе, телескопе-рефракторе, телескопе-рефлекторе*

В § 36 учебника изложен материал о линзах. При этом рассматриваются такие их характеристики, как оптический центр, главная оптическая ось, побочные оптические оси, главные фокусы линзы, фокусное расстояние, фокальные оси, побочные фокусы, оптическая сила линзы. Значительное внимание уделено построению изображений предмета в линзах. На основе геометрических построений приводится вывод формул тонкой линзы и её линейного увеличения. В конце параграфа приведены примеры решения задач. В задаче 2 анализируется оптическая система, состоящая из двух тонких линз (собирающей и рассеивающей). Разбор этой задачи проводится в рамках углублённого изучения курса.

В § 37 учебника рассматривается строение глаза как оптической системы. Прежде всего, учащимся необходимо объяснить процесс аккомодации, обеспечивающий наилучшее изображение предмета на сетчатке глаза. Учащиеся повторяют материал о дефектах глаза (близорукости и дальнозоркости) и

анализируют способы их коррекции (рис. 207 и 208 учебника). В качестве примера оптического прибора, который используется для увеличения угла зрения, приводится лупа. При углублённом изучении курса учебный материал дополнен описанием оптических приборов – микроскопа, телескопа, также увеличивающих угол зрения. Используя рис. 211 учебника, учащиеся знакомятся с устройством микроскопа и получают формулу его углового увеличения. По рис. 212 учебника следует выявить сходство и различия в конструкции микроскопа и телескопа-рефрактора, записать формулу углового увеличения телескопа-рефрактора.

При изучении главы проводится фронтальная лабораторная работа «Измерение показателя преломления стекла» (ФЛР 1.6). Её описание приведено в учебнике. При варианте II тематического планирования (базовый уровень) или при углублённом изучении главы за счёт резерва учебного времени выполняются фронтальные лабораторные работы «Определение фокусного расстояния тонкой рассеивающей линзы» (ФЛР 2.5) и «Измерение оптической силы тонкой собирающей линзы» (ФЛР 2.6).

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- использовать физические модели – точечный источник света, световой луч, однородная и изотропная среда, плоская световая волна, тонкая линза – при описании оптических явлений;
- формулировать основные законы геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света, закон отражения света, закон преломления света; принцип Гюйгенса;
- описывать явления прямолинейного распространения, отражения, преломления с помощью принципа Гюйгенса;
- объяснять явление полного внутреннего отражения света, наблюдать ход лучей в световоде;
- измерять показатель преломления стекла;
- наблюдать явление дисперсии света, объяснять результаты опытов Ньютона по исследованию дисперсии света;
- приводить примеры различных типов линз (по форме ограничивающих поверхностей);
- понимать смысл основных понятий и величин, характеризующих тонкие линзы: главная оптическая ось, побочные оптические оси, оптический центр, фокальные плоскости, главные фокусы, побочные фокусы, фокусное расстояние, оптическая сила;
- записывать формулу определения оптической силы тонкой линзы;
- рассматривать ход световых лучей в тонкой собирающей и рассеивающей линзах;
- рассчитывать оптическую силу тонкой собирающей и рассеивающей линз.
- изучать оптическую систему глаза, дефекты зрения (близорукость и дальнозоркость) и способы их коррекции;

- решать задачи на использование основных законов, формул и понятий геометрической оптики.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- обсуждать исторические этапы развития геометрической оптики;
- различать особенности зеркального и диффузного отражения света;
- выводить формулы закона отражения света и закона преломления света;
- выводить формулу тонкой линзы, записывать формулу определения линейного увеличения тонкой линзы;
- объяснять построение изображения предмета в лупе и получать формулу определения её углового увеличения;
- решать физические задачи, используя законы геометрической оптики, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению геометрической оптики.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- анализировать процесс распространения световой волны, используя фрагмент из работы Х. Гюйгенса;
- различать вогнутые и выпуклые сферические зеркала;
- получать изображение предмета в вогнутом сферическом зеркале;
- рассчитывать оптическую силу системы близко расположенных тонких линз;

- объяснять построение изображения предмета в микроскопе, телескопе-рефракторе, используя понятие углового увеличения;
- получать формулы определения углового увеличения микроскопа, телескопа-рефрактора;
- выдвигать гипотезы при исследовании законов геометрической оптики.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют геометрическую оптику;
- приводить примеры практического использования физических знаний о законах геометрической оптики;
- решать физические задачи повышенной сложности по геометрической оптике: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Геометрическая оптика» рассчитано на 6 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 4 часа, на решение задач – 1 час, на выполнение ФЛР 1.6 – 1 час. Увеличение учебного времени до 9 часов (вариант II) возможно за счёт увеличения количества часов на изучение нового материала и проведение дополнительных уроков решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроках решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Закон прямолинейного распространения света. Принцип Гюйгенса. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале	§ 34 ЗУ: 3 [ТЗ]	§ 34 ЗУ: 1, 2
2 [2–3]	Закон преломления света. Полное (внутреннее) отражение света. Дисперсия света. опыты Ньютона	§ 35 ПРЗ ЗУ: 1, 2 [ТЗ]	§ 35 ЗУ: 3
3 [4–5]	Линзы. Построение изображений в тонкой собирающей и рассеивающей линзах. Формула тонкой линзы	§ 36 ПРЗ: 1 ЗУ: 2 [ТЗ]	§ 36 ЗУ: 1, 4

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
4 [6]	Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их коррекция. Оптические приборы	§ 37 ЗУ: 3	§ 37 ЗУ: 1 «Самое важное в главе»
5 [7–8]	Решение задач	§ 34 ЗУ: 4, 5 § 35 ЗУ: 4 § 36 ЗУ: 3, 5	§ 35 ЗУ: 5 § 37 ЗУ: 2
6 [9]	ФЛР 1.6		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Геометрическая оптика» рассчитано на 13 часов. Из них на изучение нового материала отводится 8 часов, на решение задач – 4 часа, на выполнение ФЛР 1.6 – 1 час. Дополнительные ФЛР 2.5 и 2.6 могут быть выполнены за счёт резерва учебного времени. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Оптика» используются ЗПС: 1–7.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1–2	Закон прямолинейного распространения света. Принцип Гюйгенса. Закон отра-	§ 34 ЗУ: 3 ТЗ ЗПС: 1, 2	§ 34 ЗУ: 1, 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	жения света. Построение изображений в плоском зеркале. Построение изображений в вогнутом сферическом зеркале		
3—4	Закон преломления света. Полное (внутреннее) отражение света. Ход лучей в треугольной стеклянной призме. Дисперсия света. Опыты Ньютона	§ 35 ПРЗ ЗУ: 1, 2 ТЗ	§ 35 ЗУ: 3
5—6	Линзы. Построение изображений в тонкой собирающей и рассеивающей линзах. Формула тонкой линзы	§ 36 ПРЗ: 1, 2 ЗУ: 2 ТЗ	§ 36 ЗУ: 1, 4
7—8	Глаз как оптическая система. Дефекты зрения и их коррекция. Оптические приборы. Угловые увеличения лупы, микроскопа и телескопа-рефрактора	§ 37 ЗУ: 3, 4 ЗПС: 3	§ 37 ЗУ: 2 ЗПС: 4 «Самое важное в главе»
9—12	Решение задач	§ 34 ЗУ: 4, 5 § 35 ЗУ: 4 § 36 ЗУ: 3, 5, 6 ЗПС: 5—7	§ 35 ЗУ: 5 § 37 ЗУ: 1
13	ФЛР 1.6		

Структура и содержание учебного материала

В главе рассматриваются такие волновые свойства света, как интерференция, дифракция и поляризация (при углублённом изучении курса). На основе результатов опытов учащиеся делают вывод о волновой природе света и поперечности световых волн.

Ниже приведена содержательная схема изучения главы.



В § 38 на опыте (рис. 213 учебника) учащиеся наблюдают интерференционную картину, образованную при сложении двух волн на поверхности воды. Затем вводится понятие интерференции как явления наложения волн, вследствие которого наблюдается устойчивое во времени усиление или ослабление амплитуды результирующих колебаний в различных точках пространства. Важно подчеркнуть, что источники волн должны быть когерентными, т. е. иметь одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз в любой точке пространства.

На опыте с передающей и приёмной антеннами также наблюдается явление интерференции для электромагнитных волн (рис. 214 учебника). Используя график зависимости колебаний вектора напряжённости в электромагнитной волне от времени (рис. 215 учебника), можно установить, что амплитуда результирующих колебаний при интерференции двух когерентных электромагнитных волн зависит от суммы модулей напряжённостей электрических полей. После этого анализируется интенсивность гармонической электромагнитной волны, в результате чего сначала определяется максимальная, а затем минимальная результирующая интенсивность при интерференции когерентных электромагнитных волн в определённой точке пространства. При этом максимальная результирующая интенсивность получается при запаздывании электромагнитных колебаний друг относительно друга на время, кратное периоду колебаний, а минимальная результирующая интенсивность — на время, кратное нечётному числу полупериодов. Связывая явление запаздывания одной волны относительно другой в некоторой точке пространства с расстоянием от этой точки до источников колебаний, вводится понятие геометрической разности хода. С учётом этого определяются условия интерференционного максимума и интерференционного минимума.

В § 39 учебника рассматривается явление интерференции света. Анализируя условия возникновения интерференции световых волн, вводят понятие волнового цуга, который образуется вследствие излучения света атомами источников независимо друг от друга. Для получения когерентных световых волн применяют метод деления световой волны, излучаемой одним источником, на две части. Учащиеся знакомятся со схемами опытов Юнга (рис. 220, 221 учебника).

Проявление интерференции света в природе связано с образованием тонких плёнок на поверхности воды, объяснение которых приводится с помощью рис. 222 учебника. Затем описывается возникновение колец Ньютона (рис. 223 учебника). В своей экспериментальной установке И. Ньютон использовал стеклянную пластину, на которой была помещена линза. Между линзой и пластиной находился воздушный зазор (тонкая плёнка). На практике интерференция света в тонких плёнках используется в просветлённой оптике и интерферометрах.

В § 40 учебника явление дифракции изучается сначала на примере распространения упругих волн на поверхности воды, а затем и электромагнитных волн. После этого изучается дифракция света от круглого отверстия, небольшого диска и узкой щели с использованием демонстрационных опытов. Важно подчеркнуть, что размеры данных препятствий должны быть сопоставимы с длиной световой волны. В этой связи следует сделать вывод о том, что геометрическая оптика является предельным случаем волновой оптики, когда длина световой волны много меньше размеров препятствий.

Затем приводится описание принципа Гюйгенса – Френеля, лежащего в основе теории дифракции света. При этом рассматривается наиболее простой случай дифракции плоских световых волн на узкой щели (рис. 229 учебника). На основе метода зон Френеля анализируется явление образования дифракционных минимумов и максимумов.

Для углублённого изучения представлен материал о дифракционной решётке как оптическом приборе, состоящем из большого числа очень узких параллельных щелей. Здесь вводятся понятия периода дифракционной решётки, главного максимума и главного минимума дифракционной решётки. Экспериментально можно показать, что с увеличением числа щелей увеличивается яркость дифракционной картины. Учащиеся также узнают, что с помощью дифракционной решётки можно вычислить длину световой волны.

В заключении параграфа необходимо рассказать о том, что явление дифракции учитывается при конструировании и использовании оптических приборов. В этой связи вводятся понятие разрешающей способности оптического прибора и фор-

мула, выражающая зависимость разрешающей способности прибора от длины волны и диаметра объектива.

В § 41 учебника, предназначенном для углублённого изучения, обсуждается явление поляризации света. Повторение учебного материала из курса механики о продольных и поперечных волнах позволяет выяснить, к какому виду волн относятся световые волны. После этого проводится опыт с двумя пластинками из кристалла турмалина (рис. 231 учебника). Учащиеся наблюдают изменение интенсивности светового пучка при повороте одной из пластинок в тот момент, когда он проходит сквозь них. Они убеждаются в том, что световая волна является поперечной. При этом вводятся понятия естественной световой волны, плоскости поляризации, поляризатора и анализатора.

При изучении главы проводится фронтальная лабораторная работа «Наблюдение явления интерференции и дифракции света» (ФЛР 1.7). При варианте II тематического планирования (базовый уровень) или при углублённом изучении главы за счёт резерва учебного времени выполняется фронтальная лабораторная работа «Оценка длины световой волны» (ФЛР 2.7). Лабораторная работа физического практикума «Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза с помощью дифракционной решётки» (ФЛР 3.6).

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- наблюдать интерференционную и дифракционную картину для волн разной природы;
- понимать физический смысл основных понятий и величин, используемых в волновой оптике: интенсивность волн, когерентные источники волн, геометрическая разность хода, волновой цуг; условий интерференционных максимумов и минимумов, условий дифракционных максимумов и минимумов (при дифракции света от одной щели);
- приводить условия, которым должны удовлетворять когерентные источники волн;
- рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света;
- формулировать принцип Гюйгенса – Френеля;
- рассматривать дифракцию плоских световых волн на узкой щели;
- решать задачи на использование основных формул и понятий волновой оптики.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- выражать условия интерференционного максимума и интерференционного минимума, используя понятие геометрической разности хода;
- наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона;
- познакомиться с применением интерференции в тонких плёнках для улучшения качества оптических приборов, в интерферометрах;
- решать физические задачи, используя формулы, связывающие основные величины, характеризующие световые вол-

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

- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению волновой оптики.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- анализировать интерференционные и дифракционные картины;
- изучать особенности частотной модуляции;
- рассматривать схему Ллойда для получения когерентных световых волн;
- описывать устройство и принцип действия дифракционной решётки, определять разрешающую способность оптического прибора и дифракционной решётки;
- анализировать условия, при которых наблюдаются главные максимумы и минимумы, дополнительные минимумы при дифракции света на дифракционной решётке;
- измерять длину световой волны с помощью дифракционной решётки;
- подтверждать экспериментально поперечность электромагнитных волн;
- исследовать экспериментально поляризацию электромагнитных волн;
- выдвигать гипотезы при исследовании явлений волновой оптики.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют волновую оптику;

- приводить примеры практического использования физических знаний о волновой оптике;
- обсуждать границы применимости геометрической оптики;
- решать физические задачи повышенной сложности по волновой оптике: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Световые волны» рассчитано на 5 часов (вариант I). Из них на изучение нового материала отводится 3 часа, на выполнение ФЛР 1.7 – 1 час, на проведение контрольной работы № 3 [№ 4] – 1 час. Увеличение учебного времени до 6 часов (вариант II) возможно за счёт урока решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроках решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Интерференция волн. Когерентные источники волн	§ 38 ЗУ: 2, 4, 5 [ТЗ]	§ 38 ЗУ: 1, 3
2 [2]	Интерференция света. Опыт Юнга	§ 39 ПРЗ ЗУ: 3, 5 [ТЗ]	§ 39 ЗУ: 1, 2
3 [3]	Дифракция волн. Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля	§ 40 [ТЗ]	§ 40
[4]	Решение задач	§ 38 [ЗУ: 4, 5] § 39 [ПРЗ ЗУ: 5 ТЗ]	§ 39 [ЗУ: 4]
4 [5]	ФЛР 1.7		«Самое важное в главе»

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
5 [6]	Контрольная работа № 3 [№ 4]		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Световые волны» рассчитано на 11 часов. Из них на изучение нового материала отводится 5 часов, на решение задач – 3 часа, на выполнение ФЛР 1.7 и 2.7 – 2 часа, на проведение контрольной работы № 5 – 1 час. Лабораторная работа физического практикума ФЛР 3.7 может быть выполнена за счёт резерва учебного времени. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Оптика» используются ЗПС: 8–12.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1	Интерференция волн. Когерентные источники волн	§ 38 ЗУ: 2, 4 ТЗ	§ 38 ЗУ: 1, 3
2	Интерференция света. Опыт Юнга. Интерференция в тонких плёнках. Просветлённая оптика. Интерферометры	§ 39 ПРЗ ЗУ: 3, 5 ТЗ	§ 39 ЗУ: 1, 2
3–4	Дифракция волн. Дифракция света.	§ 40 ПРЗ	§ 40 ЗУ: 1, 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	Принцип Гюйгенса — Френеля. Дифракционная решётка. Разрешающая способность оптического прибора	ЗУ: 3, 4 ТЗ	
5	Поляризация света	§ 41 ТЗ	§ 41
6—8	Решение задач	§ 38 ЗУ: 5 § 40 ЗУ: 5 ЗПС: 8—12	§ 39 ЗУ: 4
9	ФЛР 1.7		
10	ФЛР 2.7		«Самое важное в главе»
11	Контрольная работа № 5		

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ

Глава 8

Элементы специальной теории относительности

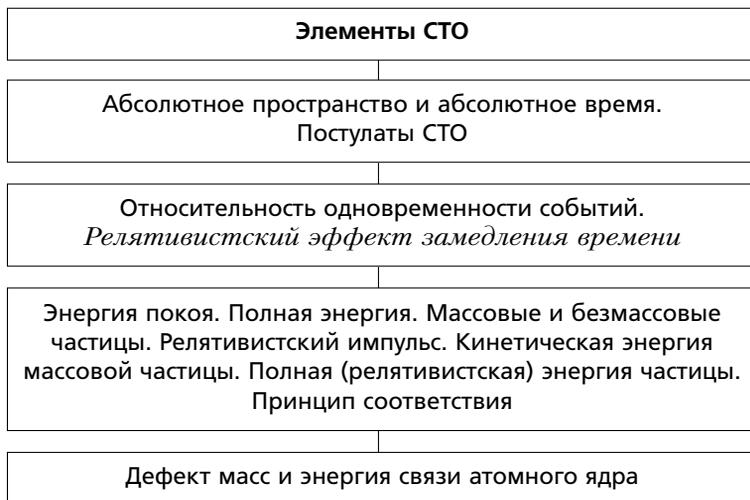
Структура и содержание учебного материала

При изучении главы учащиеся знакомятся с релятивистскими явлениями, которые описываются в рамках специальной теории относительности (СТО). Её становление связано с именем А. Эйнштейна, обобщившим идеи Х. Лоренца, А. Пуанкаре, Г. Герца и других учёных. Выводы и формулы СТО используются при описании взаимодействия между нуклонами в ядерной физике. На углублённом уровне рассматриваются релятивистский эффект замедления времени, релятивистский закон сложения скоростей.

На с. 91 приведена содержательная схема изучения главы.

В § 42 учебника обсуждается материал об абсолютном пространстве и абсолютном времени. Данные категории описываются в рамках механики Ньютона. Затем рассматриваются постулаты СТО, которые являются обобщением экспериментальных данных. Из формулировки первого постулата следует, что никакие опыты не позволяют выделить предпочтительную (абсолютную) систему отсчёта. Второй постулат СТО утверждает, что скорость света в вакууме одинакова во всех ИСО. Отсюда следует важный вывод о скорости света как максимально возможной скорости передачи любых видов взаимодействий.

При изучении § 42 учебника вводится понятие события как физического явления, происходящего в определённой точ-



ке пространства в некоторый момент времени в выбранной системе отсчёта. Используя рис. 234 учебника, учащиеся убеждаются в том, что два события одновременные в одной ИСО, не являются одновременными в другой ИСО. Это позволяет сформулировать вывод об относительности одновременности событий в СТО. Затем обсуждается релятивистский эффект замедления времени в движущихся системах отсчёта и приводятся примеры, подтверждающие его экспериментально. Этот материал предназначен для углублённого изучения.

В § 43 учебника вводится понятия энергии покоя, полной энергии. Рассматривая принятое в СТО разделение частиц на массовые и безмассовые, с учащимися необходимо проанализировать результаты опытов и сформулировать вывод о том, что безмассовые частицы обладают энергией и импульсом. После этого рассматривается движение массовых частиц и вводится формула для вычисления модуля релятивистского импульса. Её анализ позволяет установить различия релятивистского и классического импульсов.

Далее необходимо показать, что массовые частицы в ИСО обладают собственной энергией (или энергией покоя) и привести примеры экспериментального подтверждения данного факта. При этом учащиеся знакомятся с формулой Эйнштейна, которая выражает зависимость собственной энергии массовой частицы от её массы и квадрата скорости света.

Важно подчеркнуть независимость законов физики от выбора ИСО, что позволяет ввести понятие релятивистской (полной) энергии частицы. При анализе формулы определения релятивистской энергии следует сформулировать вывод: изменение энергии и импульса частицы происходит так, чтобы её масса оставалась неизменной. Полная энергия частицы равна сумме её собственной и кинетической энергии. В заключении параграфа необходимо обсудить границы применимости классической механики и привести формулировку принципа соответствия как одного из важнейших методологических принципов современной науки.

Материал § 44 учебника посвящён изучению понятий дефекта масс и энергии связи атомного ядра. Они будут использованы при изучении § 53 учебника. Из курса химии учащимся известно, что для всех химических элементов Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева суммарная масса частиц, образующих ядро, больше массы ядра. Используя формулы полной энергии частиц, образующих ядро, и полную энергию ядра, находят их разность — энергию связи. Следует обратить внимание, что при уменьшении расстояния между нуклонами происходит выделение энергии в виде электромагнитного излучения, что приводит к уменьшению энергии ядра атома.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- формулировать постулаты СТО и объяснять их физический смысл;
- рассматривать относительность одновременности событий;
- обсуждать особенности массовых и безмассовых частиц;
- записывать и анализировать формулы определения релятивистской (полной) энергии, энергии связи атомного ядра, формулу Эйнштейна (закон взаимосвязи массы и энергии);
- объяснять причину дефекта масс.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- обсуждать представления о пространстве и времени в механике Ньютона, принцип соответствия;
- приводить примеры экспериментальных данных, подтверждающих независимость скорости света от движения источника;
- записывать и анализировать формулы определения релятивистского импульса массовой частицы, выражение, связывающее релятивистский импульс, полную энергию и массу частицы.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- понимать трудности, которые возникают при распространении принципа относительности Галилея на электромагнитные явления;

- рассматривать релятивистский эффект замедления времени, используя понятие события;
- изучать схему опыта Физо по измерению модуля скорости света;
- исследовать классический и релятивистский законы сложения скоростей;
- анализировать с помощью релятивистского закона сложения скоростей и принципа соответствия границы применимости классической механики;
- решать задачи на использование основных формул и понятий СТО.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы), которые характеризуют основные положения и эффекты СТО;
- приводить примеры практического использования физических знаний об СТО;
- обсуждать границы применимости классической механики;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению СТО.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Элементы специальной теории относительности» рассчитано на 2 часа (вариант I). Увеличение учебного времени до 5 часов (вариант II) возможно за счёт увеличения количества часов на изучение учебного материала и проведения урока решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроке решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1–2]	Представления о пространстве и времени в классической механике. Постулаты специальной теории относительности. Событие — одно из основных понятий в СТО. Относительность одновременности событий	§ 42 [ТЗ: 1]	§ 42
2 [3–4]	Массовые и безмассовые частицы. Релятивистский импульс. Энергия покоя. Формула Эйнштейна. Релятивистская (полная) энергия. Дефект масс и энергия связи	§ 43 ПРЗ ЗУ: 2, 3 [ТЗ] § 44 ПРЗ [ТЗ]	§ 43 ЗУ: 1 § 44 ЗУ: 2 «Самое важное в главе»
[5]	Решение задач	§ 42 [ТЗ: 2]	

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
		§ 43 [ЗУ: 4] § 44 [ЗУ: 1, 3]	

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Элементы специальной теории относительности» рассчитано на 5 часов. Из них на изучение нового материала отводится 4 часа, на решение задач — 1 час. Значительное внимание следует уделить выполнению индивидуальных заданий творческого характера.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1–2	Представления о пространстве и времени в классической механике. Постулаты специальной теории относительности. Событие — одно из основных понятий в СТО. Относительность одновременности событий и промежутков времени	§ 42 ТЗ: 1	§ 42
3	Массовые и безмассовые частицы. Релятивистский импульс.	§ 43 ПРЗ ЗУ: 2, 3	§ 43 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	Энергия покоя. Формула Эйнштейна. Релятивистская (полная) энергия. Принцип соответствия	ТЗ	
4	Дефект масс и энергия связи	§ 44 ПРЗ ТЗ	§ 44 ЗУ: 2 «Самое важное в главе»
5	Решение задач	§ 42 ТЗ: 2 § 43 ЗУ: 4 § 44 ЗУ: 1, 3	

Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома

Структура и содержание учебного материала

При изучении главы учащиеся знакомятся с основными положениями квантовой физики – физической теорией, в рамках которой удалось объяснить особенности излучения нагретых тел, фотоэффект и его законы, строение атома и атомного ядра. Развитие квантовой физики связано с именами таких учёных, как М. Планк, Н. Бор, А. Эйнштейн, Л. де Бройль, В. Гейзенберг и др.

На с. 99 приведена содержательная схема изучения главы.

В § 45 учебника изучается понятие теплового излучения, которое представляет собой электромагнитное излучение, испускаемое нагретыми телами за счёт своей внутренней энергии. При этом используется физическая модель – абсолютно чёрное тело. Используя замкнутую оболочку, окружённую теплонепроницаемой изоляцией (рис. 237 учебника), рассматривается излучение абсолютно чёрного тела. Важно подчеркнуть, что почти всё излучение, попадающее в полость замкнутой оболочки, поглощается. Причиной этому является многократное отражение светового луча от стенок полости.

Для описания закономерностей теплового излучения вводится физическая величина – спектральная плотность энергетической светимости. Её изложение можно провести согласно следующему плану: спектральная характеристика теплового излучения → определение → связи между величинами (формула Рэлея – Джинса) → интерпретация зависимости спектральной

**Квантовая теория электромагнитного излучения.
Строение атома**

Равновесное тепловое излучение: физическая модель — абсолютно чёрное тело, спектральная плотность энергетической светимости, гипотеза Планка, постоянная Планка

Внешний и внутренний фотоэффект, вакуумный фотоэлемент, фототок, фототок насыщения

Законы внешнего фотоэффекта: максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, красная граница фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Опыты П. Н. Лебедева

Планетарная модель атома. Постулаты Бора.
Применение постулатов Бора к движению электрона в атоме водорода

Линейчатые спектры. Энергетическая диаграмма: нормальное состояние атома, возбуждённое состояние, спонтанное излучение и вынужденное излучение, лазеры, серия Бальмера, серия Лаймана, *спектральный анализ*

Волновые свойства частиц: волна де Бройля, опыты по наблюдению дифракции фотонов и электронов, соотношения неопределённости Гейзенберга

плотности энергетической светимости от частоты излучения (рис. 238 учебника) → обсуждение «ультрафиолетовой катастрофы». Далее записывается формула зависимости энергии теплового излучения от его частоты, полученная М. Планком, вводится постоянная Планка. После этого следует сформулировать квантовую гипотезу Планка о том, что излучение и погло-

чение электромагнитных волн атомами и молекулами вещества происходит отдельными порциями – квантами.

В § 46 учебника рассматриваются опыты по наблюдению внешнего фотоэффекта. Прежде всего рекомендуется познакомиться учащихся с историей открытия и исследования данного явления. После этого следует провести демонстрацию внешнего фотоэффекта с использованием источника ультрафиолетового излучения и цинковой пластины, закреплённой на электрометре (рис. 239 учебника). По результатам необходимо сделать вывод об условиях протекания внешнего фотоэффекта. Далее обсуждаются особенности внешнего и внутреннего фотоэффекта.

Практические применения внешнего фотоэффекта изучаются на примере устройства и принципа действия вакуумного фотоэффекта (рис. 240 учебника). При этом внешний фотоэффект можно также исследовать с использованием схемы, показанной на рис. 241 учебника, в которую включён вакуумный фотоэлемент. Это позволит ввести понятие фототока насыщения и проанализировать зависимость силы фототока от напряжения по графику (рис. 242 учебника).

Материал § 47 учебника содержит теоретическое обоснование явления внешнего фотоэффекта: формулировки законов внешнего фотоэффекта и запись уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. Данные законы были получены экспериментально. При их изучении целесообразно использовать компьютерную поддержку. Внимание учащихся обращается на то, что эти законы удалось правильно объяснить только на основе квантовых представлений. С помощью закона сохранения энергии и квантовой гипотезы Планка получают уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, которое описывает взаимодействие фотона с электроном. Важно отметить, что при некотором значении длины световой волны фотоэффект невозможен. В этой связи вводят понятие красной границы фотоэффекта.

В § 48 учебника, предназначенном для углублённого изучения, рассматриваются корпускулярно-волновой дуализм и давление света. На основе обобщения экспериментальных результатов по наблюдению явлений интерференции и дифракции света, фотоэффекта формулируют вывод о том, что свет обладает как волновыми, так и корпускулярными свойствами. В этом проявляется двойственность его природы. Далее на

опыте (рис. 246 учебника) учащиеся убеждаются в том, что фотоны обладают импульсом. Здесь приводится описание опытов П. Н. Лебедева по измерению давления света на твёрдые тела и теоретическое обоснование этого явления в рамках квантовой теории.

При изучении § 49 учебника учащиеся обобщают материал о строении атома и постулатах Бора, повторяют понятия зарядового числа, иона, электрического заряда ядра атома. При этом проводится анализ опытов Э. Резерфорда, подтвердивших существование атомного ядра. В планетарной модели атома Резерфорда электроны движутся по круговым орбитам, размеры которых соизмеримы с радиусом самого атома. С учащимися важно обсудить границы применимости этой модели.

После этого необходимо раскрыть смысл понятия стационарного состояния, постулатов Бора. Учащиеся должны усвоить, что в стационарном состоянии атом не излучает и не поглощает энергию, а испускание или поглощение фотона происходит лишь тогда, когда атом переходит из одного стационарного состояния в другое. Для углублённого изучения приводится материал о применении постулатов Бора к движению электрона в атоме водорода. При его описании используются второй закон Ньютона, теоремы о кинетической и потенциальной энергиях, закон сохранения полной механической энергии. В результате теоретического рассмотрения следует прийти к выводу, что полная энергия атома водорода отрицательна и принимает только определённые дискретные значения.

Содержание материала § 50 учебника посвящено изучению линейчатых спектров. Анализ энергетической диаграммы (рис. 251 учебника) позволяет ввести понятия нормального, возбуждённого и метастабильного состояний атома. Метастабильное состояние используется в оптических генераторах света (лазерах), устройство и принцип действия которых можно рассмотреть при углублённом изучении материала или за счёт резерва учебного времени на базовом уровне. Для этого рекомендуется использовать материал для дополнительного чтения, представленный на с. 376–379 учебника.

С учащимися следует повторить явление дисперсии света и метод исследования спектра с помощью спектроскопа. Это позволит исследовать сплошные и линейчатые спектры с помо-

пью эксперимента. Важно подчеркнуть, что происхождение линейчатых спектров удалось объяснить в рамках теории Бора. Далее рассматриваются серии, которые образуются в результате перехода атома водорода из возбуждённого состояния в стационарное состояние и обратно, — серия Бальмера, серия Лаймана. При углублённом изучении учащиеся знакомятся с методом спектрального анализа состава веществ, основанного на свойстве атома любого химического элемента создавать определённый спектр, отличный от спектров других элементов. С помощью данного метода исследуется, например, химический состав звёзд.

В § 51 учебника рассматриваются волновые свойства частиц, которые объясняются в рамках квантово-механической теории Бора. Этот материал изучается на углублённом уровне. Важно отметить, что Л. де Бройль высказал гипотезу, согласно которой любые микрочастицы обладают не только корпускулярными свойствами, но и волновыми. В связи с этим вводятся понятия волны де Бройля и длины волны де Бройля. Гипотеза де Бройля позволила объяснить правило квантования орбит. Можно показать, как длина волны де Бройля связана с модулем импульса частицы. Затем необходимо сделать вывод, что стационарным состояниям атома соответствуют орбиты электронов, на которых укладывается целое число длин волн де Бройля.

После этого учащиеся знакомятся с экспериментальным обнаружением волновых свойств отдельных фотонов. Для этого используется схема опыта, представленная на рис. 255 учебника. В результате анализа явления дифракции фотонов находят вероятность попадания фотона в окрестность определённой точки. Затем рассматриваются опыты, позволившие обнаружить дифракцию электронов. Учащимся необходимо объяснить, что движение микрочастиц принципиально отличается от движения частиц (их моделируют материальными точками) в классической механике и электродинамике. Особенности движения микрочастиц обсуждаются в рамках соотношений неопределённостей Гейзенберга.

При углублённом изучении главы лабораторная работа физического практикума «Изучение линейчатых спектров» (ФЛР 3.7) может быть проведена за счёт резерва учебного времени.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- использовать физическую модель — «абсолютно чёрное тело» при описании теплового излучения;
- формулировать квантовую гипотезу Планка;
- приводить значение постоянной Планка;
- наблюдать явление внешнего фотоэффекта и исследовать его особенности;
- рассматривать устройство и принцип действия вакуумного фотоэлемента;
- исследовать с помощью графика зависимость силы фототока от напряжения при уменьшенной интенсивности света;
- формулировать законы внешнего фотоэффекта;
- объяснять законы фотоэффекта исходя из уравнения Эйнштейна;
- выявлять основные свойства планетарной модели атома, модели атома Бора;
- формулировать постулаты Бора;
- наблюдать непрерывный и линейчатый спектры;
- анализировать энергетическую диаграмму атома водорода.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- анализировать график зависимости спектральной плотности энергетической светимости от частоты электромагнитного излучения;
- сравнивать природу электромагнитного излучения исходя из квантовой гипотезы Планка и классической волновой теории;

- объяснять причину «ультрафиолетовой катастрофы», возникновение давления света в рамках квантовой теории;
- понимать противоречия, возникающие при объяснении: законов фотоэффекта с точки зрения волновой теории электромагнитного излучения; устойчивости атомов и происхождения линейчатых спектров атомов в рамках классической физики;
- объяснять происхождение линейчатых спектров водородоподобных атомов, используя теорию Бора;
- изучать устройство, физические основы работы и примеры практического использования лазеров;
- решать физические задачи, используя уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы, связывающие основные величины, характеризующие квантовую теорию электромагнитного излучения и строение атома, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению квантовой теории электромагнитного излучения и строения атома.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся на- учится:

- изучать схему установки Столетова для наблюдения внешнего фотоэффекта;
- рассматривать устройство, принцип действия и вольтамперную характеристику вакуумного фотоэлемента;
- понимать физическую сущность явления внутреннего фотоэффекта;

- изучать устройство и физические основы работы полупроводникового фотоэлемента;
- исследовать зависимость силы фототока от напряжения при уменьшенной интенсивности света;
- анализировать экспериментальные данные по проверке уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, получать выражение для расчёта постоянной Планка;
- обсуждать волновую и корпускулярную модели, которые используются для описания распространения света;
- изучать основные характеристики фотонов;
- анализировать опыты Лебедева по измерению светового давления;
- применять постулаты Бора к движению электрона в атоме водорода;
- анализировать выражение для полной энергии атома водорода в стационарном состоянии;
- обсуждать метод спектрального анализа и примеры его применения в различных областях науки и техники;
- изучать физическую сущность гипотезы де Бройля и соотношений неопределённостей Гейзенберга;
- объяснять правило квантования Бора на основе гипотезы де Бройля;
- анализировать результаты экспериментов по обнаружению волновых свойств отдельных фотонов, по наблюдению дифракции электронов;
- описывать метод квантовых флуктуаций.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют квантовую теорию электромагнитного излучения и строение атома;
- приводить примеры практического использования физических знаний о квантовой теории электромагнитного излучения и строении атома;
- обсуждать границы применимости законов классической физики в рамках принципа соответствия;

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

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома» рассчитано на 5 часов (вариант I). Увеличение учебного времени до 7 часов (вариант II) возможно за счёт проведения уроков решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроке решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка	§ 45 ЗУ: 1, 3	§ 45 ЗУ: 2
2 [2]	Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент	§ 46 ПРЗ ЗУ: 1	§ 46 ЗУ: 2 [ТЗ]
3 [3]	Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	§ 47 ПРЗ ЗУ: 1, 3 [ТЗ: 1]	§ 47 ЗУ: 2
4 [4]	Планетарная модель атома. Постулаты Бора	§ 49 ЗУ: 1, 3 [ТЗ]	§ 49 ЗУ: 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
5 [5]	Линейчатые спектры	§ 50 ЗУ: 2, 3 ПРЗ	§ 50 ЗУ: 1 [ТЗ] «Самое важное в главе»
[6–7]	Решение задач	§ 47 ЗУ: 4, 5 [ТЗ: 2] § 49 ЗУ: 4 § 50 ЗУ: 4	

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома» рассчитано на 12 часов. Из них на изучение нового материала отводится 8 часов, на решение задач – 3 часа, на проведение контрольной работы № 6 – 1 час. Лабораторная работа физического практикума ФЛР 3.7 может быть выполнена за счёт резерва учебного времени. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Квантовая физика» используются ЗПС: 1–7.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1	Равновесное тепловое излучение. Абсолютно чёрное тело. Спектральная плотность энергетической светимости. «Ультрафиолетовая катастрофа». Квантовая гипотеза Планка. Постоянная Планка	§ 45 ЗУ: 1, 3	§ 45 ЗУ: 2
2	Явление внешнего фотоэффекта. Вакуумный фотоэлемент. Явление внутреннего фотоэффекта	§ 46 ПРЗ ЗУ: 1, 3* ТЗ	§ 46 ЗУ: 2
3—4	Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	§ 47 ПРЗ ЗУ: 1, 3 ТЗ: 1	§ 47 ЗУ: 2
5	Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева	§ 48 ПРЗ ЗУ: 1 ТЗ	§ 48 ЗУ: 2, 3
6	Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Основные положения теории атома водорода	§ 49 ЗУ: 1, 3 ТЗ	§ 49 ЗУ: 2
7	Линейчатые спектры. Метод спектрального анализа. Лазеры	§ 50 ПРЗ ЗУ: 2, 3	§ 50 ЗУ: 1 ДЧ
8	Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Дифракция	§ 51 ЗУ: 2, 3 ТЗ	§ 51 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
	электронов. Соотношения неопределённости Гейзенберга	ЗПС: 7	
9—11	Решение задач	§ 47 ЗУ: 4, 5 ТЗ: 2 § 48 ЗУ: 4* ЗПС: 1—6	§ 49 ЗУ: 4 § 50 ЗУ: 4 «Самое важное в главе»
12	Контрольная работа № 6		

Структура и содержание учебного материала

Из курса физики 9 класса учащиеся знакомы с явлением радиоактивности, экспериментальным доказательством существования ядра внутри атома, протонно-нейтронной моделью атомного ядра. В курсе физики 11 класса содержание учебного материала о физике атомного ядра расширяется, например, за счёт изучения закона радиоактивного распада, материала об элементарных частицах.

Ниже приведена содержательная схема изучения главы.

Физика атомного ядра. Элементарные частицы

Физические модели: нуклонная модель атомного ядра, капельная модель атомного ядра

Физические понятия и величины: ядерные силы, удельная энергия связи атомного ядра, радиоактивность, радиоактивный распад, период полураспада, активность радиоактивного образца, ядерная реакция, термоядерный синтез, *коэффициент размножения нейтронов*, элементарные частицы

Физические законы: закон радиоактивного распада, законы сохранения зарядового и массового чисел

Практические приложения: камера Вильсона, счётчик Гейгера — Мюллера, сцинтилляционный счётчик, ядерный реактор, модель атомной бомбы, дозиметр, ионизирующее излучение и его биологическое действие, пузырьковая камера

В § 52 учебника рассматривается нуклонная модель атомного ядра. При этом анализируется вклад учёных в экспериментальные исследования состава атомного ядра. Учащиеся повторяют символическую запись химического элемента, материал о характеристиках атомного ядра (зарядовое число, массовое число). Кроме того, рассматриваются изотопы некоторых химических элементов и описываются их свойства.

При изложении § 53 учебника важно подчеркнуть, что существование устойчивых атомных ядер нельзя объяснить гравитационными и электромагнитными взаимодействиями. Предполагается, что между нуклонами действуют ядерные силы. Они представляют особый вид взаимодействия – сильное взаимодействие, обладают свойством насыщения, имеют обменный характер и др. Учащиеся знакомятся с существованием частиц-переносчиков между нуклонами – π -мезонами и их характеристиками. Кроме того, вводится удельная энергия связи как физическая величина, равная той энергии, которую необходимо сообщить каждому нуклону атомного ядра, чтобы оно распалось на отдельные нуклоны. Используя формулу Эйнштейна, можно определить энергетический эквивалент массы. По графику зависимости удельной энергии связи атомного ядра от числа нуклонов в нём (рис. 258 учебника) анализируются процессы превращения ядер с энергетической точки зрения. При углублённом изучении учащиеся рассматривают диаграммы Фейнмана, описывающие взаимодействие между нуклонами с помощью заряженных и нейтральных π -мезонов.

В § 54 учебника повторяется материал о явлении радиоактивности и её видах – естественной и искусственной, а также о радиоактивном распаде. На основе опыта Резерфорда учащиеся изучают сложный состав радиоактивного излучения. При этом можно использовать компьютерную поддержку. Далее следует рассмотреть виды радиоактивного излучения и раскрыть их физическую природу. С использованием схемы (рис. 260 учебника) обсуждается метод измерения модуля заряда альфа-частиц. Важно обратить внимание учащихся на особенности бета- и гамма-излучения. При анализе факта нестабильности некоторых ядер вводится правило смещения для альфа-распада и электронного бета-распада. При углублённом изучении можно также описать позитронный бета-распад.

В § 55 учебника рассматривается закон радиоактивного распада. Важно отметить, что процесс радиоактивного распада носит вероятностный характер. Другими словами, нельзя точно определить, какие именно ядра в радиоактивном образце распадутся за определённое время. Но для каждого радиоактивного вещества существует такой промежуток времени, на протяжении которого активность его радиоактивных ядер убывает в два раза. При этом вводятся понятия периода полураспада и активности радиоактивного образца. Затем рассматривается закон радиоактивного распада, который позволяет определить число не распавшихся радиоактивных ядер в произвольный момент времени, и приводится его математическая запись.

Из графика (рис. 263 учебника) следует, что число не распавшихся радиоактивных ядер в течение любого интервала времени, равного периоду полураспада, уменьшается в два раза. В заключение следует указать практические применения закона радиоактивного распада, например определение возраста Земли.

Из курса физики 9 класса учащимся известны некоторые ядерные реакции. В § 56 учебника данный материал дополняется сведениями об условиях протекания ядерных реакций и их различных типах. Учащиеся рассматривают на примерах прямые ядерные реакции, ядерные реакции с образованием промежуточного ядра, искусственную радиоактивность. На основе понятия дефекта масс вводится формула для расчёта энергетического выхода ядерной реакции.

Необходимо подчеркнуть, что для записи ядерной реакции используются законы сохранения зарядового и массового чисел как следствия проявления законов сохранения электрического заряда, энергии и импульса. В качестве примера рассматривается ядерная реакция, происходящая на быстрых протонах, бомбардирующих ядро лития. По рис. 265 учебника наблюдают результат реакции расщепления ядра лития. Отмечается, что ядра изотопа гелия движутся в соответствии с законом сохранения импульса. Далее повторяется материал о делении ядра и цепной ядерной реакции.

Практическое применение ядерных реакций описано в § 57 учебника. По рис. 267 учебника учащиеся изучают схему ядерного реактора. При этом объясняются способы управле-

ния ядерной реакцией в нём и вводится понятие критической массы. После этого анализируются экологические проблемы при использовании атомной энергетики, а также проблемы захоронения радиоактивных отходов. Затем рассматриваются термоядерные реакции (на примере слияния двух лёгких ядер дейтерия и трития), условия их протекания и возможные способы управления. Важно показать, что по сравнению с реакциями деления тяжёлых ядер термоядерные реакции являются энергетически более выгодными. При углублённом изучении вводится понятие коэффициента размножения нейтронов как характеристики скорости цепной реакции деления ядер.

В § 58 учебника обсуждается важность учёта отрицательно-го воздействия ионизирующего излучения на живые организмы. Для его описания следует повторить понятия дозы излучения и поглощённой дозы излучения. Затем приводятся примеры предельно допустимых доз (ПДД) излучения для лиц, работающих с источниками ионизирующей радиации.

Для характеристики биологического действия разных видов излучения вводится коэффициент относительной биологической активности. Для оценки действия ионизирующего излучения на живые организмы используется физическая величина – эквивалентная доза. Важно отметить, что в окружающей среде существует естественный радиационный фон, основным источником которого является радон и продукты его распада. Значительное внимание следует уделить мерам предосторожности при работе с радиоактивными веществами, примерам использования средств защиты при различных видах излучений. При углублённом изучении рассматривается практическое применение радиоактивных изотопов в науке, технике, медицине, сельском хозяйстве и промышленности. Кроме того, учащиеся знакомятся с методом меченых атомов, который широко применяется в медицине.

В § 59 учебника представлено описание элементарных частиц и их превращений. Учащиеся знакомятся с фундаментальными частицами и их свойствами, понятием аннигиляции как явления взаимодействия элементарной частицы с её античастицей (на примере столкновения электрона и позитрона). По рис. 269 учебника учащиеся изучают метод исследования элементарных частиц в камере Вильсона. Далее следует познако-

миться с таблицей элементарных частиц, которую используют для их классификации. В качестве обобщающего материала рассматриваются особенности фундаментальных взаимодействий: гравитационного, электромагнитного, сильного и слабого. При углублённом изучении приводится материал о кварковом составе нуклонов, вводятся понятия двух видов кварков и их характеристики.

При изучении главы проводится фронтальная лабораторная работа «Изучение треков заряженных частиц по фотографиям» (ФЛР 1.8). Фронтальная лабораторная работа «Измерение естественного радиационного фона» (ФЛР 2.8) проводится при варианте II тематического планирования (базовый уровень) или при углублённом изучении за счёт резерва учебного времени.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- повторять протонно-нейтронную модель атомного ядра;
- понимать смысл понятий и величин, используемых в физике атомного ядра: массовое и зарядовое числа, удельная энергия связи атомного ядра, радиоактивный распад, период полураспада, активность радиоактивного образца, ядерные реакции, ионизирующее излучение;
- приводить примеры изотопов водорода;
- рассматривать свойства ядерных сил, сильное (ядерное) взаимодействие нуклонов;
- изучать схему установки для исследования радиоактивного излучения;
- понимать физическую природу альфа-, бета- и гамма-излучений;
- изучать закон радиоактивного распада, различные типы ядерных реакций;
- записывать ядерные реакции, используя законы сохранения зарядового и массового чисел;
- объяснять цепную ядерную реакцию, устройство ядерного реактора по схемам;
- рассматривать биологическое действие ионизирующего излучения, используя понятия поглощённой дозы излучения и эквивалентной дозы;
- обсуждать источники естественного радиационного фона, меры предосторожности при работе с радиоактивными веществами;
- приводить примеры фундаментальных частиц;
- различать свойства элементарных частиц;
- изучать треки заряженных частиц по фотографиям;
- описывать фундаментальные взаимодействия;
- решать задачи на использование основных формул и понятий физики атомного ядра.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- обсуждать вклад отечественных и зарубежных учёных в развитие физики атомного ядра и элементарных частиц;
- анализировать график зависимости удельной энергии связи атомного ядра от числа нуклонов в нём (массового числа);
- применять правила смещения для объяснения альфа-распада и электронного бета-распада;
- анализировать график зависимости числа радиоактивных ядер от времени для изотопа с периодом полураспада $T_{1/2}$;
- понимать статистический характер закона радиоактивного распада;
- применять закон радиоактивного распада для определения возраста Земли;
- рассчитывать энергетический выход ядерных реакций;
- обсуждать условие протекания управляемой цепной ядерной реакции, используя понятие критической массы, экологические проблемы, связанные с использованием атомных электростанций, условия протекания термоядерных реакций;
- измерять естественный радиационный фон;
- обсуждать классификацию элементарных частиц (в порядке возрастания их масс);
- решать физические задачи, используя формулы, связывающие основные величины, характеризующие атомное ядро, представляя решение в общем виде, графически и (или) в числовом выражении;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению физики атомного ядра и элементарных частиц.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- изучать устройство и физические основы работы камеры Вильсона, счётчика Гейгера – Мюллера, сцинтилляционного счётчика, пузырьковой камеры;
- описывать взаимодействие между нуклонами с помощью диаграмм Фейнмана;
- применять правило смещения для позитронного бета-распада;
- обсуждать условие протекания управляемой цепной ядерной реакции, используя понятие критической массы и коэффициента размножения нейтронов;
- рассматривать схему устройства атомной бомбы;
- изучать примеры практического использования радиоактивных изотопов;
- объяснять устройство и принцип действия дозиметра;
- рассматривать кварковый состав протона и нейтрона;
- выдвигать гипотезы при изучении ядерных реакций.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют атомное ядро и элементарные частицы;
- приводить примеры практического использования физических знаний об атомном ядре и элементарных частицах;
- решать физические задачи повышенной сложности по физике атомного ядра: выбирать физическую модель, выстраивать логические цепочки рассуждений для объяснения предложенного в задаче процесса (явления) и (или) предсказания его результатов, оценивать реалистичность полученного ответа и корректировать свои рассуждения с учётом этой оценки.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Физика атомного ядра. Элементарные частицы» рассчитано на 10 часов (вариант I). Из них на изучении нового материала отводится 8 часов, на выполнение ФЛР 1.8 – 1 час, на проведение контрольной работы № 4 [№ 5] – 1 час. Увеличение учебного времени до 12 часов (вариант II) возможно за счёт проведения урока решения задач и дополнительной ФЛР 2.8. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроке решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы	§ 52 ЗУ: 2, 3 [ТЗ]	§ 52 ЗУ: 1
2 [2]	Ядерные силы. Удельная энергия связи атомного ядра	§ 53 ПРЗ ЗУ: 2, 3	§ 53 ЗУ: 1
3 [3]	Радиоактивность. Радиоактивные превращения. Альфа-, бета- и гамма-излучение. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада	§ 54 ЗУ: 3, 4 [ТЗ]	§ 54 ЗУ: 1, 2
4 [4]	Период полураспада. Закон радиоактивного распада	§ 55 ЗУ: 2, 3 [ТЗ]	§ 55 ЗУ: 1

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
5 [5]	Ядерные реакции	§ 56 ПРЗ ЗУ: 1, 3	§ 56 ЗУ: 2
6 [6]	Ядерная энергетика. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Термоядерные реакции	§ 57 ЗУ: 2—4 [ТЗ]	§ 57 ЗУ: 1
7 [7]	Ионизирующее излучение и его биологическое действие. Дозиметрия	§ 58 ЗУ: 1, 3 [ТЗ]	§ 58 ЗУ: 2
8 [8]	Элементарные частицы и их превращения. Фундаментальные взаимодействия	§ 59 [ТЗ]	§ 59
[9]	Решение задач	§ 52 ЗУ: 4 § 53 ЗУ: 4 § 56 ЗУ: 5 § 58 ЗУ: 4	
9 [10—11]	ФЛР 1.8 [ФЛР 2.8]		«Самое важное в главе»
10 [12]	Контрольная работа № 4 [№ 5]		

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Физика атомного ядра. Элементарные частицы» рассчитано на 14 часов. Из них на изучение нового материала отводится 8 часов, на решение задач – 4 часа, на выполнение ФЛР 1.8 и ФЛР 2.8 – 2 часа. Значительное внимание следует уделить решению ЗПС и выполнению индивидуальных заданий творческого характера. Для рассматриваемой главы из раздела «Квантовая физика» используются ЗПС: 8–12.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1	Нуклонная модель атомного ядра. Изотопы. Методы наблюдения и регистрации заряженных частиц	§ 52 ЗУ: 2, 3 ТЗ	§ 52 ЗУ: 1
2	Ядерные силы. Диаграммы Фейнмана. Удельная энергия связи атомного ядра	§ 53 ПРЗ ЗУ: 2, 3	§ 53 ЗУ: 1
3	Радиоактивность. Радиоактивные превращения. Альфа-, бета- и гамма-излучения. Правила смещения для альфа-распада и бета-распада	§ 54 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 54 ЗУ: 1, 2
4	Период полураспада. Закон радиоактивного распада. Определение возраста Земли	§ 55 ЗУ: 2, 3 ТЗ	§ 55 ЗУ: 1
5	Ядерные реакции	§ 56 ПРЗ ЗУ: 1, 3	§ 56 ЗУ: 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
6	Ядерная энергетика. Критическая масса. Коэффициент размножения нейтронов. Экологические проблемы работы атомных электростанций. Термоядерные реакции	§ 57 ЗУ: 2, 4 ТЗ	§ 57 ЗУ: 1
7	Ионизирующее излучение и его биологическое действие. Дозиметрия. Применение радиоактивных изотопов в сельском хозяйстве, промышленности и медицине	§ 58 ЗУ: 1, 3 ТЗ	§ 58 ЗУ: 2
8	Элементарные частицы и их превращения. Классификация элементарных частиц. Кварки. Фундаментальные взаимодействия	§ 59 ТЗ	§ 59 «Самое важное в главе»
9—12	Решение задач	§ 52 ЗУ: 4 § 56 ЗУ: 4, 5 § 58 ЗУ: 4 ЗПС: 8—12	§ 53 ЗУ: 4 § 57 ЗУ: 3
13	ФЛР 1.8		
14	ФЛР 2.8		

Структура и содержание учебного материала

При изучении главы учащиеся знакомятся с некоторыми элементами астрофизики, например, физической природой Солнца и звёзд, проявлениями солнечной активности и её влиянием на нашу планету, представлениями о строении и эволюции Вселенной. При этом обобщается учебный материал о современных физических теориях, о спектральном методе, который широко используется при исследовании космических объектов.

Ниже приведена содержательная схема изучения главы.

Элементы астрофизики
Вселенная и её объекты: наша Галактика, Солнечная система, границы Вселенной, методы определения расстояний до космических объектов
Строение и эволюция Галактики: галактическое ядро, спиральные рукава, виды галактик, расширение Вселенной, закон Хаббла, гипотеза Большого взрыва, реликтовое излучение
Эволюция звёзд: характеристики звёзд, спектральные классы звёзд, этапы эволюции звёзд
Солнце: термоядерные реакции, протекающие в недрах Солнца, строение Солнца и её атмосферы, солнечные затмения, проявления солнечной активности, гипотеза происхождения Солнечной системы
Физическая природа тел Солнечной системы: планеты земной группы, планеты-гиганты, астероиды, кометы, метеоры

В § 60 учебника рассматриваются Вселенная и её объекты, а также обобщаются сведения о больших звёздных системах — галактиках. В этой связи рекомендуется провести оценку массы нашей Галактики с помощью закона всемирного тяготения и второго закона Ньютона. Для определения расстояний до различных космических объектов вводится физическая величина — световой год. Учащиеся рассматривают методы определения расстояний до космических объектов. Одним из них является метод параллаксов. При его использовании следует ввести такие понятия, как базис, параллакс точки, горизонтальный экваториальный параллакс небесного тела. После этого необходимо повторить материал об астрономической единице (среднее расстояние от Земли до Солнца), а также познакомить учащихся с ещё одной единицей расстояния, принятой в астрономии, — парсеком. Кроме того, важно обсудить и радиолокационные методы, благодаря которым была осуществлена радиолокация Луны, Солнца, Меркурия, Венеры, Марса и Юпитера.

В § 61 учебника представлен материал о строении, расширении и эволюции нашей Галактики. Прежде всего, рассматриваются её отдельные области, например, диск, спиральные рукава, галактическое ядро, приводятся их характеристики. При этом обращается внимание на то, что Галактики образуют скопления, например, туманность Андромеды, большое Магелланово облако. В этом контексте важно обсудить вопрос о крупномасштабной структуре Вселенной. После этого следует изучить различные типы галактик и привести небольшую справку о квазарах.

Затем рассматривается закон Хаббла, согласно которому скорости удаления Галактик возрастают прямо пропорционально расстоянию до них. Далее вводится постоянная Хаббла, объясняется её физический смысл. Значительную часть учебного времени следует посвятить обсуждению гипотезы Большого взрыва о происхождении Вселенной, причины разбегания Галактик, возникновения реликтового излучения.

Материал § 62 учебника посвящён эволюции звёзд как наиболее распространённых из наблюдаемых объектов Вселенной. С учащимися необходимо рассмотреть некоторые характеристики звёзд и сравнить их с параметрами Солнца. В таблице 19 учебника приводятся примеры звёзд и их характеристики —

температура и цвет поверхности, спектральный класс. Они используются для классификации типов звёзд. К ним относятся гиганты, сверхгиганты, белые карлики. Особое внимание следует уделить описанию физических процессов, приводящих к уменьшению размеров звезды, что объясняет эволюцию звёзд и образование таких астрофизических объектов, как нейтронные звёзды, пульсары и чёрные дыры.

В § 63 учебника обсуждаются характеристики Солнца, проявления солнечной активности и её влияние на Землю. Прежде всего, приводится наиболее вероятная цепочка термоядерных реакций, протекающих в недрах Солнца (протон-протонный цикл). Именно термоядерные реакции являются основным источником энергии Солнца. Важно отметить, что для исследования Солнца и других звёзд используется метод спектрального анализа.

После этого изучается строение солнечной атмосферы, состоящей из фотосферы, хромосферы и короны, приводятся их характерные особенности, в частности температура, протяжённость. Далее рассматриваются процессы возникновения солнечных пятен, вспышек и протуберанцев. С помощью рис. 275 учебника анализируется зависимость количества солнечных пятен от периода, который в среднем можно принять равным 11 годам. В завершение с учащимися необходимо обсудить принятую на сегодняшний день гипотезу происхождения Солнечной системы.

В § 64 учебника изучается физическая природа тел Солнечной системы. В нём обобщается содержание учебного материала из курса физики 9 класса о планетах земной группы и планетах-гигантах. Сначала рассматриваются планеты земной группы, анализируются их характеристики в сравнении с параметрами Земли: наличие и состав атмосферы, спутников, плотность, размеры, масса, среднее расстояние от Солнца, модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности, период обращения вокруг Солнца. По той же схеме рекомендуется изложить материал о планетах-гигантах. Учащиеся также рассматривают малые тела Солнечной системы — астероиды, кометы и метеоры, их строение и характеристики.

Заключение к курсу физики старшей школы отражает представления о современной физической картине мира как

неотъемлемой части культуры человека. При этом показаны исторические этапы её формирования: механическая картина мира, электродинамическая картина мира, квантово-статистическая картина мира. Кроме того, проводится обобщение общенаучных понятий, научного метода познания и методологических принципов (например, симметрии, соответствия, относительности, причинности).

Важно отметить, что в современной физике и астрофизике окончательно не решён целый ряд вопросов, например, выяснение природы чёрных дыр, квазаров, тёмной материи и тёмной энергии, особенностей взаимодействия элементарных частиц.

Планируемые результаты обучения

Базовый уровень

По окончании изучения главы учащийся научится:

- приводить примеры объектов Вселенной;
- оценивать расстояния до различных космических объектов, используя следующие единицы измерения: парсек, световой год, астрономическая единица;
- рассматривать методы параллакса и радиолокации для измерения расстояний до космических объектов;
- описывать строение и эволюцию нашей Галактики;
- формулировать закон Хаббла и понимать физический смысл постоянной Хаббла;
- обсуждать гипотезу Большого взрыва;
- сравнивать звёзды, используя следующие параметры: размер, масса, температура и цвет поверхности;
- объяснять физические процессы, происходящие на Солнце;
- изучать строение солнечной атмосферы, проявления солнечной активности и её влияние на протекание процессов на Земле;
- повторять физическую природу планет земной группы, планет-гигантов и малых тел Солнечной системы, используя их параметры.

По окончании изучения главы учащийся получит возможность научиться:

- обсуждать возникновение излучения квазара;
- приводить примеры типов галактик (по внешнему виду);
- понимать, что эволюция звезды определяется массой её ядра;
- обсуждать особенности нейтронных звёзд, пульсаров, чёрных дыр, гипотезу происхождения Солнечной системы;
- решать задачи на определение расстояний до космических объектов и использование закона Хаббла;

- обсуждать исторические этапы развития физической картины мира, важнейшие методологические принципы;
- осуществлять самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах, выполнять учебно-исследовательские и проектные работы по изучению элементов астрофизики.

Углублённый уровень

По окончании изучения главы в дополнение к достигнутым планируемым результатам обучения базового уровня учащийся научится:

- определять примерное число звёзд в нашей Галактике;
- объяснять явление разбегания галактик, используя эффект Доплера;
- анализировать диаграмму «спектр — светимость»;
- проводить наблюдения лунного ландшафта и изменения фаз Луны;
- выдвигать гипотезы при проведении астрономических наблюдений.

По окончании изучения главы учащийся дополнительно получит возможность научиться:

- конструировать обобщающие таблицы и схемы, содержащие понятия (физические величины, законы, уравнения), которые характеризуют элементы астрофизики;
- приводить примеры практического использования физических знаний об элементах астрофизики;
- обсуждать физическую картину мира как модель природы.

Поурочное планирование

Базовый уровень

Поурочное планирование главы «Элементы астрофизики» рассчитано на 5 часов (вариант I). Увеличение учебного времени до 8 часов (вариант II) возможно за счёт увеличения количества часов на изучение учебного материала и проведения урока решения задач. Задания творческого характера, а также некоторые задания и упражнения могут быть выполнены на уроке решения задач.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1 [1]	Вселенная и её объекты. Определение расстояний до небесных тел	§ 60 ЗУ: 1, 3 [ТЗ]	§ 60 ЗУ: 2
2 [2–3]	Строение Галактики. Типы галактик. Закон Хаббла. Расширение Вселенной и её эволюция	§ 61 ЗУ: 1 [ТЗ]	§ 61 ЗУ: 2
3 [4]	Физическая природа Солнца и звёзд. Эволюция звёзд	§ 62 ЗУ: 2 [ТЗ]	§ 62 ЗУ: 1
4 [5]	Солнечная активность и её влияние на Землю	§ 63 [ТЗ: 1]	§ 63 [ТЗ: 2]
5 [6–7]	Физическая природа тел Солнечной системы. Заключение	§ 64 ЗУ: 3, 4 [ТЗ]	§ 64 ЗУ: 1, 2 «Самое важное в главе»

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
[8]	Решение задач	§ 60 ЗУ: 4, 5 § 61 ЗУ: 3, 4 § 62 ЗУ: 3 § 64 ЗУ: 5	

Углублённый уровень

При углублённом изучении поурочное планирование главы «Элементы астрофизики» рассчитано на 9 часов. Из них на изучение нового материала отводится 7 часов, на решение задач – 1 час, на проведение контрольной работы № 7 – 1 час. Значительное внимание следует уделить выполнению индивидуальных заданий творческого характера.

Предлагаемое планирование следует рассматривать как один из возможных вариантов изучения данной главы.

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
1	Вселенная и её объекты. Определение расстояний до небесных тел объектов	§ 60 ЗУ: 1, 3 ТЗ	§ 60 ЗУ: 2
2–3	Строение Галактики. Местная группа. Типы галактик. Квазары. Закон Хаббла. Расширение Вселенной и её эволюция. Реликтовое излучение	§ 61 ЗУ: 1 ТЗ	§ 61 ЗУ: 2

Номер урока	Тема урока	Задания и упражнения в классе	Домашняя работа
4	Физическая природа Солнца и звёзд. Эволюция звёзд	§ 62 ЗУ: 2 ТЗ	§ 62 ЗУ: 1
5	Солнечная активность и её влияние на Землю. Гипотеза происхождения Солнечной системы	§ 63 ТЗ: 1	§ 63 ТЗ: 2
6—7	Физическая природа тел Солнечной системы. Заключение	§ 64 ЗУ: 3, 4 ТЗ	§ 64 ЗУ: 1, 2
8	Решение задач	§ 60 ЗУ: 4, 5 § 61 ЗУ: 3, 4 § 62 ЗУ: 3	§ 64 ЗУ: 5 «Самое важное в главе»
9	Контрольная работа № 7		

Методические рекомендации к проведению самостоятельных и контрольных работ

Выполнение самостоятельных и контрольных работ позволяет оценить уровень усвоения учебного материала учащимися, выявить пробелы в приобретённых ими знаниях и умениях, сопоставить достигнутые образовательные результаты с поставленными целями, проанализировать эффективность используемых методов и технологий обучения, корректировать работу учителя и общеобразовательной организации в целом.

Содержание каждой самостоятельной и контрольной работы составляют задания с выбором ответа, задание на установление соответствия, теоретический вопрос и расчётная задача (расчётные задачи на углублённом уровне). Каждая контрольная работа представлена в двух вариантах. В рубрику «Дополнительные задания» (базовый уровень) включены дополнительные задания для варианта II тематического планирования. Из них учитель может составить другие варианты контрольной работы в зависимости от уровня подготовки учащихся по физике и математике.

В таблицах 1–2 приведены методические указания по планированию самостоятельных и контрольных работ (базовый и углублённый уровни) в зависимости от изучения учебного материала главы (или глав) учебника. Выбранная последовательность работ определяется содержанием программы по физике*.

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

Методические указания по планированию самостоятельных и контрольных работ

Базовый уровень

Таблица 1

№ главы	Название главы	Самостоятельная работа	Контрольная работа
1	Законы постоянного тока	Проводится на уроке решения задач при базовом изучении для варианта I тематического планирования	Для варианта II тематического планирования курса физики контрольная работа № 1 проводится по главе 1
2	Магнитное поле		Для варианта I тематического планирования курса физики контрольная работа № 1 проводится по главам 1, 2. Для варианта II тематического планирования курса физики контрольная работа № 2 проводится по главе 2
3	Электромагнитная индукция	Проводится на уроке решения задач	

Окончание табл. 1

№ главы	Название главы	Самостоятельная работа	Контрольная работа
4	Механические колебания и волны	Проводится на уроке решения задач	
5	Электромагнитные колебания и волны		Для варианта I тематического планирования курса физики контрольная работа № 2 проводится по главам 3—5. Для варианта II тематического планирования курса физики контрольная работа № 3 проводится по главам 3—5
6	Геометрическая оптика	Проводится на уроке решения задач	
7	Световые волны		Для варианта I тематического планирования курса физики контрольная работа № 3 проводится по главам 6, 7. Для варианта II тематического планирования курса физики контрольная работа № 4 проводится по главам 6, 7

8	Элементы специальной теории относительности	Проводится на уроке решения задач	
9	Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома	Проводится на уроке решения задач	
10	Физика атомного ядра. Элементарные частицы	Проводится на уроке решения задач	Для варианта I тематического планирования курса физики контрольная работа № 4 проводится по главам 8—10. Для варианта II тематического планирования курса физики контрольная работа № 5 проводится по главам 8—10.
11	Элементы астрофизики	Проводится на уроке решения задач	

Углублённый уровень

Таблица 2

№ главы	Название главы	Самостоятельная работа	Контрольная работа
1	Законы постоянного тока		Контрольная работа № 1 проводится по главе 1
2	Магнитное поле		Контрольная работа № 2 проводится по главе 2
3	Электромагнитная индукция	Проводится на уроке решения задач	
4	Механические колебания и волны		Контрольная работа № 3 проводится по главам 3—4
5	Электромагнитные колебания и волны		Контрольная работа № 4 проводится по главе 5
6	Геометрическая оптика	Проводится на уроке решения задач	
7	Световые волны		Контрольная работа № 5 проводится по главам 6, 7
8	Элементы специальной теории относительности	Проводится на уроке решения задач	

9	Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома		Контрольная работа № 6 проводится по главам 8, 9
10	Физика атомного ядра. Элементарные частицы	Проводится на уроке решения задач	
11	Элементы астрофизики		Контрольная работа № 7 проводится по главам 10, 11

Оглавление

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ	3
Глава 1. Законы постоянного тока	3
Структура и содержание учебного материала	3
Планируемые результаты обучения	10
Поурочное планирование	14
Глава 2. Магнитное поле	19
Структура и содержание учебного материала	19
Планируемые результаты обучения	25
Поурочное планирование	28
Глава 3. Электромагнитная индукция	32
Структура и содержание учебного материала	32
Планируемые результаты обучения	36
Поурочное планирование	38
КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	41
Глава 4. Механические колебания и волны	41
Структура и содержание учебного материала	41
Планируемые результаты обучения	46
Поурочное планирование	49
Глава 5. Электромагнитные колебания и волны	53
Структура и содержание учебного материала	53
Планируемые результаты обучения	61
Поурочное планирование	65
ОПТИКА	70
Глава 6. Геометрическая оптика	70
Структура и содержание учебного материала	70
Планируемые результаты обучения	74
Поурочное планирование	77
Глава 7. Световые волны	80
Структура и содержание учебного материала	80
Планируемые результаты обучения	84
Поурочное планирование	87

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ	90
Глава 8. Элементы специальной теории относительности	90
Структура и содержание учебного материала	90
Планируемые результаты обучения	93
Поурочное планирование	95
Глава 9. Квантовая теория электромагнитного излучения. Строение атома	98
Структура и содержание учебного материала	98
Планируемые результаты обучения	103
Поурочное планирование	107
Глава 10. Физика атомного ядра. Элементарные частицы	111
Структура и содержание учебного материала	111
Планируемые результаты обучения	116
Поурочное планирование	119
Глава 11. Элементы астрофизики	123
Структура и содержание учебного материала	123
Планируемые результаты обучения	127
Поурочное планирование	129
Методические рекомендации к проведению самостоятельных и контрольных работ	132

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок