



# Ф

# изика

## Проектирование учебного курса

### 11 класс



вентана  
граф



# ФИЗИКА

Алгоритм успеха

А. В. Грачёв  
В. А. Погожев  
П. Ю. Боков  
И. А. Яковлева

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА 11 КЛАСС

Методическое пособие



Москва  
Издательский центр  
«Вентана-Граф»  
2017

УДК 373.5.016:53  
ББК 74.262.22  
Г75

**Грачёв, А. В.**  
Г75 **Физика : 11 класс : проектирование учебного курса : методическое пособие / А. В. Грачёв, В. А. Погожев, П. Ю. Боков и др. — М. : Вентана-Граф, 2017. — 175, [1] с. : ил.**

ISBN 978-5-360-08588-1

Методическое пособие для учителей вместе с учебником, рабочими тетрадями и тетрадь для лабораторных работ составляет учебно-методический комплект «Физика. 11 класс» (авторы А. В. Грачёв, В. А. Погожев и др.). Данное пособие включает в себя общую характеристику курса физики в 10–11 классах, тематическое планирование в трёх вариантах — для 70 часов (2 часа в неделю), 105 часов (3 часа в неделю) и 175 часов (5 часов в неделю), методические рекомендации к разделам курса, планируемые результаты обучения и примерные варианты контрольных работ.

УДК 373.5.016:53  
ББК 74.262.22

ISBN 978-5-360-08588-1

© Грачёв А. В., Погожев В. А., Боков П. Ю., Яковлева И. А., 2017  
© Издательский центр «Вентана-Граф», 2017

## Общая характеристика курса физики в 10—11 классах

Физика как наука о наиболее общих законах природы, выступая в качестве учебного предмета в школе, вносит существенный вклад в формирование системы знаний об окружающем мире.

Изучение физики необходимо для овладения основами естественных наук, являющихся неотъемлемым компонентом современной культуры, для формирования современного целостного мировоззрения, соответствующего уровню развития наук и технологий, общественной практики.

Для решения задач формирования основ научного мировоззрения, развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников основное внимание в процессе изучения физики уделено не только передаче суммы знаний, но и знакомству с научным методом познания окружающего мира, требующим от обучающихся самостоятельной деятельности.

Вклад физики как учебного предмета в достижение общих целей среднего (полного) образования на базовом уровне заключается:

- в завершении формирования относительно целостной системы знаний на основе современной физической картины мира, знакомстве с наиболее важными открытиями в области физики, оказавшими определяющее влияние на развитие цивилизации;

- в формировании убеждённости в ценности образования, значимости физических знаний для каждого человека, независимо от его профессиональной деятельности;

- в овладении представлениями о научном методе познания и физических методах исследования, их использовании, о современном уровне развития науки, техники, технологий;

- в приобретении умений применять полученные знания на практике для объяснения природных явлений, эффективного и безопасного использования современных технических средств и технологий, рационального природопользования и защиты окружающей среды.

В дополнение к этим целям изучение физики на углублённом уровне предполагает:

– формирование научного мировоззрения, усвоение основных идей физических теорий, законов и принципов, лежащих в основе современной физической картины мира;

– развитие индивидуальных и творческих способностей в области физики с учётом профессиональных намерений, интересов и запросов;

– формирование устойчивой потребности учиться, готовности к продолжению образования, саморазвитию и самовоспитанию, к созидательной и ответственной трудовой деятельности;

– приобретение умений применять полученные знания для решения задач, эффективной подготовки к получению профессионального образования;

– получение первоначального опыта исследовательской деятельности;

– воспитание убеждённости: в необходимости сотрудничества в процессе выполнения поставленных задач; необходимости соблюдения морально-этических критериев в процессе научных исследований и при реализации научных достижений; в возможности использования достижений физики на благо человеческой цивилизации и для научно-технического прогресса.

Предложенный курс базируется на *единой концепции преподавания физики в школе*, которая предполагает в отношении учебного материала:

1) логическую последовательность его изучения;

2) ступенчатость изложения, учитывающую сформированность необходимого на данном этапе математического аппарата;

3) преемственность вводимых понятий;

4) возможность автономного обучения, позволяющую ученику самостоятельно разобраться в изучаемом материале;

5) организацию для его освоения совместной деятельности по решению физических задач, проведению экспериментальных исследований, проектных и учебно-исследовательских работ;

6) достаточность для решения образовательных задач;

7) поэтапную систематизацию знаний и возможность поэтапного контроля знаний;

8) дифференцированное изложение материала, реализующее двухуровневый подход к обучению.

Данный курс физики использует классическое построение и обучение по концентрической системе (7–9 классы и 10–11 классы), что способствует формированию у учащихся *целостной базы знаний*. Он является логическим продолжением курса физики основной школы. Наряду с изложением нового учебного материала идёт обращение к уже полученным в основной школе знаниям. Ряд ключевых материалов из курса основной школы повторяется учащимися для того, чтобы обеспечить непрерывность обучения, более качественно изучить новые темы. Всё это позволяет систематизировать изученное, дополнить его в соответствии с требованиями образовательного стандарта среднего образования до логически завершенной системы, дать учащимся возможность лучше подготовиться к единому государственному экзамену (ЕГЭ) и продолжить обучение с целью получить профессиональное образование.

Курс физики 11 класса содержит разделы: «Электродинамика» (продолжение), в котором представлены материалы о постоянном токе в различных средах, электромагнитных явлениях, колебаниях и волнах, квантовой физике и астрофизике. В разделе «Колебания и волны» рассматриваются механические и электромагнитные колебания, механические и электромагнитные волны, выявляется сходство в законах описания колебаний и волн разной природы, определяются их различия. В заключительном разделе рассматриваются вопросы физики микро- и мегамира. При этом ранее изученный материал систематизируется и дополняется в соответствии с требованиями образовательного стандарта среднего общего образования.

При построении данного курса сохраняется ступенчатость в изучении школьной физики; рассмотрение физических теорий проводится с учётом возросших возможностей учащихся (обогащения их математического аппарата, увеличения объёма естественно-научных знаний). При этом соблюдается преемственность в отношении введённых в 7–9 классах определений физических величин, обозначений, формулировок физических законов.

С учётом того, что в 10–11 классах осуществляется систематизация физических знаний, полученных за весь период обуче-

ния в школе, данный курс предусматривает достаточно подробное и обстоятельное изложение теоретического материала, методик решения задач и проведения экспериментальных работ. Подробное изложение рассчитано на учеников с разными способностями и умениями и предполагает самостоятельную работу с текстом, в частности для устранения затруднений в усвоении темы или для получения ответа на возникший вопрос. Таким образом, реализуются требования к метапредметным результатам освоения образовательной программы, связанным с умением самостоятельно приобретать знания.

В то же время в данном курсе предусмотрена организация совместной деятельности по решению задач, проведению экспериментальных исследований, проектных и учебно-исследовательских работ в целях освоения коммуникативных универсальных учебных действий.

Неупорядоченность в знаниях может помешать усвоению нового и более сложного материала. Поэтому в представленном курсе при изложении учебного материала организовано *три этапа систематизации знаний*.

На первом этапе выделяются наиболее важные положения в тексте параграфа, которые способствуют пониманию нового материала и его закреплению. На втором этапе предусмотрена систематизация (в процессе обязательного составления обучающимися конспекта – итогов главы) полученных знаний по теме и проведение на этой основе контроля знаний и самоконтроля. Итоги в конце глав представляют наиболее важную информацию по главе (разделу) в наглядном текстово-графическом виде, с установленными внутренними связями (третий этап систематизации). Итоги-конспекты к параграфам, итоги к разделам могут быть использованы перед контрольными работами для повторения учебного материала по теме, а также при подготовке к ЕГЭ.

Деятельностный подход требует постоянной опоры процесса обучения физике на демонстрационный эксперимент, выполняемый учителем, и лабораторные работы и опыты, выполняемые учащимися. Поэтому в курсе предусмотрено выполнение фронтальных лабораторных работ, экспериментальных и теоретических заданий творческого характера. Эти виды деятельности направлены на знакомство учащихся с научным мето-

дом познания, формирование умений планировать и проводить экспериментальную работу с использованием измерительных приборов, измерять физические величины, проводить обработку результатов измерений (оценку погрешностей измерений), анализировать полученные экспериментальные данные.

Задача применения полученных знаний решается на протяжении всего курса физики 10–11 классов за счёт: а) изучения принципов действия различных технических устройств, с которыми человек имеет дело в повседневной жизни; б) решения практических, бытовых задач, в том числе связанных с экологией и безопасностью в современном технологическом мире.

Особое место в курсе отведено формированию умений учащихся применять полученные знания для *решения физических задач разного уровня сложности*. При этом на углублённом уровне изучения предмета повышенное внимание уделяется аналитической работе на заключительной стадии изучения нового материала и при решении задач (в том числе анализ полученных результатов, проверка ответа).

На основании приведённых образцов решения задач с использованием стандартных алгоритмов и полученных умений обучающиеся получают возможность самостоятельно вырабатывать способы действий при решении различных физических задач. С этой же целью в учебниках разбирается решение задач в общем виде и задач, требующих для их решения аналитической работы с данными.

Представленный курс предполагает изучение физики на двух уровнях: базовом и углублённом. С этой целью все материалы (теоретический, задачный и контрольный) разделены для изучения предмета на базовом уровне и на углублённом уровне.

Углублённый уровень изучения предмета предполагает формирование предметных компетенций базового уровня как основы для углубления содержания курса. При этом его отличают: большая теоретическая глубина материала, усложнённость решаемых задач, выполнение сложных учебно-исследовательских и проектных работ, более высокий уровень требований к планируемым результатам обучения. Таким образом, обучающиеся на углублённом уровне сначала изучают материалы на базовом уровне, после чего переходят к изучению дополнительных материалов.



В классах с базовым уровнем изучения предмета предусмотрены фронтальные лабораторные работы. В классах, изучающих физику на углублённом уровне, выполнение лабораторных работ предусмотрено в двух вариантах: фронтальные лабораторные работы и лабораторные практикумы. Темы работ лабораторного практикума учитель выбирает самостоятельно, в зависимости от уровня подготовки обучающихся и наличия оборудования в кабинете физики.

При планировании *проектной и учебно-исследовательской деятельности* обучающихся рекомендуется использовать следующую идеологию отбора тем:

- информационно-поисковые проекты, связанные с историей науки: научными открытиями, физическими экспериментами, созданием физических приборов, технических устройств, методов исследования;
- информационно-поисковые проекты, связанные с анализом информации и проверкой с точки зрения науки (физики) сведений, обсуждаемых в научно-популярной литературе и средствах массовой информации, с подготовкой обзоров и отчётов по изучаемой теме;
- проекты-реконструкции физических экспериментов в целях освоения естественно-научных методов исследования природы (наблюдение, постановка проблемы, выдвижение «хорошей гипотезы», эксперимент, моделирование, использование математических моделей, теоретическое обоснование, установление границ применимости модели/теории);
- проектирование технических устройств с использованием известных моделей и методов;
- экологические исследования, выполненные с помощью физических приборов.

## Место курса физики в учебном плане

Содержание обучения физике выстроено линейно и рассчитано *не менее* чем на 140 часов за два года обучения для базового уровня и на 315 часов за два года обучения – для углублённого уровня.

При двухчасовом планировании (по 2 часа в неделю – всего 140 часов, в 11 классе – 70 часов) учащиеся изучают только материалы базового уровня. Примерное распределение часов по темам для данного варианта планирования приведено в таблице 1.

При трёхчасовом планировании (по 3 часа в неделю – всего 210 часов, в 11 классе – 105 часов) больше учебного времени уделяется: а) изучению основного курса; б) решению задач в целях подготовки к ЕГЭ по предмету. Примерное распределение часов по темам для данного варианта планирования приведено в таблице 2.

При изучении физики на углублённом уровне (5 часов в неделю в 11 классе – всего 175 часов) в дополнение к основному курсу изучаются материалы для углублённого уровня. Материалы этого уровня представлены как дополняющие и расширяющие базовый уровень. Они выделяются в блоки, расположенные в конце параграфов (в случае, если они являются расширением темы базового уровня), либо представлены дополнительными параграфами для углублённого изучения (если рассматриваемая тема изучается только на углублённом уровне). Примерное распределение часов по темам для данного варианта планирования приведено в таблице 3.

Резервное время может быть использовано как для введения дополнительного содержания обучения, так и для увеличения времени на изучение отдельных тем, организацию повторения, внеурочную деятельность и т. п.

Таблица 1

**Тематическое планирование курса физики 11 класса  
для базового уровня (2 часа в неделю)**

Наименование раздела, темы	Количе- ство часов	Лаборатор- ные, прак- тические работы	Контроль- ные работы
Постоянный электрический ток	11	2	1
Магнитное поле	5	–	–
Электромагнитная индукция	7	1	1
Колебания и волны	13	–	1
Геометрическая оптика. Свойства волн	12	1	1
Элементы теории относительности	2	–	–
Квантовая физика. Строение атома	6	–	–
Атомное ядро. Элементарные частицы	8	1	1
Строение Вселенной	3	–	–
Резерв времени	3	–	–
<b>Итого</b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Таблица 2

**Тематическое планирование курса физики 11 класса  
для базового уровня (3 часа в неделю)**

Наименование раздела, темы	Количе- ство часов	Лаборатор- ные, прак- тические работы	Контроль- ные работы
Постоянный электрический ток	15	2	2

Наименование раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Магнитное поле	8	—	1
Электромагнитная индукция	7	1	1
Колебания и волны	17	—	2
Геометрическая оптика. Свойства волн	14	1	1
Элементы теории относительности	2	—	—
Квантовая физика. Строение атома	7	—	—
Атомное ядро. Элементарные частицы	11	2	1
Строение Вселенной	4	—	—
Практикум по профилю обучения	15	—	1
Резерв времени	5	—	—
<b>Итого</b>	<b>105</b>	<b>6</b>	<b>9</b>

Таблица 3

**Тематическое планирование курса физики 11 класса  
для углублённого уровня (5 часов в неделю)**

Наименование раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Постоянный электрический ток	26	2	2
Магнитное поле	12	—	1

Окончание табл. 3

Наименование раздела, темы	Количество часов	Лабораторные, практические работы	Контрольные работы
Электромагнитная индукция	12	1	1
Колебания и волны	24	—	2
Геометрическая оптика. Свойства волн	27	2	1
Элементы теории относительности	4	—	—
Квантовая физика. Строение атома	12	—	—
Атомное ядро. Элементарные частицы	16	2	1
Строение Вселенной	6	—	—
Практикум по подготовке к экзамену	25	—	1
Резерв времени	11	—	—
<b>Итого</b>	<b>175</b>	<b>7</b>	<b>9</b>

# Планируемые результаты обучения физике в 11 классе

## Базовый уровень

### Механические явления

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять основные свойства таких механических явлений, как колебания, волновые явления;
- описывать механические явления, используя для этого такие физические величины, как амплитуда, период, частота и фаза колебаний, кинетическая, потенциальная и механическая энергии при гармонических колебаниях, вынуждающая сила, длина волны и скорость её распространения; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин;
- объяснять смысл таких физических моделей, как колебательная система, пружинный и математический маятники, гармонические колебания; использовать их при изучении механических колебаний, воспроизведении научного метода познания;
- рассматривать преобразования энергии при механических колебаниях, основные свойства и закономерности резонанса; приводить примеры проявления резонанса;
- понимать смысл уравнений гармонических колебаний; объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин;
- проводить прямые и косвенные измерения физических величин; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;
- выполнять экспериментальные исследования механических колебаний; описывать и экспериментально исследовать такие характеристики звука, как громкость, высота тона и тембр;
- решать физические задачи, используя знание уравнений гармонических колебаний, представляя решение в общем виде и (или) в числовом выражении.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о механических явлениях и физических законах; применять эти знания в повседневной жизни — для бытовых нужд, в учебных целях, для охраны здоровья, безопасного использования машин, механизмов, технических устройств;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, периода колебаний математического маятника от длины нити, периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины);
- 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 в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения учебно-исследовательских и проектных работ по механическим колебаниями и волнам.

### **Электромагнитные явления. Оптика**

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять основные свойства таких электромагнитных явлений, как электрический ток, условия его возникновения, тепловое действие тока, электрический ток в электролитах, газах, вакууме, полупроводниках, проводимость полупроводников, намагничивание вещества, магнитное взаимодействие, действие магнитного поля на проводник с током и рамку с током, магнитное взаимодействие проводников с токами, индукционный ток, электромагнитная индукция, действие вихревого электрического поля на электрические заряды, самоиндукция, электромагнитные колебания и волны, поляризация волн, прямолинейное распространение, отражение и преломление света, полное (внутреннее) отражение, дисперсия, интерференция и дифракция света;
- описывать электромагнитные явления, используя для этого такие физические величины и понятия, как разность потенциалов, напряжение, заряд и ёмкость конденсатора, энергия элек-

трического поля, сила тока, сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа тока, мощность тока (средняя и мгновенная), ЭДС, внутреннее сопротивление источника тока, индукция магнитного поля, сила Лоренца, сила Ампера, магнитная проницаемость вещества, ЭДС индукции, магнитный поток, индуктивность, энергия магнитного поля, энергия колебательной электромагнитной системы, резонансная частота, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности, скорость и длина электромагнитной волны, абсолютный и относительный показатели преломления, фокусное расстояние линзы, оптическая сила линзы, коэффициент поперечного увеличения, интенсивность волны, разность хода, волновой цуг, плоскость поляризации; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин;

- понимать смысл физических законов: Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи, Джоуля – Ленца, электромагнитной индукции, прямолинейного распространения света, независимости световых пучков, отражения света, преломления света; принципов: Гюйгенса, Гюйгенса – Френеля; условий интерференционных максимумов и минимумов; уравнения гармонических колебаний в контуре; формулы Томсона; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;

- объяснять смысл таких физических моделей, как магнитная стрелка, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле, точечный источник света, световой луч, однородная и изотропная среда, тонкая линза; использовать их при изучении оптических явлений, физических законов, воспроизведении научного метода познания природы;

- определять направления магнитной индукции, магнитной составляющей силы Лоренца, магнитных линий поля проводников с токами, силы Ампера, индукционного тока (используя правило Ленца), ход лучей при построении изображений в зеркалах и тонких линзах;

- проводить прямые и косвенные измерения физических величин; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений;



- выполнять экспериментальные исследования электромагнитных явлений: протекания электрического тока, действия источника тока, магнитного взаимодействия, электромагнитной индукции, отражения и преломления света, волновых свойств света; исследования зависимостей между физическими величинами, проверку гипотез при изучении законов: Ома для участка цепи, электромагнитной индукции, преломления света;
- рассчитывать сопротивление системы, состоящей из нескольких проводников, соединённых между собой;
- рассматривать процессы, происходящие при гармонических колебаниях в контуре; процессы, происходящие в цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление; вынужденные электромагнитные колебания и резонанс;
- рассматривать спектр электромагнитных волн, условно разделённый на несколько диапазонов по длине волны (частоте);
- объяснять оптическую систему глаза, явление аккомодации, возникновение дефектов зрения (близорукости и дальнозоркости) и способы их исправления;
- приводить условия, которым должны удовлетворять когерентные источники; рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света; наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках; колец Ньютона;
- решать задачи, используя знание законов: Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи, Джоуля – Ленца, электромагнитной индукции, прямолинейного распространения и отражения света, преломления света; уравнения гармонических колебаний в контуре; формул Томсона, тонкой линзы, представляя решение в общем виде и (или) в числовом выражении.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний об электромагнитных явлениях; применять эти знания в повседневной жизни – для бытовых нужд, в учебных целях, для охраны здоровья, безопасного использования электробытовых приборов;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости (например, силы тока от напряжения между концами участ-

ка цепи; электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала; угла преломления пучка света от его угла падения);

- понимать принципы действия электрических бытовых приборов (источников тока, нагревательных элементов, осветительных приборов и др.), электроизмерительных приборов, трансформаторов, электромагнитов, реле, электродвигателей, полупроводниковых приборов (диодов), схему передачи электроэнергии на большие расстояния, принципы радиосвязи и телевидения, принципы действия оптических приборов (призм, линз и оптических систем на их основе);

- 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 в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения учебно-исследовательских и проектных работ по электродинамике и оптике.

### **Элементы теории относительности**

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- описывать противоречия между принципом относительности Галилея и законами электродинамики, эксперименты по определению скорости света относительно различных ИСО;

- формулировать и понимать постулаты специальной теории относительности, различие принципов относительности Галилея и Эйнштейна;

- применять постулаты СТО для объяснения относительности одновременности событий, течения времени, пространственных промежутков; рассматривать данные явления на примерах с двумя наблюдателями и движущимся объектом в различных системах отсчёта; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в рассматриваемых примерах.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры, описывающие замедление времени, сокращение длины объекта, вычислять данные величины; при-

водить примеры событий, связанных и не связанных причинно-следственной связью.

## **Квантовые явления**

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как равновесное тепловое излучение, фотоэффект, световое давление, радиоактивность, поглощение и испускание света атомами, радиоактивные излучения, ядерные реакции, ионизирующее излучение, превращения элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия;
- объяснять смысл таких физических моделей, как квант, планетарная модель атома, протонно-нейтронная модель атомного ядра, стационарная орбита; использовать их при изучении квантовых явлений, физических законов, воспроизведении научного метода познания природы;
- описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как скорость электромагнитных волн, длина волны и частота излучения, энергия кванта, постоянная Планка, атомная единица массы, зарядовое и массовое числа, энергия связи и удельная энергия связи атомного ядра, период полураспада, поглощённая доза излучения, мощность поглощённой дозы, коэффициент биологической активности, эквивалентная доза; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин;
- описывать двойственную природу света, объяснять её на основании гипотезы де Бройля; понимать особенности микрообъектов, изучаемых квантовой механикой, невозможность полностью описать их при помощи корпускулярной или волновой модели; объяснять взаимосвязь физических величин в соотношениях неопределённостей Гейзенберга;
- приводить примеры явлений, подтверждающих корпускулярно-волновой дуализм, примеры экспериментов, подтверждающих гипотезу де Бройля;
- понимать смысл физических законов и постулатов для квантовых явлений: законов фотоэффекта, постулатов Бора, законов сохранения энергии, электрического заряда, массового и

зарядового чисел, закона радиоактивного распада; уравнения Эйнштейна для фотоэффекта; при этом различать словесную формулировку закона и его математическое выражение; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин;

- понимать причины радиоактивности, способы радиоактивного распада, объяснять правила смещения при радиоактивных распадах;
- проводить измерения естественного радиационного фона, понимать принцип действия дозиметра;
- обсуждать экологические проблемы, возникающие при использовании атомных электростанций (АЭС), пути решения этих проблем, перспективы использования атомной энергии.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- приводить примеры практического использования знаний о квантовых явлениях и физических законах; примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; использовать эти знания в повседневной жизни – в быту, в учебных целях, для сохранения здоровья и соблюдения радиационной безопасности;
- объяснять основные положения теории Бора для атома водорода, использовать энергетическую диаграмму для объяснения спектров испускания и поглощения атома водорода;
- понимать принцип действия лазеров, приводить примеры использования современных лазерных технологий; понимать основные принципы, положенные в основу работы атомной энергетики, измерительных дозиметрических приборов, физические основы их работы;
- рассматривать методы регистрации ионизирующих радиоактивных ядерных излучений; методы защиты от разных видов радиоактивного излучения;
- решать физические задачи, используя знание уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, постулатов Бора, правила квантования, закона радиоактивного распада, правил смещения при альфа- и бета-распадах, законов сохранения электрического заряда, энергии, импульса, массового и зарядового чисел при ядерных реакциях;

- 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 в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения учебно-исследовательских и проектных работ по квантовым явлениям.

### **Элементы астрофизики**

По окончании изучения курса обучающийся научится:

- понимать основные методы исследования удалённых объектов Вселенной;
- описывать структуру Солнца и физические процессы, происходящие на Солнце; объяснять особенности строения Солнечной системы (Солнца, планет, небесных тел), движения планет и небесных тел (астероидов, комет, метеоров);
- приводить физические характеристики звёзд и рассматривать физические процессы, происходящие с ними в процессе эволюции;
- понимать особенности строения Галактики, других звёздных систем, материи Вселенной.

По окончании изучения курса обучающийся получит возможность научиться:

- указывать общие свойства и различия планет земной группы и планет-гигантов; малых тел Солнечной системы и больших планет; использовать карту звёздного неба при астрономических наблюдениях;
- воспроизводить гипотезу о происхождении Солнечной системы; описывать эволюцию Вселенной согласно гипотезе Большого взрыва.

## **Углублённый уровень**

### **Механические явления**

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- рассматривать резонанс смещения и резонанс скорости, используя метод векторных диаграмм; объяснять явление резонанса с энергетической точки зрения;
- получать и анализировать уравнение гармонической бегущей волны, распространяющейся в положительном направлении оси  $X$ ;
- решать задачи по кинематике и динамике механических колебаний динамическим и энергетическим способами.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- основываясь на научном методе познания, планировать и выполнять экспериментальные исследования механических колебаний и волн, анализировать характер зависимостей между исследуемыми физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении них гипотез; выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- решать физические задачи по кинематике и динамике механических колебаний, требующие анализа данных, моделей, физических закономерностей, определяющих решение, необходимости вырабатывать логику и содержание действий, анализировать полученный результат.

### **Электродинамика. Оптика**

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять основные положения и законы электродинамики для объяснения электромагнитных взаимодействий; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах; понимать взаимосвязь и единство электрического и магнитного полей;
- оценивать скорость дрейфа свободных носителей заряда при протекании электрического тока в металле;
- понимать смысл температурного коэффициента сопротивления и критической температуры, физический смысл явления сверхпроводимости;
- объяснять назначение шунта и дополнительного резистора при измерении силы тока и напряжения в электрической цепи;

графики зависимости полезной, затраченной мощности тока, КПД источника тока от нагрузки; способы уменьшения коэффициента потерь ЛЭП и увеличения КПД линии электропередачи; передачу электрической энергии от источника тока к потребителю;

- формулировать первое и второе правила Кирхгофа, использовать их при расчёте цепей с источниками тока;

- понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закона сохранения электрического заряда) и границы применимости частных законов (законов Ома, закона Джоуля – Ленца, законов геометрической оптики и др.);

- понимать природу проводимости металлов, растворов электролитов, газов; объяснять и описывать явления электролиза (закон Фарадея для электролиза), газовых разрядов, электрического тока в различных средах: газах, вакууме, полупроводниках; понимать и объяснять принципы работы электровакуумных и полупроводниковых приборов, в том числе вакуумного диода и транзисторов;

- объяснять смысл закона Био – Савара – Лапласа и записывать с его помощью формулы для расчёта модулей векторов индукции магнитных полей, созданных токами в прямолинейном проводнике, тонком кольце и соленоиде;

- описывать процессы, происходящие при подключении конденсатора к источнику постоянного тока, движение заряженных частиц в магнитном поле; объяснять принцип действия устройств, использующих это явление (циклотрон, масс-спектрограф, МГД-генератор), а также принцип магнитной фокусировки пучков заряженных частиц, возникновение радиационных поясов Земли; взаимодействие двух параллельных прямолинейных проводов с токами; магнитные свойства веществ с разной магнитной проницаемостью, явления гистерезиса, остаточной индукции; свойства магнитно-мягких и магнитно-твёрдых (магнитно-жестких) ферромагнетиков; понимать смысл коэрцитивной силы;

- определять индуктивность длинного соленоида; объяснять явление взаимной индукции и смысл коэффициента взаимной индукции; выводить формулу для расчёта энергии магнитного поля;

- получать уравнение гармонических колебаний в контуре, используя понятие разности потенциалов;

- описывать электромагнитные явления, используя для этого такие физические величины, как мгновенная мощность, выделяемая на резисторе, средняя за период мощность, выделяемая на резисторе, действующее значение силы переменного тока, действующее значение переменного напряжения, ёмкостное сопротивление, индуктивное сопротивление, полное электрическое сопротивление;
- исследовать процессы, происходящие в цепи переменного тока, содержащей конденсатор (или катушку индуктивности); в колебательном контуре; резонанс тока и резонанс напряжения;
- использовать метод векторных диаграмм для описания процессов в колебательном контуре, вывода закона Ома для цепи переменного тока;
- описывать работу трансформатора в режиме холостого хода;
- записывать и анализировать уравнения электромагнитной волны;
- приводить примеры использования явлений интерференции и дифракции света в оптических системах, в том числе в дифракционных решётках;
- рассматривать недостатки реальных линз (сферическую и хроматическую аберрации) и способы их устранения;
- получать формулу, позволяющую определять положения интерференционных максимумов в схеме Юнга; описывать применение линз с покрытиями в виде тонких плёнок в просветлённой оптике; анализировать интерференционные и дифракционные картины;
- записывать и анализировать условия дифракционных максимумов и минимумов при дифракции света на одной щели, главных интерференционных максимумов в картине, получаемой от дифракционной решётки;
- объяснять условие, при котором можно использовать законы геометрической оптики; оценивать предел разрешения (разрешающую способность) оптической системы;
- решать физические задачи по электродинамике и оптике: о полезной и полной мощности тока в замкнутой цепи, на закон Фарадея для электролиза, о перезарядке конденсаторов, на закон Био – Савара – Лапласа, о движении заряженных частиц в



магнитном поле, о действии вихревого электрического поля на электрические заряды, о цепях переменного тока с активным, ёмкостным и (или) индуктивным сопротивлением, на закон Ома для цепи переменного тока, об увеличении и оптической силе оптических приборов, на основные понятия и формулы волновой оптики;

- понимать и объяснять принципы работы электрических устройств: источников тока, катушек индуктивности в цепях постоянного и переменного тока, электрических измерительных приборов (амперметров, вольтметров); газоразрядных устройств, вакуумных электронных приборов, полупроводниковых приборов, электромагнитов, электродвигателей, трансформаторов и других электротехнических устройств в цепях переменного тока; принципы действия оптических приборов (микроскопа, телескопа, дифракционной решётки), физические основы их работы.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- основываясь на научном методе познания, планировать и выполнять экспериментальные исследования электромагнитных явлений, анализировать характер зависимостей между исследуемыми физическими величинами, осуществлять проверку выдвигаемых в отношении них гипотез; выводить из экспериментальных фактов и теоретических моделей физические законы, объяснять полученные результаты и делать выводы;

- решать физические задачи, требующие анализа данных, моделей, физических закономерностей, определяющих решение, необходимости вырабатывать логику и содержание действий, анализировать полученный результат.

### **Элементы теории относительности**

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- понимать характер зависимости, связывающей энергию и импульс безмассовых частиц; зависимости, связывающей релятивистские энергию и импульс частицы с её массой (для массовых и безмассовых частиц);

- объяснять физический смысл величин, входящих в соотношение (формулу) Эйнштейна;
- объяснять закон сложения скоростей в СТО, соотношение классического закона сложения скоростей и релятивистского закона сложения скоростей, «парадокс близнецов».

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- формулировать выводы из соотношений, связывающих релятивистские энергию и импульс частицы с её массой, проводить анализ полученных соотношений;
- понимать значение СТО для современных исследований в разных областях науки и техники.

### **Квантовые явления**

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- объяснять противоречия физической теории с экспериментальными данными, решить которые удалось в квантовой механике; применять основные положения и законы квантовой физики, физики атома и атомного ядра для объяснения квантовых явлений; анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах;
- понимать принципы квантовой механики, используемые для описания состояния микрообъекта; всеобщий характер фундаментальных законов (законов сохранения энергии, электрического заряда) и границы применимости частных законов (законов фотоэффекта, постулатов Бора и др.);
- объяснять процессы изменения энергии ядра, используя его энергетическую диаграмму;
- записывать закон радиоактивного распада, используя понятие «постоянная распада»;
- приводить экспериментально установленные особенности альфа-распада; описывать  $K$ -захват и процессы взаимодействия нейтрино и антинейтрино.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся дополнительно получит возможность научиться:

- различать фундаментальные взаимодействия по их особенностям, взаимодействующим частицам, носителям взаимодей-

ствий; понимать принятое деление (классификацию) элементарных частиц;

- решать физические задачи, требующие анализа данных, моделей, физических закономерностей, определяющих решение, необходимости выработать логику действий, анализировать полученный результат.

### **Элементы астрофизики**

По окончании изучения углублённого курса обучающийся достигнет всех планируемых результатов обучения базового уровня. В дополнение к ним обучающийся научится:

- применять основные положения и законы классической механики, электродинамики, оптики, физики атома и атомного ядра для описания и объяснения процессов, происходящих с объектами Солнечной системы (Солнцем, планетами, кометами и др.), звёздами и системами звёзд, материей Вселенной;
- рассматривать физические процессы, происходящие в звёздах, и их эволюцию в зависимости от их характеристик;
- понимать сущность гипотез происхождения Солнечной системы, других звёздных систем.

По окончании изучения углублённого курса обучающийся получит возможность научиться:

- 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 в целях формирования собственной позиции по изучаемой теме и выполнения проектных работ по астрофизике.

## Тематическое планирование к учебнику «Физика. 11 класс» Базовый уровень

(вариант I — 2 часа в неделю, вариант II — 3 часа в неделю)

Основное содержание по темам	Количество часов по вариантам		Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
	I	II	
1	2	3	4
<b>Постоянный электрический ток</b>	11	15	
Постоянный электрический ток. Условия возникновения электрического тока. Направление и сила тока. Электрическая цепь	1	1	Объяснить основные свойства таких электрических явлений, как электрический ток, условия его возникновения, тепловое действие тока, электролиз, электрический ток в электролитах, газах (газовые разряды), вакууме (эмиссия электронов), полупроводниках, проводимость полупроводников.
Свободные носители заряда. Электрический ток в проводниках	1	1	
Вольт-амперная характеристика проводника. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Удельное электрическое сопротивление	1	1	Описывать электрические явления, используя для этого такие физические величины, как разность потенциалов, напряжение, ёмкость конденсатора, энергия электрического поля, сила тока, сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа тока, мощность тока (средняя и мгновенная), ЭДС, внутреннее сопротивление
Расчёт сопротивления системы, состоящей из нескольких проводни-	1	2	

1	2	3	4
ков. Последовательное и параллельное соединения резисторов. Изменение силы тока и напряжения			источника тока; использовать их при объяснении электрических явлений и решении задач; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.
[Контрольная работа № 1] <sup>1</sup>	—	1	
Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля – Ленца	1	1	Объяснять смысл физических законов: Ома для участка цепи, Джоуля – Ленца, закон Ома для полной (замкнутой) цепи, закон Фарадея для электролиза; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.
Источник тока. Электродвижущая сила. Замкнутая электрическая цепь. Закон Ома для полной цепи	1	1	Проводить прямые измерения физических величин: силы тока, напряжения; косвенные измерения физических величин: сопротивления, работы и мощности тока; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений силы тока, напряжения, сопротивления, работы тока.
Электрический ток в электролитах. Электролиз и его применение	1	1	Выполнять экспериментальные исследования ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока; пользоваться амперметром, вольтметром, реостатом.
Электрический ток в газах. Плазма. Электрический ток в вакууме	—	1	
Электрический ток в полупроводниках. Полупроводниковые приборы	1	1	Решать задачи, используя закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи, закон Джоу-
Повторение по теме «Постоянный электрический ток».	1	1	Решение задач

Повторение по теме «Постоянный электрический ток». Решение задач	1	1	ля – Ленца, зависимости между физическими величинами при последовательном и параллельном соединении проводников, определения сопротивления проводника, работы и мощности тока.
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>			
1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	1	1	Объяснить устройство и принцип действия плавкого предохранителя, принципы работы электрических осветительных и нагревательных приборов, источников тока, полупроводникового диода.
2* <sup>2</sup> . Исследование зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала			
3. Определение элементарного заряда при электролизе		1	Соблюдать правила безопасности при работе с источниками тока, измерительными приборами, бытовыми электронагревательными приборами
4*. Изучение работы полупроводникового диода			
<i>Контрольная работа № 1 [2]</i>	1	1	
<i>Демонстрации</i>			
1. Источники постоянного тока.			

<sup>1</sup> В квадратных скобках указаны дидактические единицы, лабораторные работы и виды деятельности обучающегося для варианта II тематического планирования.

<sup>2</sup> Звездочкой (\*) отмечены дополнительные фронтальные лабораторные работы, которые могут быть выполнены за счёт резерва учебного времени.

1	2	3	4
<p>2. Измерение силы тока и напряжения.</p> <p>3. Реостат и магазин сопротивлений.</p> <p>4. Зависимость электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.</p> <p>5. Зависимость силы тока от напряжения на участке электрической цепи.</p> <p>6. Соединения проводников в электрической цепи.</p> <p>7. Тепловое действие тока.</p> <p>8. Счётчик электрической энергии.</p> <p>9. Электролиз.</p> <p>10. Электрический ток в газах. Плазма.</p> <p>11. Электрические свойства полупроводников.</p> <p>12. Полупроводниковые приборы.</p>			

<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи: экспериментальные обоснования, физический смысл, границы применимости.</li> <li>2. Расчёт погрешностей измерений силы тока и напряжения.</li> <li>3. Источники постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>4. Способы «реанимации» аккумулятора мобильного телефона на природе.</li> <li>5. Сравнительный анализ электрических нагревательных приборов.</li> <li>6. Устройство для защиты электрических цепей.</li> <li>7. Применение электролиза в технике.</li> <li>8. Свойства <math>p-n</math>-перехода</li> </ol>			
<p><b>Магнитное поле</b></p>	<p><b>5</b></p>	<p><b>8</b></p>	
<p>Магнитное взаимодействие</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Характеризовать магнитные взаимодействия и свойства постоянных магнитов.</p>



1	2	3	4
Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Лоренца. Линии магнитной индукции. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Картины магнитных полей	1	1	Понимать смысл таких физических моделей, как магнитная стрелка, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле. Описывать магнитные взаимодействия проводника с током и постоянного магнита, двух проводников с токами, действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, определять магнитную составляющую силы Лоренца.
Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Магнитное взаимодействие проводников с токами. Единица силы тока — ампер	1	1	Воспроизводить линии магнитной индукции вокруг прямолинейного проводника, витка и катушки с током.
Действие магнитного поля на рамку с током. Электродвигатель постоянного тока	1	2	Объяснять зависимость силы, действующей на проводник с током со стороны магнитного поля, от силы тока и длины участка проводника; определять модуль и направление силы Ампера, магнитной составляющей силы Лоренца.
Магнитные свойства вещества	1	1	Описывать магнитные явления, используя такие физические величины, как сила тока, модуль индукции магнитного поля, сила Лоренца, сила Ампера, магнитная проницаемость вещества;
[Повторение по теме «Магнитное поле». Решение задач] [Контрольная работа № 3]	—	1	использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно

			<p>трактовать смысл используемых физических величин.</p> <p>Находить направление линий магнитной индукции вокруг проводника с током с помощью правила буравчика (правого винта).</p> <p>Описывать действие магнитного поля на рамку с током, объяснять принцип действия электродвигателя постоянного тока (на модели).</p> <p>Характеризовать магнитные свойства веществ в зависимости от интенсивности взаимодействия с магнитным полем, магнитную проницаемость вещества.</p> <p>Решать задачи, используя определения физических величин, характеризующих магнитное поле</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитное поле тока.</li> <li>2. Опыты Эрстеда и Ампера.</li> <li>3. Картины магнитных полей.</li> <li>4. Действие магнитного поля на проводник с током.</li> <li>5. Устройство электродвигателя постоянного тока.</li> <li>6. Магнитные свойства вещества.</li> </ol>			

1	2	3	4
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства постоянных магнитов.</li> <li>2. Опыты Эрстеда и Ампера по изучению магнитных явлений.</li> <li>3. Получение и анализ картин магнитных полей.</li> <li>4. Способы определения единицы силы тока – ампера.</li> <li>5. Электродвигатели постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>6. Свойства диа-, пара- и ферромагнетиков.</li> <li>7. Анализ кривой Столетова</li> </ol>			
<b>Электромагнитная индукция</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	
Опыты Фарадея. Открытие электромагнитной индукции	1	1	Объяснять опыты Фарадея по изучению электромагнитной индукции, проводить их экспериментальную проверку, объяснять результаты экспериментов.
ЭДС индукции в движущемся проводнике	1	1	

Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца	1	1	Описывать электромагнитные явления, используя такие физические величины, как ЭДС индукции, магнитный поток, индуктивность, энергия магнитного поля; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.
Вихревое электрическое поле. Индуктивность. Самоиндукция. Энергия магнитного поля тока	1	1	Определять знак магнитного потока и ЭДС индукции.
Повторение по темам «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция». Решение задач	1	1	Объяснять такие физические явления, как возникновение сторонних сил в движущемся проводнике в магнитном поле, вихревого электрического поля при изменении магнитного поля, самоиндукции.
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>			
1. Изучение явления электромагнитной индукции	1	1	Формулировать закон электромагнитной индукции, правило Ленца; воспроизводить смысл понятия «электромагнитное поле».
2*. Изучение действия магнитного поля на проводник с током			Находить направление индукционного тока с помощью правила Ленца.
3*. Сборка электромагнита и изучение принципа его действия			Решать задачи, используя знания явления и закона электромагнитной индукции, определений физических величин.
<i>Контрольная работа № 2 [4]</i>	1	1	[Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий,

1	2	3	4
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Явление электромагнитной индукции.</li> <li>2. Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.</li> <li>3. Правило Ленца.</li> <li>4. Явление самоиндукции.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опыты Фарадея по обнаружению явления электромагнитной индукции.</li> <li>2. Закон электромагнитной индукции Фарадея – Максвелла: физиче-</li> </ol>			<p>компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по изучению свойств постоянного тока, магнитного поля и явления электромагнитной индукции]</p>

<p>ский смысл, применение при решении задач.</p> <p>3. Применение правила Ленца.</p> <p>4. Электродинамический микрофон: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>5. Изучение явления самоиндукции</p>			
<p><b>Механические колебания</b></p> <p>Механические колебания. Условия возникновения свободных колебаний. Кинематика колебательного движения</p>	4	5	
<p>Динамика колебательного движения</p>	1	1	Объяснить такие механические явления, как механические колебания (свободные, затухающие, вынужденные, резонанс), определять их основные свойства, привести примеры.
<p>Преобразование энергии при механических колебаниях. Математический маятник</p>	1	1	Описывать механические явления, используя для этого такие физические величины, как период, циклическая частота, амплитуда, фаза колебаний, кинетическая, потенциальная и механическая энергии при гармонических колебаниях; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ, правильно трактовать смысл физических величин.
<p>Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс</p>	1	1	Объяснить смысл таких физических моделей, как колебательная система, пружинный и математический маятники, гармонические колебания; описывать механические колебания пружинного маятника.
<p>[Контрольная работа № 5]</p>	—	1	

1	2	3	4
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение колебаний тел.</li> <li>2. Зависимость периода колебаний нитяного маятника от длины нити.</li> <li>3. Зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины.</li> <li>4. Вынужденные колебания.</li> <li>5. Явление резонанса.</li> </ol>			<p>Объяснять свободные, затухающие, вынужденные колебания с энергетической точки зрения, описывать преобразование энергии при свободных гармонических колебаниях.</p> <p>Понимать смысл уравнений гармонических колебаний; объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Решать физические задачи по кинематике и динамике колебательных движений, используя знание определений физических величин, аналитических зависимостей (формул) между ними, выбранных физических моделей</p>

<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспериментальное исследование различных колебательных систем.</li> <li>2. Получение и анализ уравнений гармонических колебаний для различных колебательных систем.</li> <li>3. Сейсмические колебания. Исследование строения Земли и планет с использованием сейсмических колебаний</li> </ol>			
<p><b>Электромагнитные колебания</b></p> <p>Свободные электромагнитные колебания</p> <p>Процессы при гармонических колебаниях в контуре</p> <p>Переменный ток. Источник переменного тока. Активное сопротивление в цепи переменного тока. Действующие значения силы переменного тока и переменного напряжения</p>	<b>5</b>	<b>7</b>	
	1	1	<p>Объяснять физические явления, лежащие в основе свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, получения переменного тока, передачи электрической энергии.</p> <p>Описывать явления в колебательном контуре, используя для этого такие физические величины, как заряд конденсатора, сила тока, ёмкость конденсатора, энергия колебательной электромагнитной энергии, индуктивность катушки, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в</p>
	1	1	
	1	1	



1	2	3	4
<p>Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p>
<p>Мощность в цепи переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор</p>	<p>1</p>	<p>2</p>	<p>Объяснять процессы в колебательном контуре с энергетической точки зрения, взаимосвязь за- ряда конденсатора и силы тока в цепи.</p> <p>Объяснять процессы протекания переменного тока в цепи с активным сопротивлением, смысл таких физических величин, как действующее значение силы переменного тока, действующее значение переменного напряжения.</p>
<p>[Контрольная работа № 6]</p>	<p>—</p>	<p>1</p>	<p>Описывать явления вынужденных электромаг- нитных колебаний, резонанса в контуре, исполь- зовать для описания амплитудно-частотную ха- рактеристику колебательной системы; анализи- ровать график АЧХ, определять резонансную частоту системы.</p> <p>Понимать смысл уравнения гармонических коле- баний в контуре, формулы Томсона.</p> <p>Описывать принцип работы и устройство гене- ратора переменного тока, приводить характери- стики современных генераторов; объяснить схе- му передачи электрической энергии, принцип работы трансформатора.</p>

<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение переменного тока при вращении витка в магнитном поле.</li> <li>2. Осциллограмма переменного тока.</li> <li>3. Устройство генератора переменного тока.</li> <li>4. Резистор в цепи переменного тока.</li> <li>5. Резонанс в цепи переменного тока.</li> <li>6. Устройство трансформатора.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод аналогии при изучении механических и электромагнитных колебаний.</li> <li>2. Получение и анализ уравнения гармонических колебаний в колебательном контуре.</li> </ol>				<p>Решать физические задачи, используя знание определенных физических величин, аналитических зависимостей (формул) между ними</p>
---	--	--	--	---

1	2	3	4
<p>3. Генератор переменного тока: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>4. Сравнительный анализ характеристик современных генераторов переменного тока.</p> <p>5. Трансформатор: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>6. Способы уменьшения потерь энергии при её передаче на большие расстояния.</p> <p>7. Экологически чистые виды энергетики</p>			
<p><b>Механические и электромагнитные волны</b></p>	4	5	
<p>Механические волны. Звук</p> <p>Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения</p>	1	2	<p>Объяснять возникновение механических и электромагнитных волн и определять их основные свойства.</p> <p>Описывать механические и электромагнитные волны, используя для этого такие физические величины, как длина волны и скорость её распро-</p>

Механические волны. Звук	1	2	странения, напряжённость электрического поля, индукция магнитного поля, скорость и длина электромагнитной волны; определять физические величины, использовать их обозначения и единицы в СИ.
Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения	1	2	Объяснять условия распространения звука, приводить и изучать различные характеристики звука.
Повторение по темам «Механические колебания», «Электромагнитные колебания», «Механические и электромагнитные волны»	1	1	Понимать основные положения и выводы теории Максвелла, объяснять основные свойства электромагнитных волн, взаимосвязь длины волны и частоты электромагнитных колебаний.
<i>Контрольная работа № 3</i>	1	—	Описывать шкалу электромагнитных волн, характеризовать свойства волн различных частот (длин волн); приводить примеры использования электромагнитных волн различных диапазонов.
			Объяснять основные принципы радиосвязи и телевидения (процессы передачи и приёма радио- и телевизионных сигналов), особенности передачи звука и изображения. [Проводить самостоятельный поиск информации естественно-научного содержания с использованием различных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных ин-

1	2	3	4
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение механических волн.</li> <li>2. Звуковые колебания.</li> <li>3. Условия распространения звука.</li> <li>4. Свойства электромагнитных волн.</li> <li>5. Принципы радиосвязи.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование особенностей и характеристик звуковых волн.</li> <li>2. Применение ультразвука в технике.</li> <li>3. Эолокопторы: устройство, физические основы работы, применение.</li> </ol>			<p>тернет-ресурсов), её обработку, анализ, представление в разных формах в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по изучению механических и электромагнитных волн]</p>

<p>4. Измерение шумового фона и оценка влияния уровня шумового загрязнения на здоровье людей.</p> <p>5. Опыт Герца по обнаружению электромагнитных волн и изучению их свойств.</p> <p>6. Исследование свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.</p> <p>7. Электромагнитное излучение СВЧ-печи.</p> <p>8. Спектр электромагнитных волн.</p> <p>9. Влияние электромагнитного излучения на организм человека.</p> <p>10. Изобретение радио: исследования А. С. Попова и Г. Маркони.</p> <p>11. Виды и применение радиосвязи.</p> <p>12. Особенности передачи звука и изображений с помощью радиоволн</p>			
<p><b>Геометрическая оптика</b></p>	<p><b>6</b></p>	<p><b>7</b></p>	
<p>Источники света. Закон прямолинейного распространения света.</p>	<p>2</p>	<p>2</p>	<p>Объяснять основные свойства таких оптических явлений, как прямолинейное распространение</p>

1	2	3	4
Закон отражения света. Построение изображений в плоских зеркалах. Закон преломления света на границе раздела двух изотропных однородных прозрачных сред. Явление полного внутреннего отражения. Дисперсия света			света, отражение, преломление и полное (внутреннее) отражение света, дисперсия света. Понимать смысл законов: прямолинейного распространения света, независимости световых лучков, отражения света, преломления света; границы их применимости.
Линзы. Тонкие линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы	1	1	Объяснять смысл таких физических моделей, как точечный источник света, световой луч, однородная и изотопная среда, тонкая линза; использовать их при изучении оптических явлений.
Построение изображений, создаваемых тонкими линзами	1	1	Описывать оптические явления, используя для этого такие физические величины, как абсолютный и относительный показатели преломления, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, коэффициент поперечного увеличения; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.
Глаз и зрение. Оптические приборы	1	2	
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>			
1. Определение показателя преломления стекла	1	1	
2*. Определение фокусного расстояния собирающей линзы			[Проводить прямые измерения фокусного расстояния собирающей линзы; косвенные измерения оптической силы линзы; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений.]

		<p>Строить изображения, создаваемые тонкими собирающими и рассеивающими линзами, определять ход лучей при построении изображений в тонких линзах, используя формулу тонкой линзы.</p> <p>Выполнять экспериментальные исследования законов геометрической оптики: прямолинейного распространения света, отражения света, преломления света; выполнять проверку данных законов на примере преломления света в линзе; выявлять на этой основе эмпирическую зависимость угла преломления пучка света от угла его падения; объяснять полученные результаты и делать выводы.</p> <p>Описывать процесс получения зрительного изображения, устройство человеческого глаза как оптической системы, особенности человеческого зрения, возникновение дефектов зрения и способы их исправления.</p> <p>[Понимать принцип действия оптических приборов и устройств: камеры-обскуры, плоских зеркал, призм, поворотной и оборотной призм, уголкового отражателя, собирающей и рассеивающей линз, луны, проекционного аппарата, фотоаппарата, используемые при их работе законы геометрической оптики.]</p>
--	--	--



1	2	3	4
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямолинейное распространение света.</li> <li>2. Отражение света.</li> <li>3. Изображение предмета в плоском зеркале.</li> <li>4. Преломление света.</li> <li>5. Явление полного внутреннего отражения.</li> <li>6. Дисперсия белого света в призме.</li> <li>7. Получение белого света при сложении света разных цветов.</li> <li>8. Ход лучей в собирающей линзе.</li> <li>9. Ход лучей в рассеивающей линзе.</li> <li>10. Получение изображений с помощью линз.</li> <li>11. Модель глаза.</li> </ol>			<p>Решать физические задачи, используя знание законов геометрической оптики</p>

<p>12. Принцип действия лупы, проекционного аппарата и фотоаппарата.</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Законы геометрической оптики: экспериментальное изучение, формулировки, примеры использования, границы применимости.</li> <li>2. Конструирование камеры-обскуры и получение с её помощью изображений.</li> <li>3. Опыты Ньютона по наблюдению и изучению дисперсии света.</li> <li>4. Применение угловых отражателей, оборотных и поворотных призм.</li> <li>5. Миражи, радуга: условия возникновения и объяснение.</li> <li>6. Оптические иллюзии.</li> <li>7. Дефекты зрения и их коррекция</li> </ol>			
<p><b>Свойства волн</b></p>	<p><b>6</b></p>	<p><b>7</b></p>	
<p>Волновой фронт. Принцип Гюйгенса</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Объяснять законы отражения и преломления волн, используя принцип Гюйгенса.</p>

1	2	3	4
Поляризация волн. Интерференция волн	1	1	Приводить примеры природных явлений, обусловленных отражением и преломлением волн.
Интерференция света	1	1	Формулировать принципы Гюйгенса и Гюйгенса – Френеля, приводить примеры их использования.
Дифракция света	1	1	
Повторение по темам «Геометрическая оптика», «Свойства волн». Решение задач	1	2	Объяснять такие свойства волн, как поляризация, интерференция, дифракция; приводить примеры интерференционных и дифракционных картин; формулировать условия интерференционных максимумов и минимумов, условия получения дифракционной картины.
<i>Контрольная работа № 4 [7]</i>	1	1	Описывать свойства волн, используя для этого такие понятия и физические величины, как интенсивность волны, разность хода, волновой пучок, плоскость поляризации; правильно трактовать смысл используемых понятий и физических величин.
			Приводить условия, которым должны удовлетворять когерентные источники; рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света; наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона

<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поляризация волн.</li> <li>2. Интерференция и дифракция волн.</li> <li>3. Интерференция и дифракция света.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принцип Гюйгенса и принцип Гюйгенса – Френеля: формулировки, объяснение, применение.</li> <li>2. Применение поляридных плёнок.</li> <li>3. Получение и анализ интерференционных и дифракционных картин.</li> <li>4. Опыт Юнга по наблюдению интерференции света.</li> <li>5. Наблюдение и изучение колец Ньютона</li> </ol>			
<p><b>Элементы теории относительности</b></p>	<p><b>2</b></p>	<p><b>2</b></p>	
<p>Постулаты специальной теории относительности</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Описывать противоречия между принципом относительности Галилея и законами электродинамики.</p>

1	2	3	4
<p>Относительность одновременности событий. Замедление времени и сокращение длины</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Формулировать постулаты специальной теории относительности, различие принципов относительности Галилея и Эйнштейна.</p> <p>Объяснить относительность одновременности событий, течения (промежутков) времени, пространственных промежутков как следствий из постулатов СТО; рассматривать данные явления на примерах с двумя наблюдателями и движущимся объектом в различных системах отсчёта; описывать для движущихся объектов замедление времени («парадокс близнецов»), сокращение длины</p>
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Опыт Майкельсона – Морли по обнаружению «эфирного ветра».</p> <p>2. Эффекты СТО и их объяснение</p>			
<p><b>Квантовая физика.</b> <b>Строение атома</b></p>	<p><b>6</b></p>	<p><b>7</b></p>	
<p>Равновесное тепловое излучение. Гипотеза Планка</p>	<p>1</p>	<p>1</p>	<p>Описывать противоречия электродинамики Максвелла и экспериментально открытые зако-</p>

Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта	1	1	номерностей излучения в коротковолновых диапазонах длин волн, содержание гипотезы Планка, положившей начало квантовой механике.
Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Гипотеза де Бройля	1	1	Объяснить основные свойства таких квантовых явлений, как равновесное тепловое излучение, фотоэффект, световое давление, поглощение и испускание света атомами.
Планетарная модель атома. Первый постулат Бора. Правило квантования орбит	1	1	Формулировать законы фотоэффекта, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, постулаты Бора, правила квантования орбит.
Второй постулат Бора. Спектры испускания и поглощения	1	1	Использовать такие физические модели, как квант, планетарная модель атома, стационарная орбита, при изучении квантовых явлений, физических законов, воспроизведении научного метода познания природы.
Лазеры и их применение	1	2	Описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как скорость электромагнитных волн, длина волны и частота излучения, энергия кванта, постоянная Планка; использовать обозначения этих физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.
			Описывать двойственную природу света, объяснять её на основании гипотезы де Бройля; понимать особенности микробиъектов, изучаемых

1	2	3	4
			<p>квантовой механикой, невозможность полностью описать их с помощью корпускулярной или волновой модели.</p> <p>Приводить примеры явлений, подтверждающих корпускулярно-волновой дуализм, примеры экспериментов, подтверждающих гипотезу де Бройля.</p> <p>Объяснять взаимосвязь физических величин в соотношениях неопределённости Гейзенберга.</p> <p>Понимать смысл физических законов и постулатов для квантовых явлений: законов фотоэффекта, постулатов Бора; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Понимать принцип действия лазеров, приводить примеры использования современных лазерных технологий.</p> <p>[Объяснять основные положения теории Бора для атома водорода, использовать энергетическую диаграмму для объяснения спектров испускания и поглощения атома водорода.]</p> <p>Решать физические задачи, используя знание уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, постулатов Бора, правила квантования орбит</p>

<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотоэффект.</li> <li>2. Сплошной (непрерывный) спектр.</li> <li>3. Спектры излучения и поглощения.</li> <li>4. Лазер.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Ультрафиолетовая катастрофа»: причины возникновения, гипотеза Планка.</li> <li>2. Опыты Столетова по обнаружению и изучению свойств внешнего фотоэффекта.</li> <li>3. Законы фотоэффекта: экспериментальное изучение, формулировки, классическое и квантовое обоснования.</li> <li>4. Уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: физический смысл, применение при решении задач.</li> <li>5. Вакуумный фотоэлемент: устройство, физические основы работы, применение.</li> </ol>			
--	--	--	--



1	2	3	4
<p>6. Опыты Лебедева по обнаружению давления света.</p> <p>7. Корпускулярно-волновой дуализм и его экспериментальные обоснования.</p> <p>8. Опыты по обнаружению дифракции электронов.</p> <p>9. Опыты Вавилова по обнаружению квантовых флуктуаций света.</p> <p>10. Сравнительный анализ различных моделей атома.</p> <p>11. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.</p> <p>12. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.</p> <p>13. Изучение спектров излучения и поглощения.</p> <p>14. Анализ энергетической диаграммы атома водорода.</p> <p>15. Метод спектрального анализа: физические основы, применение.</p>			

16. Лазеры: устройство, физические основы работы, применение	8	11	
<b>Атомное ядро. Элементарные частицы</b>	8	11	
Состав ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомного ядра	1	1	Объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как радиоактивность, радиоактивные излучения, альфа- и бета-распады, ядерные реакции, ионизирующие излучения, превращения элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия; указывать причины радиоактивности. Понимать и объяснять смысл таких физических моделей, как планетарная модель атома, протонно-нейтронная модель атомного ядра, капельная модель ядра, стационарная орбита.
Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Причины радиоактивности. Альфа- и бета-распады. Правило смещения	1	2	
Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерная энергетика	1	2	
Методы регистрации ионизирующих ядерных излучений. Биологическое действие радиоактивных излучений. Дозиметрия	1	1	
Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия	1	1	
Повторение по темам «Квантовая физика. Строение атома», «Атомное ядро. Элементарные частицы»	1	1	

1	2	3	4
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>			
1. Измерение естественного радиационного фона дозиметром	–	1	Понимать смысл физических законов для квантовых явлений; законы сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел, закона радиоактивного распада, правил смещения при радиоактивных распадах; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.
2. Определение удельного заряда частицы по её треку в камере Вильсона	1	1	Проводить измерения естественного радиационного фона, понимать принцип действия дозиметра.
<i>Контрольная работа № 5 [8]</i>	1	1	Решать физические задачи, используя знание физических законов и постулатов, определений физических величин, аналитических зависимостей (формул), выбранных физических моделей.
[Приводить примеры практического использования знаний о квантовых явлениях и физических законах; примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; использовать эти знания в повседневной жизни – в быту, в учебных целях.] Обсуждать экологические проблемы, возникающие при использовании АЭС, пути решения			

			<p>этих проблем, перспективы использования атомной энергии.</p> <p>[Рассматривать методы регистрации ионизирующих радиоактивных ядерных излучений; методы защиты от разных видов радиоактивного излучения.]</p> <p>Понимать основные принципы работы АЭС, измерительных дозиметрических приборов, физические основы их работы, использованные при их создании модели и законы физики.</p> <p>Решать физические задачи, используя знания законов: радиоактивного распада, альфа- и бета-распадов, правил смещения, законов сохранения электрического заряда, энергии и импульса при ядерных реакциях.</p> <p>[Проводить 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 в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по оптике, физике атома и атомного ядра]</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Схема цепной ядерной реакции.</p>			

1	2	3	4
<p>2. Наблюдение треков альфа-частиц в камере Вильсона.</p> <p>3. Дозиметр.</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. История обнаружения электрона, протона и нейтрона.</p> <p>2. Открытие и исследования радиоактивности.</p> <p>3. Ядерные реакторы: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>4. Атомная энергетика: достижения, экологические проблемы, направления развития.</p> <p>5. Детекторы ионизирующих излучений: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>6. Методы защиты от радиоактивных излучений</p>			

<b>Строение Вселенной</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
Основные методы исследования в астрономии. Определение расстояний до небесных тел	1	1	Рассматривать основные методы исследования удалённых объектов Вселенной.
Солнце. Солнечная система	1	2	Описывать структуру Солнца и физические процессы, происходящие на Солнце; объяснять особенности строения Солнечной системы
Физические характеристики звёзд. Эволюция звёзд. Вселенная	1	1	<p>(Солнца, планет, небесных тел), движения планет и небесных тел (астероидов, комет, метеоров).</p> <p>[Указывать общие свойства и различия планет земной группы и планет-гигантов; малых тел Солнечной системы и больших планет.]</p> <p>Описывать физические характеристики звёзд и физические процессы, происходящие с ними в процессе эволюции.</p> <p>[Понимать особенности строения Галактики, других звёздных систем, материи Вселенной.]</p> <p>[Воспроизводить гипотезы о происхождении Солнечной системы и эволюции Вселенной]</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Астрономические наблюдения.</p> <p>2. Знакомство с созвездиями и наблюдение суточного вращения звёздного неба.</p>			

1	2	3	4
<p>3. Наблюдение движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд.  <i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Влияние солнечной активности на жизнь на Земле.                  2. История исследования планет Солнечной системы.                  3. Защита Земли от столкновения с космическими объектами</p>			
Практикум по профилю обучения	–	15	
Резерв времени	3	5	
<b>Итого</b>	<b>70</b>	<b>105</b>	

## Углублённый уровень

(5 часов в неделю)

Основное содержание по темам	Количество часов	Характеристика основных видов деятельности обучающегося (на уровне учебных действий)
1	2	3
<b>Постоянный электрический ток</b>	26	
<p>Постоянный электрический ток.</p> <p>Условия возникновения электрического тока. Направление и сила тока. Электрическая цепь</p>	1	<p>Объяснять основные свойства таких электрических явлений, как электрический ток, условия его возникновения, тепловое действие тока, электролиз, электрический ток в электролитах, газах (газовые разряды), вакууме (эмиссия электронов), полупроводниках, проводимости полупроводников, сверхпроводимость, перезарядка конденсатора.</p> <p>Описывать электрические явления, используя для этого такие физические величины, как разность потенциалов, напряжение, ёмкость конденсатора, энергия электрического поля, сила тока, сопротивление, удельное сопротивление вещества, работа тока, мощность тока (средняя, мгновенная, полная), ЭДС, внутреннее сопротивление источника тока; использовать их при объяснении электрических явлений и решении задач; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p>
<p>Свободные носители заряда. Электрический ток в проводниках</p>	1	
<p>Вольт-амперная характеристика проводника. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Удельное электрическое сопротивление. Сверхпроводимость</p>	2	
<p>Расчёт сопротивления системы, состоящей из нескольких проводников. Последовательное и параллельное соединения резисторов.</p>	2	



1	2	3
Измерение силы тока и напряжения		
<i>Контрольная работа № 1</i>	1	Объяснять смысл физических законов: Ома для участка цепи, Джоуля – Ленца, закон Ома для полной (замкнутой) цепи, для участка цепи с источником тока, закон Фарадея для электролиза; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.
Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля – Ленца	1	
Источник тока. Электродвижущая сила. Замкнутая электрическая цепь. Закон Ома для полной цепи	2	
Полезная и полная мощность тока в замкнутой цепи. Передача электрической энергии	1	Объяснять природу проводимости металлов, растворов электролитов, газов; объяснять и описывать явления электролиза (закон Фарадея), газовых разрядов, электрического тока в различных средах: газах, вакууме, полупроводниках; понимать и объяснять принципы работы электровакуумных и полупроводниковых приборов, в том числе транзисторов.
Закон Ома для участка цепи с источником тока. Правила Кирхгофа	2	
Экспериментальные обоснования электронной проводимости металлов и сплавов	1	Проводить прямые измерения физических величин: силы тока, напряжения; косвенные измерения физических величин: сопротивление, работы и мощности тока; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений силы тока, напряжения, сопротивления, работы тока.
Электрический ток в электролитах. Электролиз и его применение. Закон Фарадея для электролиза	2	Выполнять экспериментальные исследования ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, пользоваться амперметром, вольтметром, реостатом.

Электрический ток в газах. Плазма. Газовые разряды	1	Решать задачи, в том числе по расчёту цепей, используя законы Ома для участка цепи, полной (замкнутой) цепи, участка цепи с источником тока, закон Джоуля – Ленца, правила Кирхгофа, зависимости между физическими величинами при последовательном и параллельном соединении проводников, определения сопротивления ления проводника, работы и мощности тока.
Электрический ток в вакууме. Вакуумный диод. Электронно-лучевая трубка	1	Объяснять устройство и принцип действия плавкого предохранителя, принципы работы электрических осветительных и нагревательных приборов, газоразрядных устройств, источников тока, ЭЛТ, полупроводникового диода, транзистора; приводить примеры практического использования полупроводниковых приборов.
Электрический ток в полупроводниках.	2	Соблюдать правила безопасности при работе с источниками тока, измерительными приборами, бытовыми электрононагревательными приборами.
Полупроводниковые приборы	1	Понимать границы применения законов Ома, Джоуля – Ленца, закона Фарадея для электролиза.
Перезарядка конденсатора	1	Представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости: силы тока от напряжения между концами участка цепи, сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.
Повторение по теме «Постоянный электрический ток». Решение задач	2	Объяснять назначение шунта и дополнительного резистора при измерении силы тока и напряжения в электрических цепях.
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>		
1. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока	1	
2*. Исследование зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала	1	
3. Определение элементарного заряда при электролизе	1	
4*. Изучение работы полупроводникового диода	1	

1	2	3
<p><i>Контрольная работа № 2</i></p> <p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Источники постоянного тока.</li> <li>2. Батарея аккумуляторов.</li> <li>3. Измерение силы тока и напряжения.</li> <li>4. Реостат и магазин сопротивлений.</li> <li>5. Зависимость электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.</li> <li>6. Зависимость силы тока от напряжения на участке электрической цепи.</li> <li>7. Соединения проводников в электрической цепи.</li> </ol>	1	<p>трической цепи; графики зависимости полезной, затраченной мощности тока, КПД источника тока от нагрузки; способы уменьшения коэффициента потерь ЛЭП и увеличения КПД линии электропередачи; передачу электрической энергии от источника тока к потребителю</p>

<p>8. Тепловое действие тока.</p> <p>9. Счётчик электрической энергии.</p> <p>10. Электролиз.</p> <p>11. Электрический ток в газах. Плазма. Газовые разряды.</p> <p>12. Вакуумный диод.</p> <p>13. Электронно-лучевая трубка.</p> <p>14. Электрические свойства полупроводников.</p> <p>15. Полупроводниковые приборы.</p>	
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи: экспериментальные обоснования, физический смысл, границы применимости.</p> <p>2. Измерение силы тока и напряжения: шунты и добавочные сопротивления.</p> <p>3. Расчёт погрешностей измерений силы тока и напряжения.</p>	

1	2	3
<p>4. Расчёт смешанного соединения проводников в цепи. Мостик Уитстона.</p> <p>5. Сверхпроводимость: история открытия, свойства сверхпроводников и их применение.</p> <p>6. Источники постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>7. Способы «реанимации» аккумулятора мобильного телефона на природе.</p> <p>8. Сравнительный анализ электрических нагревательных приборов.</p> <p>9. Устройства для защиты электрических цепей.</p> <p>10. Передача электрической энергии. Коэффициент потерь и КПД ЛЭП.</p>		

	<p>11. Правила Кирхгофа: физический смысл, применение при решении задач.</p> <p>12. Закон Фарадея для электролиза: физический смысл, применение при решении задач.</p> <p>13. Применение электролиза в технике.</p> <p>14. Газовые разряды: виды, условия возникновения, применение.</p> <p>15. Электровакuumные приборы: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>16. Изучение принципа действия энергосберегающих ламп.</p> <p>17. Свойства <math>p-n</math>-перехода.</p> <p>18. Исследование зависимости электрического сопротивления терморезистора от температуры.</p> <p>19. Биполярные и полевые транзисторы: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>20. Пьезоэлектрический эффект и его применение в технике</p>

1	2	3
<b>Магнитное поле</b>	<b>12</b>	
Магнитное взаимодействие	1	Характеризовать магнитные взаимодействия и свойства постоянных магнитов.
Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Сила Лоренца. Линии магнитной индукции. Картины магнитных полей. Закон Био — Савара — Лапласа	2	Понимать смысл таких физических моделей, как магнитная стрелка, линии магнитной индукции, однородное магнитное поле.
Решение задач о движении заряженных частиц в магнитном поле. Циклотрон, масс-спектрограф, МГД-генератор	3	Описывать магнитные взаимодействия проводника с током и постоянного магнита, двух проводников с токами, действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, определять магнитную составляющую силы Лоренца, движение заряженных частиц в магнитном поле, объяснять принципы работы устройств, использующих это явление (циклотрон, масс-спектрограф, МГД-генератор), принцип магнитной фокусировки пучков заряженных частиц.
Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Магнитное взаимодействие проводников с токами. Единица силы тока — ампер	1	Воспроизводить линии магнитной индукции вокруг прямолинейного проводника, витка и катушки с током.
Действие магнитного поля на рамку с током. Электродвигатель постоянного тока. Гальванометр. Динамик	2	Объяснять зависимость силы, действующей на проводник с током со стороны магнитного поля, от силы тока и длины участка проводника; определять модуль и направление силы Ампера, магнитной составляющей силы Лоренца.
Магнитные свойства вещества	1	

<p>Повторение по теме «Магнитное поле». Решение задач</p>	<p>1</p>	<p>Описывать магнитные явления, используя такие физические величины, как сила тока, модуль индукции магнитного поля, сила Лоренца, сила Ампера, магнитная проницаемость вещества; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p>
<p><i>Контрольная работа № 3</i></p>	<p>1</p>	<p>Находить направление линий магнитной индукции вокруг проводника с током с помощью правила буравчика (правого винта).</p> <p>Объяснять смысл закона Био – Савара – Лапласа и записывать с его помощью формулы для расчёта модулей векторов индукции магнитных полей, созданных токами в прямолинейном проводнике, тонком кольце и соленоиде.</p> <p>Описывать действие магнитного поля на рамку с током, объяснять принцип действия электродвигателя постоянного тока (на модели).</p> <p>Объяснять принцип действия гальванометра – устройства в измерительных приборах (амперметрах), динамика.</p> <p>Характеризовать магнитные свойства веществ в зависимости от интенсивности взаимодействия с магнитным полем, магнитную проницаемость вещества, описывать явления гистерезиса, остаточной индукции,</p>



1	2	3
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Магнитное поле тока.</li> <li>2. Опыты Эрстеда и Ампера.</li> <li>3. Картины магнитных полей.</li> <li>4. Действие магнитного поля на проводник с током.</li> <li>5. Устройство электродвигателя постоянного тока.</li> <li>6. Гальванометр. Динамик.</li> <li>7. Магнитные свойства вещества.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Свойства постоянных магнитов.</li> <li>2. Опыты Эрстеда и Ампера по изучению магнитных явлений.</li> </ol>		<p>свойства магнитно-мягких и магнитно-жестких ферромагнетиков; понимать смысл коэрцитивной силы. Решать задачи, используя определения физических величин, характеризующих магнитное поле</p>

<p>3. Получение и анализ картин магнитных полей.</p> <p>4. Закон Био – Савара – Лапласа: физический смысл, применение при решении задач.</p> <p>5. Циклотрон, МГД-генератор и масс-спектрограф: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>6. Принцип магнитной фокусировки пучков заряженных частиц.</p> <p>7. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли: радиационные пояса, полярные сияния, магнитосфера Земли.</p> <p>8. Магнитные поля планет, звёзд, межзвёздной среды.</p> <p>9. Способы определения единицы силы тока – ампера.</p> <p>10. Электродвигатели постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>11. Стрелочные электроизмерительные приборы: устройство,</p>	

1	2	3
<p>физические основы работы, применение.</p> <p>12. Динамик: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>13. Свойства диа-, пара- и ферромагнетиков.</p> <p>14. Анализ кривой Столетова.</p> <p>15. Ферромагнетиты: доменная структура, температура Кюри, меры применения</p>		
<b>Электромагнитная индукция</b>	<b>12</b>	
Опыты Фарадея. Открытие электромагнитной индукции	1	Объяснять опыты Фарадея по изучению электромагнитной индукции, проводить их экспериментальную проверку, объяснять результаты экспериментов.
ЭДС индукции в движущемся проводнике	2	Описывать электромагнитные явления, используя для этого такие физические величины, как ЭДС индукции, магнитный поток, индуктивность, энергия магнитного поля; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических
Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца	2	

<p>Вихревое электрическое поле. Индуктивность. Самоиндукция. Энергия магнитного поля тока</p> <p>Повторение по темам «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция». Решение задач</p> <p><i>Фронтальные лабораторные работы</i></p>	<p>2</p> <p>3</p>	<p>величин, определять знак магнитного потока и ЭДС индукции.</p> <p>Объяснять такие физические явления, как возникновение сторонних сил в движущемся проводнике в магнитном поле, вихревого электрического поля при изменении магнитного поля, самоиндукции.</p> <p>Формулировать закон электромагнитной индукции, правило Ленца; воспроизводить смысл понятия «электромагнитное поле».</p>
<p>1. Изучение явления электромагнитной индукции</p>	<p>1</p>	<p>Находить направление индукционного тока с помощью правила Ленца.</p>
<p>2*. Изучение действия магнитного поля на проводник с током</p>		<p>Определять индуктивность длинного соленоида; объяснить явление взаимной индукции и смысл коэффициента взаимной индукции; выводить формулу для расчёта энергии магнитного поля.</p>
<p>3*. Сборка электромагнита и изучение принципа его действия</p>		<p>Решать задачи, используя знания явления явления и закона электромагнитной индукции, определений физических величин.</p>
<p><i>Контрольная работа № 4</i></p>	<p>1</p>	<p>Проводить 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 в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по</p>

1	2	3
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Явление электромагнитной индукции.</li> <li>2. Зависимость ЭДС индукции от скорости изменения магнитного потока.</li> <li>3. Правило Ленца.</li> <li>4. Явление самоиндукции.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опыты Фарадея по обнаружению явления электромагнитной индукции.</li> <li>2. Изготовление установки для демонстрации явления электромагнитной индукции.</li> <li>3. Закон электромагнитной индукции Фарадея – Максвелла: физиче-</li> </ol>		<p>изучению свойств постоянного тока, магнитного поля и явления электромагнитной индукции</p>

<p>ский смысл, применение при решении задач.</p> <p>4. Применение правила Ленца.</p> <p>5. Электродинамический микрофон: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>6. Изучение явления самоиндукции.</p> <p>7. Вихревые токи (токи Фуко): условия возникновения, примеры учёта и применения</p>		
<p><b>Механические колебания</b></p>	<p><b>9</b></p>	
<p>Механические колебания. Условия возникновения свободных колебаний. Кинематика колебательного движения. Решение задач</p>	<p>2</p>	<p>Объяснять такие механические явления, как механические колебания (свободные, затухающие, вынужденные, резонанс), и определять их основные свойства.</p>
<p>Динамика колебательного движения</p>	<p>2</p>	<p>Описывать механические явления, используя для этого такие физические величины, как период, циклическая частота, амплитуда, фаза колебаний, кинетическая, потенциальная и механическая энергии при гармонических колебаниях; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.</p>
<p>Преобразование энергии при механических колебаниях. Математический маятник</p>	<p>1</p>	
<p>Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс</p>	<p>1</p>	

1	2	3
Метод векторных диаграмм. Решение задач	2	Объяснить смысл таких физических моделей, как колебательная система, пружинный и математический маятники, гармонические колебания; описывать механические колебания пружинного и математического маятников.
Контрольная работа № 5	1	<p>Объяснить свободные, затухающие, вынужденные колебания с энергетической точки зрения; описывать преобразование энергии при свободных гармонических колебаниях.</p> <p>Принимать смысл уравнений гармонических колебаний; объяснять их содержание на уровне взаимосвязи физических величин.</p> <p>Использовать метод векторных диаграмм для описания явления резонанса в колебательных системах; описывать амплитудно-частотную характеристику колебательной системы, проводить анализ зависимости входящих в неё величин.</p> <p>Приводить примеры проявления резонанса.</p> <p>Рассматривать резонанс смещения и резонанс скорости, используя метод векторных диаграмм; объяснять явление резонанса с энергетической точки зрения.</p> <p>Решать физические задачи по кинематике и динамике колебательных движений, в том числе пружинного и</p>

		<p>математического маятников, используя знание определенных физических величин, аналитических зависимостей (формул) между ними, выбранных физических моделей.</p> <p>Приводить примеры использования колебательных систем в технических устройствах; понимать физические основы их работы и принцип действия</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение колебаний тел.</li> <li>2. Зависимость периода колебаний нитяного маятника от длины нити.</li> <li>3. Зависимость периода колебаний пружинного маятника от массы груза и жёсткости пружины.</li> <li>4. Вынужденные колебания.</li> <li>5. Явление резонанса.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспериментальное исследование различных колебательных систем.</li> </ol>		



1	2	3
<p>2. Получение и анализ уравнений гармонических колебаний для различных колебательных систем.</p> <p>3. Решение задач по кинематике и динамике колебательных движений.</p> <p>4. Динамический и энергетический способы получения законов движения колебательных систем.</p> <p>5. Резонанс: условия возникновения, резонансные кривые, объяснение, примеры полезного использования и вредного действия.</p> <p>6. Метод векторных диаграмм. Резонанс смещения и резонанс скорости.</p> <p>7. Сейсмические колебания. Исследование строения Земли и планет с использованием сейсмических колебаний</p>		

<b>Электромагнитные колебания</b>	<b>11</b>	
Свободные электромагнитные колебания. Уравнение гармонических колебаний. Формула Томсона	1	Объяснять физические явления, лежащие в основе свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, получения переменного тока, передачи электрической энергии.
Процессы при гармонических колебаниях в контуре	2	Описывать явления в колебательном контуре, используя для этого такие физические величины, как заряд конденсатора, сила тока, ёмкость конденсатора, индуктивность катушки, энергия колебательной электромагнитной системы, мощность в цепи переменного тока, коэффициент мощности; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.
Переменный ток. Источник переменного тока Активное сопротивление в цепи переменного тока. Действующие значения силы переменного тока и переменного напряжения	1	Объяснять процессы протекания переменного тока в цепи с активным сопротивлением, смысл таких физических величин, как действующее значение силы переменного тока, действующее значение переменного напряжения.
Конденсатор в цепи переменного тока	1	Объяснять процессы в колебательном контуре с энергетической точки зрения, взаимосвязи заряда конденсатора и тока в цепи, процессы в цепи переменного тока с конденсатором, катушкой индуктивности, используя метод векторных диаграмм; разъяснять понятия ёмкостного, индуктивного и полного сопротивлений.
Катушка индуктивности в цепи переменного тока	1	Объяснять процессы в колебательном контуре с энергетической точки зрения, взаимосвязи заряда конденсатора и тока в цепи, процессы в цепи переменного тока с конденсатором, катушкой индуктивности, используя метод векторных диаграмм; разъяснять понятия ёмкостного, индуктивного и полного сопротивлений.
Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс	1	Объяснять процессы в колебательном контуре с энергетической точки зрения, взаимосвязи заряда конденсатора и тока в цепи, процессы в цепи переменного тока с конденсатором, катушкой индуктивности, используя метод векторных диаграмм; разъяснять понятия ёмкостного, индуктивного и полного сопротивлений.
Закон Ома для электрической цепи переменного тока	1	Объяснять процессы в колебательном контуре с энергетической точки зрения, взаимосвязи заряда конденсатора и тока в цепи, процессы в цепи переменного тока с конденсатором, катушкой индуктивности, используя метод векторных диаграмм; разъяснять понятия ёмкостного, индуктивного и полного сопротивлений.

1	2	3
<p>Мощность в цепи переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии. Трансформатор</p> <p><i>Контрольная работа № 6</i></p>	<p>1</p> <p>1</p>	<p>Описывать явления вынужденных электромагнитных колебаний, резонанса в контуре, использовать для описания амплитудно-частотную характеристику колебательной системы; анализировать график АЧХ, определять резонансную частоту системы; изучать резонанс тока и резонанс напряжения.</p>
		<p>Понимать смысл уравнения гармонических колебаний в контуре, формулы Томсона.</p> <p>Описывать принцип работы и устройство генератора переменного тока, приводить характеристики современных генераторов; объяснять схему передачи электрической энергии, принцип работы трансформатора.</p> <p>Использовать метод векторных диаграмм для описания процессов в колебательном контуре, вывода закона Ома для цепи переменного тока.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание определенных физических величин, аналитических зависимостей (формул) между ними</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Получение переменного тока при вращении витка в магнитном поле.</p>		

<p>2. Осциллограмма переменного тока.</p> <p>3. Устройство генератора переменного тока.</p> <p>4. Резистор в цепи переменного тока.</p> <p>5. Конденсатор в цепи переменного тока.</p> <p>6. Катушка индуктивности в цепи переменного тока.</p> <p>7. Резонанс в цепи переменного тока.</p> <p>8. Устройство трансформатора.</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Метод аналогии при изучении механических и электромагнитных колебаний.</p> <p>2. Получение и анализ уравнения гармонических колебаний в колебательном контуре.</p> <p>3. Метод векторных диаграмм. Конденсатор, катушка и резистор в цепи переменного тока.</p>	
---	--

1	2	3
<p>4. Анализ графических зависимостей. Конденсатор, катушка и резистор в цепи переменного тока.</p> <p>5. Резонанс в контуре: условия возникновения, резонансные кривые, объяснение, применение.</p> <p>6. Метод векторных диаграмм. Резонанс тока и резонанс напряжения.</p> <p>7. Генератор переменного тока: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>8. Сравнительный анализ характеристик современных генераторов переменного тока.</p> <p>9. Трансформатор: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>10. Способы уменьшения потерь энергии при её передаче на большие расстояния.</p> <p>11. Потери энергии в трансформаторе и способы их устранения.</p>		

12. Экологически чистые виды энергетики		
<b>Механические и электромагнитные волны</b>	4	
Механические волны. Уравнение гармонической бегущей волны. Звук	2	Объяснять возникновение механических и электромагнитных волн и определять их основные свойства.
Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения	2	<p>Описывать механические и электромагнитные волны, используя для этого такие физические величины, как длина волны и скорость её распространения, напряжённость электрического поля, индукция магнитного поля, скорость и длина электромагнитной волны; определять физические величины, использовать их обозначения и единицы в СИ.</p> <p>Получать и анализировать уравнение гармонической бегущей волны, распространяющейся в положительном направлении оси <math>X</math>; анализировать уравнения электромагнитной волны.</p> <p>Объяснять условия распространения звука, приводить и изучать различные характеристики звука.</p> <p>Понимать основные положения и выводы теории Максвелла, объяснять основные свойства электромагнитных волн, взаимосвязь длины волны и частоты электромагнитных колебаний.</p>

1	2	3
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наблюдение механических волн.</li> <li>2. Звуковые колебания.</li> <li>3. Условия распространения звука.</li> </ol>		<p>Описывать шкалу электромагнитных волн, характеризовать свойства волн различных частот (длин волны); приводить примеры использования электромагнитных волн различных диапазонов.</p> <p>Объяснять основные принципы радиосвязи и телевидения (процессы передачи и приёма радио- и телевизионных сигналов), особенности передачи звука и изображения.</p> <p>Проводить 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 в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по изучению механических и электромагнитных волн</p>

	<p>4. Характеристика звука.</p> <p>5. Свойства электромагнитных волн.</p> <p>6. Принципы радиосвязи.</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование особенностей и характеристик звуковых волн.</li> <li>2. Применение ультразвука в технике.</li> <li>3. Эхолотаторы: устройство, физические основы работы, применение.</li> <li>4. Измерение шумового фона и оценка влияния уровня шумового загрязнения на здоровье людей.</li> <li>5. Опыты Герца по обнаружению электромагнитных волн и изучению их свойств.</li> <li>6. Исследование свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.</li> <li>7. Электромагнитное излучение СВЧ-печи.</li> </ol>



1	2	3
<p>8. Спектр электромагнитных волн: диапазоны частот (длин волн), источники излучений, применение.</p> <p>9. Влияние электромагнитного излучения на организм человека.</p> <p>10. Изобретение радио: исследования А. С. Попова и Г. Маркони.</p> <p>11. Виды и применение радиосвязи.</p> <p>12. Особенности передачи звука и изображений с помощью радиоволн</p>		
<p><b>Геометрическая оптика</b></p>	<p><b>11</b></p>	
<p>Источники света. Закон прямолинейного распространения света</p>	<p>1</p>	<p>Объяснять основные свойства таких оптических явлений, как прямолинейное распространение света, отражение, преломление света и полное внутреннее отражение света, дисперсия света.</p> <p>Объяснять смысл законов: прямолинейного распространения света, независимости световых пучков, отражения света, преломления света; понимать границы их применимости.</p> <p>Объяснять смысл таких физических моделей, как точечный источник света, световой луч, однородная</p>
<p>Закон отражения света. Построение изображений в плоских зеркалах</p>	<p>1</p>	
<p>Закон преломления света на границе раздела двух изотропных однородных прозрачных сред, Дисперсия света. Явление полного внутреннего отражения</p>	<p>2</p>	

Линзы. Тонкие линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы	2	и изотропная среда, тонкая линза; использовать их при изучении оптических явлений.
Построение изображений, создаваемых тонкими линзами	2	Описывать оптические явления, используя для этого такие физические величины, как абсолютный и относительный показатели преломления, фокусное расстояние и оптическая сила линзы, коэффициент поперечного увеличения, угловое увеличение; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.
Глаз и зрение. Оптические приборы	2	
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>		
1. Определение показателя преломления стекла	1	Проводить прямые измерения фокусного расстояния собирающей линзы; косвенные измерения оптической силы линзы; оценивать погрешности прямых и косвенных измерений.
2*. Определение фокусного расстояния собирающей линзы		Строить изображения, создаваемые тонкими собирающими и рассеивающими линзами, определять ход лучей при построении изображений в тонких линзах, используя формулу тонкой линзы.
		Выполнять экспериментальные исследования законов: прямолинейного распространения света, преломления света; выполнять проверку данных законов на примере преломления света в линзе; выявлять на этой основе эмпирическую зависимость угла преломления луча света от угла его падения; объяснять полученные результаты и делать выводы.

1	2	3
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямолинейное распространение света.</li> <li>2. Отражение света.</li> <li>3. Изображение предмета в плоском зеркале.</li> </ol>		<p>Описывать процесс получения зрительного изображения, устройство человеческого глаза как оптической системы, особенности человеческого зрения, возникновение дефектов зрения и способы их исправления. Рассматривать недостатки реальных линз (сферическую и хроматическую абберации) и способы их устранения.</p> <p>Понимать принцип действия оптических приборов и устройств: камеры-обскуры, плоских зеркал, призм, поворотной и оборотной призм, уголкового отражателя, световодов, собирающей и рассеивающей линз, проекционного аппарата, фотоаппарата, микроскопа, телескопа; используемые при их работе законы геометрической оптики.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание законов геометрической оптики</p>

	<p>4. Преломление света.</p> <p>5. Явление полного внутреннего отражения.</p> <p>6. Дисперсия белого света в призме.</p> <p>7. Получение белого света при сложении света разных цветов.</p> <p>8. Ход лучей в собирающей линзе.</p> <p>9. Ход лучей в рассеивающей линзе.</p> <p>10. Получение изображений с помощью линз.</p> <p>11. Модель глаза.</p> <p>12. Принцип действия луны, проекционного аппарата, фотоаппарата, микроскопа и телескопа.</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Законы геометрической оптики: экспериментальное изучение, формулировки, примеры использования, границы применимости.</p> <p>2. Построение изображений в сферических зеркалах.</p>

1	2	3
<p>3. Конструирование камеры-обскуры и получение с её помощью изображений.</p> <p>4. Изготовление калейдоскопа.</p> <p>5. Опыты Ньютона по наблюдению и изучению дисперсии света.</p> <p>6. Применение угловых отражателей, оборотных и поворотных призм.</p> <p>7. Миражи, радуга: условия возникновения и объяснение.</p> <p>8. Полное (внутреннее) отражение света: условия возникновения, объяснение, применение.</p> <p>9. Аберрации линз: условия возникновения, объяснение, способы устранения.</p> <p>10. Оптические иллюзии.</p> <p>11. Дефекты зрения и их коррекция.</p>		

<p>12. Оптические приборы: устройство, физические основы работы, угловые увеличения, применение.</p> <p>13. Телескоп Ньютона и телескоп Кеплера: устройство, физические основы работы, применение</p>		
	<b>16</b>	
<p>Волновой фронт. Принцип Гюйгенса</p>	2	<p>Объяснять законы отражения и преломления волн, световых волн, используя принцип Гюйгенса.</p>
<p>Поляризация волн. Интерференция волн</p>	2	<p>Приводить примеры природных явлений, обусловленных отражением и преломлением волн.</p>
<p>Интерференция света. Использование интерференции в оптике</p>	2	<p>Формулировать принципы Гюйгенса и Гюйгенса – Френеля, приводить примеры их использования.</p>
<p>Дифракция света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Разрешающая способность оптической системы</p>	2	<p>Описывать свойства волн, используя для этого такие понятия и физические величины, как интенсивность волны, разность хода, волновой путь, плоскость поляризации; правильно трактовать смысл используемых понятий и физических величин.</p>
<p>Дифракционная решётка</p>	1	<p>Приводить условия, которым должны удовлетворять когерентные источники; рассматривать схему опыта Юнга по наблюдению интерференции света; наблюдать возникновение интерференционной картины в тонких плёнках, колец Ньютона.</p>
<p>Повторение по темам «Механические колебания», «Электромагнитные колебания», «Механические и электромагнитные волны», «Геометрическая оптика», «Свойства волн». Решение задач</p>	5	<p>Объяснять такие свойства волн, как поляризация, интерференция, дифракция; приводить примеры интер-</p>

1	2	3
<p><i>Фронтальная лабораторная работа</i></p>		<p>ференционных и дифракционных картин; формулировать условия интерференционных максимумов и минимумов, условия получения дифракционной картины.</p>
<p>Оценка длины волны света разного цвета</p>	1	<p>Описывать дифракционную картину на щели, на дифракционной решётке, используя принцип Гюйгенса – Френеля; определять условия дифракционных максимумов и минимумов.</p>
<p><i>Контрольная работа № 7</i></p>	1	<p>Получать формулу, позволяющую определять положения интерференционных максимумов в схеме Юнга; описывать применение линз с покрытиями в виде тонких плёнок в просветлённой оптике.</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <p>1. Поляризация волн. 2. Интерференция и дифракция волн.</p>		<p>Объяснять условие, при котором можно использовать законы геометрической оптики; оценивать предел разрешения (разрешающую способность) оптической системы.</p> <p>Решать физические задачи на основные понятия и формулы волновой оптики</p>

<p>3. Интерференция и дифракция света.</p> <p>4. Интерференция света в тонких плёнках. Кольца Ньютона.</p> <p>5. Дифракционная решётка.</p> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <p>1. Принцип Гюйгенса и принцип Гюйгенса – Френеля: формулировки, объяснение, применение.</p> <p>2. Применение поляроидных плёнок.</p> <p>3. Получение и анализ интерференционных и дифракционных картин.</p> <p>4. Опыт Юнга по наблюдению интерференции света.</p> <p>5. Наблюдение и изучение колец Ньютона.</p> <p>6. Различные интерференционные схемы.</p> <p>7. Просветлённая оптика: физические основы, применение.</p>	



1	2	3
<p>8. Интерферометры: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>9. Границы применимости геометрической оптики. Предел разрешения оптических приборов.</p> <p>10. Получение и изучение особенностей изображений, получаемых с помощью различных дифракционных решёток.</p> <p>11. Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза.</p> <p>12. Использование призм и дифракционных решёток в спектральном анализе света</p>		
<b>Элементы теории относительности</b>	<b>4</b>	
Постулаты специальной теории относительности	1	Описывать противоречия между принципом относительности Галилея и законами электродинамики.
Относительность одновременности событий. Замедление времени и сокращение длины	1	Формулировать постулаты специальной теории относительности, различие принципов относительности Галилея и Эйнштейна.

Закон сложения скоростей в СТО	1	Объяснить относительность одновременности событий, течения (промежутков) времени, пространственных промежутков как следствий из постулатов СТО;
Масса, импульс и энергия в СТО	1	рассматривать данные явления на примерах с двумя наблюдателями и движущимся объектом в различных системах отсчёта; описывать для движущихся объектов замедление времени («парадокс близнецов»), сокращение длины.
		<p>Объяснить закон сложения скоростей в СТО, соотношение классического и релятивистского законов сложения скоростей.</p> <p>Понимать характер зависимости, связывающей релятивистские энергию и импульс частицы с её массой; объяснять физический смысл величин, входящих в соотношение (формулу) Эйнштейна.</p> <p>Формулировать выводы из соотношений, связывающих энергию, импульс и массу в СТО</p>
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опыт Майкельсона – Морли по обнаружению «эфирного ветра».</li> <li>2. Сравнительный анализ принципов относительности Галилея и Эйнштейна.</li> <li>3. Эффекты СТО и их объяснение.</li> </ol>		

1	2	3
<p>4. «Парадокс близнецов».</p> <p>5. Сравнительный анализ классического и релятивистского законов сложения скоростей</p>		
<p><b>Квантовая физика.</b> <b>Строение атома</b></p>	12	
<p>Равновесное тепловое излучение. Гипотеза Планка</p>	1	<p>Описывать противоречия электродинамики Максвелла и экспериментально открытых закономерностей излучения в коротковолновых диапазонах длин волн, сохранения гипотезы Планка, положившей начало квантовой механике.</p>
<p>Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта</p>	2	<p>Объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как равновесное тепловое излучение, фотоэффект, световое давление, поглощение и испускание света атомами.</p>
<p>Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Гипотеза де Бройля</p>	3	
<p>Планетарная модель атома. Первый постулат Бора. Правило квантования орбит</p>	2	<p>Формулировать законы фотоэффекта, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, постулаты Бора, правила квантования орбит, анализировать характер зависимостей между физическими величинами в этих законах.</p>
<p>Второй постулат Бора. Спектры испускания и поглощения</p>	2	<p>Использовать такие физические модели, как квант, планетарная модель атома, стационарная орбита, при изучении квантовых явлений, физических законов, воспроизведении научного метода познания природы.</p>
<p>Лазеры и их применение</p>	2	

Описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как скорость электромагнитных волн, длина волны и частота излучения, энергия кванта, постоянная Планка; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ; правильно трактовать смысл используемых физических величин.

Описывать двойственную природу света, объяснять её на основании гипотезы де Бройля; понимать особенности микрообъектов, изучаемых квантовой механикой, невозможность полностью описать их с помощью корпускулярной или волновой модели; приводить примеры явлений, подтверждающих корпускулярно-волновой дуализм, примеры экспериментов, подтверждающих гипотезу де Бройля.

Понимать особенности описания состояния микрообъекта; объяснять взаимосвязь физических величин в соотношениях неопределённости Гейзенберга.

Понимать всеобщий характер фундаментальных законов (закон сохранения энергии, электрического заряда) и границы применимости частных законов (законов фотоэффекта, постулатов Бора и др.).

Объяснять основные положения теории Бора для атома водорода, использовать энергетическую диаграмму для объяснения спектров испускания и поглощения

1	2	3
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фотоэффект.</li> <li>2. Сплошной (непрерывный) спектр.</li> <li>3. Спектры излучения и поглощения.</li> <li>4. Лазер.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. «Ультрафиолетовая катастрофа»: причины возникновения, гипотеза Планка.</li> <li>2. Опыты Столетова по обнаружению и изучению свойств внешнего фотоэффекта.</li> </ol>		<p>атома водорода; процессы изменения энергии ядра, используя его энергетическую диаграмму.</p> <p>Понимать принцип действия лазеров, приводить примеры использования современных лазерных технологий.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, постулатов Бора, правила квантования орбит</p>

	<p>3. Законы фотоэффекта: экспериментальное изучение, формулировки, классическое и квантовое обоснования.</p> <p>4. Уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: физический смысл, применение при решении задач.</p> <p>5. Вакуумный фотоэлемент: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>6. Внутренний фотоэффект: условия возникновения, объяснение, применение.</p> <p>7. Опыт Либледа по обнаружению давления света.</p> <p>8. Корпускулярно-волновой дуализм и его экспериментальные обоснования.</p> <p>9. Опыт по обнаружению дифракции электронов.</p> <p>10. Опыт Вавилова по обнаружению квантовых флуктуаций света.</p> <p>11. Сравнительный анализ различных моделей атома.</p>
--	--

1	2	3
<p>12. Опыт Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.</p> <p>13. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.</p> <p>14. Изучение спектров излучения и поглощения.</p> <p>15. Анализ энергетической диаграммы атома водорода.</p> <p>16. Метод спектрального анализа: физические основы, применение.</p> <p>17. Лазеры: устройство, физические основы работы, применение.</p>		
<p><b>Атомное ядро.</b> <b>Элементарные частицы</b></p>	16	
<p>Состав ядра. Ядерные силы. Энергия связи атомного ядра</p>	3	<p>Объяснять основные свойства таких квантовых явлений, как радиоактивность, радиоактивные излучения, альфа- и бета-распады, ядерные реакции, ионизирующее излучение, превращения элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия; указывать причины радиоактивности.</p>
<p>Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Причины радиоактивности. Альфа- и бета-распады. Правила смещения</p>	3	

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Ядерная энергетика	2	Понимать и объяснять смысл таких физических моделей, как планетарная модель атома, протонно-нейтронная модель атомного ядра, капельная модель ядра.
Методы регистрации ионизирующих ядерных излучений. Биологическое действие радиоактивных излучений. Дозиметрия	1	Описывать квантовые явления, используя для этого такие физические величины и константы, как атомная единица массы, зарядовое и массовое числа, дефект масс, энергия связи и удельная энергия связи атомного ядра, период полураспада, поглощённая доза излучения, мощность поглощённой дозы, коэффициент биологической активности, эквивалентная доза; использовать обозначения физических величин и единиц физических величин в СИ, правильно трактовать смысл используемых физических величин.
Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия	1	Понимать смысл физических законов для квантовых явлений: законов сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел, закона радиоактивного распада, правил смещения при радиоактивных распадах; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.
Повторение по темам «Квантовая физика. Строение атома», «Атомное ядро. Элементарные частицы». Решение задач	3	Понимать смысл физических законов для квантовых явлений: законов сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел, закона радиоактивного распада, правил смещения при радиоактивных распадах; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.
<i>Фронтальные лабораторные работы</i>		
1. Измерение естественного радиационного фона дозиметром	1	Понимать смысл физических законов для квантовых явлений: законов сохранения энергии, электрического заряда, массового и зарядового чисел, закона радиоактивного распада, правил смещения при радиоактивных распадах; объяснять содержание законов на уровне взаимосвязи физических величин.
2. Определение удельного заряда частицы по её треку в камере Вильсона	1	Различать фундаментальные взаимодействия, открытые в природе, по их особенностям, взаимодействующим частицам, носителям взаимодействий; понимать принятое деление (классификацию) элементарных частиц.
<i>Контрольная работа № 8</i>	1	Записывать закон радиоактивного распада, используя понятие «постоянная распада».



1	2	3
		<p>Проводить измерения естественного радиационного фона, понимать принцип действия дозиметра.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание физических законов и постулатов, определений физических величин, аналитических зависимостей (формул), выбранных физических моделей.</p> <p>Приводить примеры практического использования знаний о квантовых явлениях и физических законах; примеры влияния радиоактивных излучений на живые организмы; использовать эти знания в повседневной жизни — в быту, в учебных целях.</p> <p>Понимать основные принципы работы АЭС, измерительных дозиметрических приборов, физические основы их работы, использованные при их создании модели и законы физики.</p> <p>Рассматривать методы регистрации ионизирующих радиоактивных ядерных излучений; методы защиты от разных видов радиоактивного излучения.</p> <p>Решать физические задачи, используя знание законов: радиоактивного распада, альфа- и бета-распадов, правил смещения, законов сохранения электрического заряда, энергии и импульса при ядерных реакциях.</p>

		<p>Проводить 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 в целях выполнения проектных и учебно-исследовательских работ по оптике, физике атома и атомного ядра</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Схема цепной ядерной реакции.</li> <li>2. Наблюдение треков альфа-частиц в камере Вильсона.</li> <li>3. Устройство и принцип действия счётчика ионизирующих частиц.</li> <li>4. Дозиметр.</li> </ol> <p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. История обнаружения электрона, протона и нейтрона.</li> <li>2. Открытие и исследования радиоактивности.</li> <li>3. Радиоуглеродный метод датирования: физические основы и применение.</li> </ol>		

1	2	3
<p>4. Ядерные реакторы: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>5. Атомная энергетика: достижения, экологические проблемы, направления развития.</p> <p>6. Детекторы ионизирующих излучений: устройство, физические основы работы, применение.</p> <p>7. Методы защиты от радиоактивных излучений.</p> <p>8. Определение бета-активности проб различных строительных материалов, участков тела человека</p>		
<p><b>Строение Вселенной</b></p>	<p><b>6</b></p>	
<p>Основные методы исследования в астрономии. Определение расстояний до небесных тел</p>	<p>1</p>	<p>Рассматривать основные методы исследования удалённых объектов Вселенной.</p>
<p>Солнце. Солнечная система</p>	<p>2</p>	<p>Описывать структуру Солнца и физические процессы, происходящие на Солнце; объяснять особенности строения Солнечной системы (Солнца, планет, небесных тел), движения планет и небесных тел (астероидов, комет, метеоров).</p>
<p>Физические характеристики звёзд</p>	<p>1</p>	
<p>Эволюция звёзд</p>	<p>1</p>	

Вселенная	1	<p>Указывать общие свойства и различия планет земной группы и планет-гигантов; малых тел Солнечной системы и больших планет.</p> <p>Описывать физические характеристики звёзд и физические процессы, происходящие с ними в процессе эволюции.</p> <p>Понимать особенности строения Галактики, других звёздных систем, материи Вселенной, реликтового излучения.</p> <p>Воспроизводить гипотезу о происхождении Солнечной системы; описывать эволюцию Вселенной согласно гипотезе Большого взрыва.</p> <p>Записывать закон Хаббла, понимать смысл постоянной Хаббла</p>
<p><i>Демонстрации</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Астрономические наблюдения.</li> <li>2. Знакомство с созвездиями и наблюдение суточного вращения звёздного неба.</li> <li>3. Наблюдение движения Луны, Солнца и планет относительно звёзд.</li> </ol>		

1	2	3
<p><i>Темы проектных и исследовательских работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Радиолокационный метод определения расстояния до тел Солнечной системы.</li><li>2. Влияние солнечной активности на жизнь на Земле.</li><li>3. Открытие фреунгоферовых линий.</li><li>4. Анализ диаграммы Герцшпрунга – Рессела.</li><li>5. Пульсары: открытие, механизм генерации излучения, примеры объектов.</li><li>6. Квазары: открытие, механизм генерации излучения, примеры объектов.</li><li>7. История исследования планет Солнечной системы.</li><li>8. Защита Земли от столкновения с космическими объектами.</li></ol>		

<p>9. Комета Галлея: история и результаты исследования.</p> <p>10. Закон Хаббла: формулировка, физический смысл постоянной Хаббла, значение для развития астрофизики.</p> <p>11. Открытие реликтового излучения и исследование его особенностей.</p> <p>12. Исторические этапы развития физической картины мира.</p> <p>13. Принцип соответствия — важнейший методологический принцип современной науки</p>	
<p>Практикум по подготовке к экзамену</p>	<p>25</p>
<p>Резерв времени</p>	<p>11</p>
<p><b>Итого</b></p>	<p><b>175</b></p>

## Методические рекомендации для изучения, повторения и систематизации материала по разделам курса физики

Данные рекомендации могут быть использованы как при изучении нового материала, так и на этапе систематизации и обобщения знаний, итогового контроля. В этом случае учащиеся работают с итогами глав учебника, представленными в тексто-графической форме.

### 1. Постоянный электрический ток

На итоговом уроке после изучения раздела «Постоянный электрический ток» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 84 учебника).

Обратите внимание учащихся на то, что из определения электрического тока следуют условия его существования: во-первых, *наличие заряженных частиц* и, во-вторых, *наличие причин, приводящих к упорядоченному движению этих частиц*.

Упорядоченное движение заряженных частиц характеризуют: 1) направлением; 2) знаком заряда движущихся частиц; 3) интенсивностью. За направление электрического тока условились принимать направление упорядоченного движения *положительно* заряженных частиц, или направление, противоположное упорядоченному движению отрицательно заряженных частиц. Интенсивность упорядоченного движения заряженных частиц характеризуют физической величиной, называемой *силой тока*. При этом различают среднюю и мгновенную силы тока. Обсудите определения этих величин.

Напомните учащимся определение свободных носителей заряда. Обсудите различие между проводниками и диэлектриками. Попросите учащихся ответить на вопросы: 1) Почему тела, изготовленные из диэлектриков, часто называют изоляторами? 2) Какое из условий существования электрического тока имеет место в любом проводнике? 3) Как обеспечить выполнение второго условия существования электрического тока в проводнике? 4) Какие виды движений совершают свободные носители за-

ряда в проводнике при отсутствии электрического тока; при его наличии? 5) Что называют скоростью дрейфа? 6\*<sup>1</sup>) Как различаются модули скоростей дрейфа и хаотического (теплого) движения свободных электронов в металлах при наличии тока? 7) Какой электрический ток называют постоянным?

Попросите учащихся провести анализ выражения для расчёта силы тока из левого блока во втором ряду таблицы на с. 84.

Проанализируйте с учащимися логическую связь второго и третьего блоков во втором ряду и блоков третьего ряда. Попросите их провести анализ формул в указанных блоках.

Попросите учеников ответить на вопросы: 1) Как измеряют силу тока в цепи и напряжение между точками цепи? 2\*) Для чего используют шунт и дополнительный резистор?

Проанализируйте с учащимися логическую связь между физическими величинами, законами и формулами в блоках четвёртой строки и левом блоке пятой строки. Попросите их провести анализ формул из этих блоков и вывести формулу для расчёта количества теплоты (закон Джоуля — Ленца) из формулы определения работы электрического тока и закона Ома для участка цепи.

Проанализируйте с учащимися логическую связь между физическими понятиями, приведёнными в средней части нижней строки. Напомните учащимся, что для поддержания постоянного электрического тока в проводнике необходимо наличие устройства — источника тока, в котором действуют силы, совершающие работу по переносу зарядов против сил электростатического поля (см. рис. 21 в учебнике). Эти силы называют *сторонними*, так как в их роли не могут выступать электростатические силы. Обсудите определение и физический смысл ЭДС. Обратите внимание учащихся на то, что электрический ток совершает работу в цепи за счёт работы сторонних сил в источнике тока. Попросите их перечислить законы и сформулировать определения физических величин, используемых при выводе закона Ома для полной (замкнутой) цепи.

\* Обсудите с учащимися, как изменяются полезная мощность, полная мощность и КПД источника тока в замкнутой цепи в зависимости от соотношения между внутренним сопротив-

---

<sup>1</sup> Звёздочкой (\*) отмечены вопросы и методические рекомендации, которые используются при углублённом изучении курса физики 11 класса.



лением источника и сопротивлением нагрузки. Попросите их провести анализ формул и графиков из § 7.

\* Обратите внимание учащихся на то, что напряжение между двумя точками участка цепи, рассчитанное вдоль этого участка, равно отношению суммы работ всех электрических сил (электростатических и сторонних) по перемещению пробного заряда от первой точки ко второй вдоль рассматриваемого участка к этому заряду (см. формулу (1) из § 8). Обсудите с учащимися, как выводят второе правило Кирхгофа и почему решение задач начинают с этого правила, почему число независимых уравнений, получаемых на основании этого правила, равно числу элементарных контуров в схеме. Обратите внимание на то, что число независимых уравнений, составленных на основании первого правила Кирхгофа, всегда будет на одно меньше, чем число узлов в схеме.

Спросите у учащихся, какой процесс называют электролитической диссоциацией и какие вещества называют электролитами. Предложите им привести примеры электролитов и неэлектролитов.

\* Попросите учащихся вывести формулу для расчёта массы выделяющегося при электролизе вещества (закон Фарадея), провести анализ этой формулы, перечислить свободные носители заряда в металлах, электролитах, газах, полупроводниках и в электровакуумных приборах.

\* Рассмотрите с учащимися процессы, происходящие при перезарядке конденсатора. Обратите внимание на то, что изменение электрической энергии конденсатора описывается законом изменения энергии, т. е. обусловлено работой сторонних сил в источниках тока и выделяющимся количеством теплоты (см., например, формулу (12) в § 16).

## 2. Магнитное поле

На итоговом уроке после изучения раздела «Магнитное поле» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 126 учебника).

Обратите внимание учащихся на то, что магнитное поле — особый вид материи, посредством которого осуществляется магнитное взаимодействие.

Попросите учащихся перечислить, что порождает магнитное поле и на что оно действует (см. первый и второй столбцы таблицы). Обсудите с ними, каким вектором характеризуют магнитное поле в данной точке, какими свойствами он обладает, как графически изображают магнитные поля, какими свойствами обладают линии магнитной индукции (см. третий столбец таблицы). Попросите учащихся изобразить на доске линии магнитного поля, порождаемого прямолинейным проводом, соленоидом и полосовым магнитом с током.

Предложите учащимся провести анализ формул для расчёта модулей сил и момента сил, действующих со стороны магнитного поля на различные объекты (см. средний столбец таблицы). Попросите их сформулировать правила для определения направлений силы Ампера и магнитной составляющей силы Лоренца. Обратите внимание на природу силы Ампера, напомнив, что действующая на проводник сила Ампера равна сумме магнитных сил Лоренца, действующих на упорядоченно движущиеся в этом проводнике свободные носители заряда.

Попросите учащихся сформулировать определение единицы силы тока в СИ и описать взаимодействие двух параллельных проводников с токами одинаковых и противоположных направлений, используя правило правого буравчика и правило левой руки (см., например, рис. 84). Обсудите с учащимися действие магнитного поля на рамку с током.

Попросите учащихся сформулировать определение магнитной проницаемости вещества и перечислить, на какие классы принято разделять вещества с точки зрения интенсивности их взаимодействия с магнитным полем.

### 3. Электромагнитная индукция

На итоговом уроке после изучения раздела «Электромагнитная индукция» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 150 учебника).

Обратите внимание учащихся на то, что опыты Фарадея объясняют возникновение ЭДС индукции в движущемся относительно магнитного поля проводнике. Она обусловлена действием магнитной составляющей силы Лоренца на свободные носители заряда в проводнике.

ЭДС в замкнутом контуре может быть рассчитана на основе закона электромагнитной индукции Фарадея — Максвелла. Для количественного описания явления электромагнитной индукции вводят понятие потока вектора магнитной индукции. Направление индукционного тока в замкнутой цепи определяют с помощью правила Ленца.

Обратите особое внимание учащихся на то, что природа возникновения ЭДС индукции состоит в том, что изменяющееся с течением времени магнитное поле порождает вихревое электрическое поле. Именно это поле, действуя на свободные носители заряда в проводнике, приводит к появлению в нём индукционного тока.

Попросите учащихся объяснить, на основании каких законов при изменении силы тока в контуре в нём возникает ЭДС самоиндукции. Обсудите с ними, что называют индуктивностью контура. Проведите аналогию между явлением самоиндукции и явлением инерции в механике, между индуктивностью контура и массой тела, между силой тока в контуре и скоростью тела.

\* Сопоставьте с учащимися явления самоиндукции и взаимной индукции, коэффициенты самоиндукции и взаимной индукции и попросите ответить на вопрос: могут ли эти коэффициенты зависеть от силы тока в контуре (контурах) (см. примечание внизу с. 145)?

Попросите учащихся проанализировать выражения для энергии магнитного поля (формула (1) из § 30) и плотности энергии магнитного поля (формула (2) из § 30).

\* Перечислите с учащимися основные этапы вывода формулы для расчёта энергии магнитного поля из нижнего блока таблицы.

## 4. Механические колебания

На итоговом уроке после изучения раздела «Механические колебания» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговые таблицы (с. 187 и 188 учебника).

Обратите внимание учащихся на то, какие движения принято называть колебаниями, а какие — периодическими колебаниями. Попросите их сформулировать условия, при которых возможно возникновение *свободных* колебаний. Попросите учащихся привести примеры таких колебаний.

Обсудите с ними алгоритмы динамического и энергетического способов решения задач о механических колебаниях (см. с. 188). Обратите особое внимание на то, что эти задачи удобно решать в ИСО, начало которой совмещено с положением равновесия колебательной системы. При этом проекция возвращающей силы, равной сумме всех сил, действующих на смещённое из положения равновесия тело, будет противоположна по знаку и прямо пропорциональна его смещению. При энергетическом подходе потенциальную энергию колебательной системы в положении равновесия удобно считать равной нулю.

Проведите с учащимися анализ и постройте графики зависимостей от времени физических величин, законы изменения которых приведены в двух нижних блоках таблицы (см. с. 188). Обсудите с учащимися, как соотносятся (по амплитуде и фазе) колебания смещения, проекций скорости и ускорения (см. рис. 121). Проведите анализ формул для расчёта периодов колебаний пружинного и математического маятников.

Обсудите с учащимися следующие вопросы: 1) При каких условиях колебания будут затухающими? 2) Как при таких колебаниях изменяются модули максимальных смещения, скорости и ускорения, а также полная механическая энергия системы? Попросите привести примеры затухающих колебаний. После этого сформулируйте определение вынужденных колебаний. Попросите привести примеры вынужденных колебаний.

Объясните явление резонанса, дайте определение резонансной частоты. Обратите внимание на то, что частота установившихся вынужденных колебаний всегда равна частоте периодически изменяющейся вынуждающей силы. Попросите учащихся провести анализ графиков амплитудно-частотных характеристик, приведённых на рисунках 132 и 133, а также объяснить явление резонанса с энергетической точки зрения.

\* Рассмотрите резонанс смещения и резонанс скорости, используя метод векторных диаграмм.

## 5. Электромагнитные колебания

На итоговом уроке после изучения раздела «Электромагнитные колебания» обсудите с учащимися его содержание и ло-

гическое построение, изучив итоговые таблицы (с. 226 и 227 учебника).

Попросите учащихся ответить на вопросы: 1) Какие колебания называются электромагнитными? 2) Из каких элементов состоит колебательный контур? 3) Какие процессы происходят в колебательном контуре при свободных электромагнитных колебаниях? 4) Как при таких колебаниях изменяются заряды пластин конденсатора, сила тока в контуре, электрическая энергия, энергия магнитного поля и полная электромагнитная энергия системы? Обсудите графики, приведённые на рисунке 139.

Проведите с учащимися аналогию между механическими и электромагнитными колебаниями (в том числе с энергетической точки зрения). Обсудите с учащимися алгоритмы решения задач об электромагнитных колебаниях (с. с. 227). Обратите внимание на то, что эти задачи можно решать двумя способами: энергетическим и с использованием закона Ома для замкнутой цепи. Попросите учащихся провести анализ и построить графики зависимостей от времени физических величин, законы изменения которых приведены в двух нижних блоках таблицы (с. с. 227). Обсудите с ними, как соотносятся (по амплитуде и фазе) колебания заряда пластины конденсатора и силы тока в контуре.

Проведите с учащимися аналогию между алгоритмами решения задач о механических и электромагнитных колебаниях (сопоставив с. 227 и с. 188).

Попросите учащихся сформулировать определения переменного тока и источника (генератора) переменного тока. Рассмотрите принцип работы источника переменного тока (переменного напряжения), используя рисунки 141 и 142. Проведите анализ формул (5) и (7) из § 39.

\* Обсудите с учащимися, как соотносятся сила тока через резистор и напряжение между его выводами в цепи переменного тока, как изменяется мгновенная мощность на этом резисторе, как рассчитать среднюю за период мощность, выделяющуюся на нём. Проведите с учащимися анализ формул (3–8) и графиков на рисунках 144 и 145 из § 40. Попросите их сформулировать определения действующих (эффективных) значений переменного напряжения и силы переменного тока.

\* Обсудите с учащимися, как соотносятся (по амплитуде и фазе) колебания силы тока и напряжения между выводами конденсатора (идеальной катушки индуктивности) в цепи переменного тока, как изменяется мгновенная мощность, выделяющаяся на этих элементах, и как рассчитать среднюю за период мощность на этих элементах. Проведите с учащимися анализ формул (3–7) и графиков на рисунках 147–150 из § 41 и 42.

Обсудите с учащимися, что называют вынужденными электромагнитными колебаниями и явлением резонанса в контуре. Обратите внимание на то, что частота установившихся вынужденных колебаний всегда равна частоте изменения напряжения источника. Проведите с учащимися анализ графиков амплитудно-частотных характеристик, приведённых на рисунках 152 и 153.

\* Обсудите с учащимися применение метода векторных диаграмм для расчёта цепей переменного тока, используя рисунки 154 и 155. Попросите их провести анализ формулы (8) из § 44, сопоставив результаты анализа с графиком на рисунке 152. Обратите особое внимание на различие амплитудно-частотных характеристик для силы тока в контуре и напряжения между выводами конденсатора, сопоставив формулы (8) и (12) из § 44 и графики на рисунках 152 и 156.

Рассмотрите с учащимися, как рассчитывают мгновенную и среднюю за период мощности в цепи переменного тока, что называют коэффициентом мощности и как его можно увеличить в промышленных сетях.

Обсудите с учащимися вопросы, связанные с производством, передачей и потреблением электрической энергии. Изучите на примере рисунка 157 устройство современного генератора переменного тока. Обсудите причины повышения и понижения напряжения при передаче и потреблении электрической энергии. Рассмотрите устройство простейшего трансформатора.

## 6. Механические и электромагнитные волны

На итоговом уроке после изучения раздела «Механические и электромагнитные волны» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 248 учебника).

Сформулируйте с учащимися определения механических и электромагнитных волн. Обсудите с ними условия возникновения и распространения волн различной природы, виды волн и сред, в которых они могут распространяться. Попросите их привести примеры различных волн и ответить на вопрос: какие волны могут распространяться в вакууме, а какие — не могут и почему?

Проанализируйте связь между длиной волны, её скоростью, периодом и частотой колебаний. Обратите особое внимание учащихся на то, что при волновом процессе происходит перенос энергии без переноса вещества.

Обсудите с ними характеристики звука, принципы радиосвязи и телевидения.

## 7. Геометрическая оптика

На итоговом уроке после изучения раздела «Геометрическая оптика» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 282 и 283 учебника).

Попросите учащихся сформулировать определения точечного источника света и луча света, а также основные законы геометрической оптики. Обсудите с ними содержание этих законов. Обратите внимание на то, что законы геометрической оптики установлены опытным путём и имеют границы применимости, которые будут рассмотрены в следующей главе.

Попросите учащихся сформулировать определения мнимого и действительного изображений источника света и привести примеры построения изображений в плоских зеркалах. Обсудите с ними принцип обратимости световых лучей. Рассмотрите закон преломления света и явление дисперсии света.

Обсудите явление полного (внутреннего) отражения. Проведите анализ формулы, описывающей закон преломления и используемой для расчёта предельного угла полного (внутреннего) отражения.

Сформулируйте с учащимися определения линзы, собирающей, рассеивающей, выпуклой, вогнутой и тонкой линз. Обсудите, при каких условиях выпуклая (вогнутая) линза будет собирающей, а при каких — рассеивающей. Попросите учащихся

изобразить на доске главную плоскость собирающей (рассеивающей) линзы и показать на этом рисунке оптический центр линзы, её главную и побочные оптические оси, фокусы и фокальные плоскости. Обсудите определения фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз и оптической силы линзы. Проведите анализ формулы для расчёта оптической силы линзы, приведённой в правом блоке таблицы на с. 283.

Рассмотрите с учащимися способы построения изображений, создаваемых тонкими линзами. Обратите внимание, в каких случаях получаются действительные изображения, а в каких — мнимые. Параллельно проведите анализ формулы тонкой линзы и правила знаков из нижнего блока таблицы (см. с. 283). Попросите учащихся сформулировать определение коэффициента поперечного увеличения. Обсудите способы его расчёта и проанализируйте, в каких случаях этот коэффициент будет больше единицы, а в каких — меньше.

Рассмотрите с учащимися строение глаза человека. Объясните такие понятия, как угол зрения, расстояние наилучшего зрения, дефекты зрения (близорукость и дальнозоркость). Обсудите способы исправления дефектов зрения и принципы действия лупы, фотоаппарата и проекционного аппарата.

\* Изучите с учащимися устройство и принципы действия микроскопа и телескопа, используя рисунки 201 и 202 учебника.

## 8. Свойства волн

На итоговом уроке после изучения раздела «Свойства волн» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 316 и 317 учебника).

Рассмотрите с учащимися явление поляризации. Попросите их ответить на вопросы: 1) Какую волну называют линейно (или плоско) поляризованной? 2) Что называют плоскостью поляризации? 3) Какую волну называют естественной (естественно поляризованной или неполяризованной)? 4) Что такое поляризатор и анализатор? 5) Что в настоящее время называют плоскостью поляризации линейно поляризованной электромагнитной волны?

Сформулируйте с учащимися определения интерференции и дифракции, а также попросите ответить на вопрос: 1) Какие



источники называют когерентными? 2) При каких условиях образуется устойчивая интерференционная картина? 3) Каковы условия образования интерференционных максимумов и минимумов? Попросите их привести примеры знакомых им проявлений интерференции и дифракции (например, объяснить, почему мы продолжаем слышать звук от источника, когда, удаляясь от него, заворачиваем за угол).

Обсудите с учащимися следующие вопросы: 1) Что называют фронтом волны? 2) В чём состоит принцип Гюйгенса? 3) Как с помощью этого принципа объяснить законы отражения и преломления волн (используя рис. 206 и 207 учебника)? 4) Что нового внёс Френель в принцип Гюйгенса? 5) Можно ли с помощью принципа Гюйгенса — Френеля объяснить и рассчитать дифракционную картину?

\* Обсудите с учащимися явление дифракции на щели, условия образования дифракционных максимумов и минимумов, принцип действия дифракционной решётки и условия образования главных интерференционных максимумов, а также побочных минимумов и максимумов. Проведите анализ формулы (2) из § 61 и попросите учащихся ответить на вопросы: как изменится дифракционная картина при увеличении (уменьшении) периода решётки; длины волны падающего света? Попросите учащихся изобразить на доске схему эксперимента, приведённую на рисунке 229 учебника, и ответить на вопросы: 1) Какую роль выполняет линза в этом эксперименте? 2) Почему экран располагают в фокальной плоскости линзы? 3) Можно ли получить дифракционную картину на экране без линзы и где в этом случае следует расположить экран?

## 9. Элементы специальной теории относительности

На итоговом уроке после изучения раздела «Элементы специальной теории относительности» обсудите с учащимися его содержание и логическое построение, изучив итоговую таблицу (с. 336 учебника).

Рассмотрите с учащимися постулаты СТО (верхний левый блок), содержание основных следствий, вытекающих из этих постулатов (левые и средние блоки таблицы).

\* Обсудите с учащимися закон сложения скоростей в СТО. Проведите анализ формулы, описывающей этот закон, и сопоставьте его с законом сложения скоростей в классической механике Ньютона (средний нижний блок таблицы).

\* Рассмотрите с учащимися физические величины и соотношения между ними, приведённые в правом столбце таблицы.

## 10. Квантовая физика. Строение атома

На итоговом уроке после изучения раздела «Квантовая физика. Строение атома» обсудите с учащимися его содержание, изучив итоговую таблицу (с. 366 и 367 учебника).

Попросите учащихся изобразить на доске схему установки для исследования фотоэффекта (рис. 236) и записать уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Обсудите физический смысл величин, входящих в это уравнение. Проведите его анализ и рассмотрите вопрос о том, как будут изменяться кинетическая энергия выбиваемых электронов и сила фототока при увеличении (уменьшении): а) частоты падающего света; б) числа падающих фотонов. Попросите учащихся ответить на вопросы: 1) Что называют красной границей фотоэффекта; фототоком насыщения? 2) От чего зависит сила фототока насыщения? 3) Как связаны работа выхода электрона из электрода и длина волны (частота) фотона, соответствующего красной границе? 4) Подтверждают ли законы фотоэффекта гипотезу Планка о квантовой природе света? 5) Чему равна в СИ постоянная Планка?

Затем обсудите с учащимися вопросы: 1) В чём состоит корпускулярно-волновой дуализм? 2) В каких явлениях свет проявляет свойства, присущие волнам, а в каких – корпусулам? 3) В чём состоит гипотеза де Бройля? 4) Какой подход к описанию состояния микрочастиц предложил Макс Борн? Попросите учащихся написать на доске соотношения неопределённостей Гейзенберга, объяснить физический смысл величин в этих соотношениях и провести их анализ.

Обсудите с учащимися опыты Резерфорда и предложенную им для объяснения результатов этих опытов планетарную (ядерную) модель атома. Обратите внимание на числа, приведённые в верхнем блоке на с. 367.

Попросите учащихся сформулировать постулаты Бора, рассказать, что называют: а) правилом квантования Бора; б) главным квантовым числом; в) стационарными орбитами; г) нормальным и возбуждённым состояниями; д) спектрами излучения и поглощения; е) энергией ионизации.

Изобразите на доске энергетическую диаграмму атома, покажите на ней переходы, соответствующие испусканию и поглощению энергии этим атомом (см., например, рис. 245), и проведите анализ формул (1) и (4) из § 71. Обсудите с учащимися устройство и принципы работы лазеров.

## 11. Атомное ядро. Элементарные частицы

На итоговом уроке после изучения раздела «Атомное ядро. Элементарные частицы» обсудите с учащимися его содержание, изучив итоговую таблицу (с. 408 и 409 учебника).

Попросите учащихся ответить на вопросы: 1) Из чего состоит ядро атома? 2) Что называют нуклонами, зарядовым числом, массовым числом, изотопами? 3) Как обозначают участвующие в ядерных реакциях изотопы элементов и частицы? Попросите учащихся привести примеры изотопов.

Сформулируйте определение ядерных сил (сильного взаимодействия) и перечислите их основные свойства. Обсудите с учащимися, что называют энергией связи атомного ядра, дефектом масс этого ядра и удельной энергией связи в ядре. Анализируя график, приведённый на рисунке 249, рассмотрите, какие процессы преобразования ядер наиболее легко осуществимы с энергетической точки зрения и ядра каких элементов являются наиболее стабильными.

Попросите учащихся сформулировать определения радиоактивности, периода полураспада; написать на доске закон радиоактивного распада и нарисовать график, описывающий этот закон.

\* Попросите учащихся ответить на вопросы: 1) Что называют постоянной распада; активностью образца? 2) Как называют единицу активности в СИ?

Сформулируйте с учащимися определения альфа- и бета-распадов, попросите их написать на доске правила смещения при этих распадах и привести примеры. Попросите их сфор-

мулировать определения ядерных и термоядерных реакций, привести примеры таких реакций и перечислить физические величины, которые сохраняются при этих реакциях. Обсудите с учащимися, что называют выходом ядерной реакции и как его можно рассчитать.

Рассмотрите с учащимися методы регистрации ионизирующих излучений, биологическое действие этих излучений, единицы измерений этого действия, предельно допустимые для человека дозы, проникающую способность различных видов радиоактивных излучений и методы защиты от них.

Обсудите с учащимися особенности фундаментальных взаимодействий, используя таблицу 5 из § 81.

## 12. Строение Вселенной

На итоговом уроке после изучения раздела «Строение Вселенной» обсудите с учащимися его содержание, изучив итоговую таблицу (с. 437 учебника).

Опишите гипотезу образования Солнечной системы, попросите учащихся привести основные физические характеристики Солнца, рассказать о том, как движутся планеты Солнечной системы в гелиоцентрической системе отсчёта, на какие группы делят эти планеты и почему. Рассмотрите вопрос о том, что называют спутниками планет, астероидами, кометами, метеорами и метеоритами.

Обсудите с учащимися физические характеристики звёзд, используя таблицу 7 и рисунок 268 из § 86. Опишите основные этапы эволюции звёзд. Попросите учащихся ответить на вопросы: 1) Что называют Галактикой? 2) Какова её структура? 3) Что такое Млечный Путь? 4) Что называют Местной группой? 5) В чём состоит смысл закона Хаббла, гипотезы возникновения Вселенной в результате Большого взрыва? 6) Что называют реликтовым излучением?

## **Методические рекомендации по организации учебно-исследовательской и проектной деятельности**

Проект – вид самостоятельной учебной деятельности, направленный на решение конкретной учебно-познавательной проблемы, на достижение оптимальным способом *заранее запланированного результата* в течение определённого промежутка времени.

Цель проектного обучения состоит в том, чтобы создать условия, при которых обучающиеся:

- самостоятельно приобретают знания из разных источников (учебных текстов, справочных и научно-популярных изданий, компьютерных баз данных, образовательных интернет-ресурсов), осуществляют её обработку, анализ и представление в разных формах;
- учатся применять полученные знания и умения для создания проектного продукта, используя оборудование, модели, методы и приёмы, соответствующие исследуемой проблеме;
- развивают коммуникативные умения: выражать свои мысли, выслушивать разные точки зрения, признавать право другого человека на иное мнение, вести дискуссию, отстаивать свои взгляды и убеждения, работать в группе с выполнением различных социальных ролей;
- формируют исследовательские умения: выявлять проблему, ставить цели и задачи исследования, выдвигать гипотезы, осуществлять планирование, самоконтроль, рефлекссию и самоанализ, презентацию проектного продукта и др.;
- оценивают собственные возможности и личные интересы при выборе сферы будущей профессиональной деятельности.

### **Общие и отличительные черты учебных проектов и исследований**

В проектной и учебно-исследовательской деятельности можно выделить следующие общие признаки: постановка практически значимых целей и задач, использование определённой

технологии работы над учебно-познавательной проблемой или задачей, проявление компетентности обучающихся в выбранной сфере исследования, творческой активности, высокой мотивации, умения работать самостоятельно и в сотрудничестве.

Однако, в отличие от проекта, учебно-исследовательская работа связана с решением исследовательской задачи *с заранее не известным результатом*. Учебное исследование представляет собой самостоятельную творческую работу, имитирующую настоящее научное исследование (в частности, обучающиеся учатся выдвигать гипотезы и предлагать способы их проверки, планировать и работать по плану, искать оптимальные и нестандартные решения поставленной задачи и др.). Оно проводится в течение более длительного промежутка времени, чем проект.

## **Учебные проекты и исследования как методы обучения**

Учебный проект (исследование), с точки зрения учителя, представляет собой интегративное дидактическое средство развития, обучения и воспитания, которое позволяет вырабатывать и развивать у обучающихся умения и навыки проектирования и исследования. При этом учитель выступает в роли консультанта и организатора самостоятельной деятельности обучающихся.

Учебный проект (исследование) для обучающегося – это возможность максимально раскрыть свой творческий потенциал. При выполнении творческого задания он вовлекается в процесс освоения нового и закрепления пройденного материала по предмету, в рамках которого и проводится проект (исследование). Подобная деятельность носит практический характер и, что не менее важно, интересна и значима для самих исследователей.

## **Технология организации и проведения проектной и учебно-исследовательской деятельности**

Работу над учебным проектом (исследованием) можно условно разбить на несколько этапов. Рассмотрим характерные

особенности каждого из этапов, сопровождая их методическими пояснениями.

### **Подготовительный этап**

- Постановка учебно-познавательной проблемы.
- Определение темы проекта (исследования).
- Формулировка цели и задач проекта (исследования).
- Определение типа проекта (исследования) по количеству участников: индивидуальная, парная, групповая, коллективная, сетевая работа и др.
  - Составление планов или графиков работы, дневников самоконтроля.
  - Поиск и отбор информации.
  - Систематизация и анализ собранного материала.

Основная цель подготовительного этапа – формулировка проблемы, которая предлагается учителем для обсуждения в классе. Именно над её творческим решением и будут работать обучающиеся. При этом проблема должна трансформироваться в лично-значимую цель (т. е. мотивировать обучающихся к поиску решения) и приобрести образ планируемого результата, который в будущем воплотится в виде проектного продукта (результатов исследования).

Тема проекта (исследования) может быть предложена специалистами органов образования в рамках утверждённых образовательных программ, учителем – с учётом профессиональных предпочтений обучающихся, их интеллектуальных и творческих способностей, а также самими учащимися.

После выбора темы и её всестороннего обсуждения в классе можно приступить к составлению планов работы. Эта деятельность отнимает немало учебного времени. Вместе с тем от грамотно разработанного плана зависит успех, сроки выполнения и в конечном счёте презентация проектного продукта (результатов исследования). Учитель редактирует и утверждает план работы каждого обучающегося или творческого коллектива. По мере работы над проектом (исследованием) план может корректировать как учитель, так и сам ученик.

Далее необходимо провести поиск текстового материала, подобрать иллюстративный ряд, аудио- и видеотректы, анимированные изображения согласно выбранной теме проекта

(исследования). Эту поисковую деятельность должен контролировать учитель, который может посоветовать обучающимся использовать тот или иной источник информации, поделиться своим мнением о содержании найденного материала, дать ценные указания по его доработке, помочь в поиске труднодоступной информации.

### **Основной этап**

- Разработка проекта (проведение исследования).
- Обсуждение полученных результатов.
- Оформление проектного продукта (результатов исследования) и подготовка к выступлению на различных школьных и внеклассных мероприятиях.
- Презентация проектного продукта (результатов исследования).

Цель основного этапа — реализация намеченного плана. Обучающиеся работают над созданием проектного продукта (проводят исследование), который может быть представлен в виде: письменной работы (эссе, реферата, аналитических материалов, стендового доклада и др.), материального объекта, макета или иного конструкторского изделия, мультимедийных объектов и др. Затем обучающиеся приступают к наиболее ответственному шагу — подготовке к презентации проектного продукта (результатов исследования). При этом они могут репетировать свои выступления и вместе с учителем работать над их совершенствованием. После того как обучающиеся подготовятся к защите своих творческих работ, учитель составляет программу выступлений, руководствуясь их тематикой. Количество выступлений и их продолжительность регламентирует учитель. Программу выступлений учитель передаёт членам экспертной комиссии, в формировании состава которой он принимает активное участие.

### **Заключительный этап**

- Обсуждение и оценка выступлений.
- Подведение итогов.
- Составление отчётов о проделанной работе, дневников.
- Проведение рефлексии и самоанализа учебной деятельности.



- Определение перспектив дальнейшего изучения темы, разработка практических рекомендаций.

Презентацию результатов проектной и учебно-исследовательской деятельности можно провести в рамках учебной конференции, урока-исследования, урока-лаборатории или других нестандартных форм организации образовательного процесса. Экспертная комиссия оценивает каждое выступление, обсуждает с докладчиками спорные моменты, составляет объективное заключение. В этой работе эксперты могут также опираться на краткий отзыв руководителя проектной (исследовательской) работы. В завершение всех выступлений председатель экспертной комиссии подводит итоги. Последний шаг – составление отчётов о проделанной работе и дневников, которые позволяют обучающимся объективно оценить свою работу над творческим заданием на каждом этапе его подготовки, т. е. провести рефлексию и самоанализ учебной деятельности.

Важным условием успешной реализации проектной и учебно-исследовательской деятельности является дифференциация образовательного пространства. Учащиеся должны иметь доступ к инфотеке (коллекции электронных образовательных ресурсов по разным учебным предметам), лабораториям для проведения опытов, компьютерам и компьютерным сетям с доступом к базам данных и ресурсам сети Интернет и др.

### **Критерии оценки проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся**

1. Обоснование проблемы проекта (исследования) и планирование способов её решения.
2. Постановка целей и задач исследования, глубина раскрытия темы проекта (исследования).
3. Вариативность представленных источников информации, методов исследования, целесообразность их использования.
4. Анализ хода работы, формулировка выводов и оценок, выявление перспектив дальнейшего исследования.
5. Оригинальность высказанных идей, реализация рациональных и нестандартных решений.

6. Оформление проектного продукта (результатов исследования), качество проведения презентации.

7. Практическая направленность полученных результатов.

При оценке проекта (исследования) следует оценивать прежде всего качество работы в целом, а также проявленные при этом умения проектирования учебной деятельности. Отметим, что учитель может устанавливать и другие критерии на основе своего опыта и состава группы.

## Учебные проекты

Учебные проекты по физике можно распределить по трём группам: «История развития физики», «Эксперимент и моделирование – основные физические методы исследования природы», «Практические приложения физических знаний».

При выполнении проектов первой группы *обучающийся научится*:

- анализировать фрагменты работ физиков-классиков;
- описывать историю открытия физических законов и изобретения технических устройств;
- рассматривать исследования физических явлений в историческом аспекте;
- обсуждать биографии выдающихся учёных-физиков;
- оценивать вклад выдающихся учёных-физиков в развитие науки.

При выполнении проектов второй группы *обучающийся научится*:

- применять научные методы познания к изучению физических явлений;
- проверять экспериментально выдвигаемые гипотезы, выводить физические законы из экспериментальных фактов и теоретических моделей;
- предсказывать результаты опытов или наблюдений на основе физических законов и теорий;
- конструировать модели технических объектов;
- выполнять компьютерное моделирование физических явлений и процессов;
- представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости;

- оценивать реальность полученного значения физической величины с учётом погрешностей измерения.

При выполнении проектов третьей группы *обучающийся научится*:

- рассматривать практические приложения физических знаний;
- применять физические законы в быту и в технике;
- обсуждать экологические проблемы и пути их решения;
- анализировать связь физики с другими естественными науками.

## Учебные исследования

Учебное исследование по физике может проводиться в форме: урока-защиты исследовательских проектов, урока-экспертизы, учебного эксперимента (обучающиеся учатся таким элементам исследовательской деятельности, как планирование и проведение эксперимента, обработка и анализ его результатов), домашнего задания исследовательского характера.

Приведём примерную тематику учебных проектов и исследований по физике для 11 класса (базовый уровень). Дополнительно к ней можно использовать темы учебных проектов и исследований, которые проводятся только при углублённом изучении курса.

### Базовый уровень

1. Закон Ома для участка цепи и полной (замкнутой) цепи: экспериментальные обоснования, физический смысл, границы применимости.

2. Расчёт погрешностей измерений силы тока и напряжения.

3. Источники постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.

4. Способы «реанимации» аккумулятора мобильного телефона на природе.

5. Сравнительный анализ электрических нагревательных приборов.

6. Устройства для защиты электрических цепей.

7. Применение электролиза в технике.

8. Свойства  $p$ – $n$ -перехода.
9. Свойства постоянных магнитов.
10. Опыты Эрстеда и Ампера по изучению магнитных явлений.
11. Получение и анализ картин магнитных полей.
12. Способы определения единицы силы тока – ампера.
13. Электродвигатели постоянного тока: устройство, физические основы работы, применение.
14. Свойства диа-, пара- и ферромагнетиков.
15. Анализ кривой Столетова.
16. Опыты Фарадея по обнаружению явления электромагнитной индукции.
17. Изготовление установки для демонстрации явления электромагнитной индукции.
18. Закон электромагнитной индукции Фарадея – Максвелла: физический смысл, применение при решении задач.
19. Применение правила Ленца.
20. Электродинамический микрофон: устройство, физические основы работы, применение.
21. Изучение явления самоиндукции.
22. Экспериментальное исследование различных колебательных систем.
23. Получение и анализ уравнений гармонических колебаний для разных колебательных систем.
24. Резонанс: условия возникновения, резонансные кривые, объяснение, примеры полезного использования и вредного действия.
25. Сейсмические колебания. Исследование строения Земли и планет с использованием сейсмических колебаний.
26. Метод аналогии при изучении механических и электромагнитных колебаний.
27. Получение и анализ уравнения гармонических колебаний в колебательном контуре.
28. Генератор переменного тока: устройство, физические основы работы, применение.
29. Сравнительный анализ характеристик современных генераторов переменного тока.
30. Трансформатор: устройство, физические основы работы, применение.

31. Способы уменьшения потерь энергии при её передаче на большие расстояния.

32. Экологически чистые виды энергетики.

33. Исследование особенностей и характеристик звуковых волн.

34. Стоячие волны: условия возникновения и объяснение.

35. Наблюдение и изучение акустического резонанса.

36. Струнные музыкальные инструменты.

37. Эффект Доплера в акустике.

38. Применение ультразвука в технике.

39. Эхолоты: устройство, физические основы работы, применение.

40. Измерение шумового фона и оценка влияния уровня шумового загрязнения на здоровье людей.

41. Опыты Герца по обнаружению электромагнитных волн и изучению их свойств.

42. Исследование свойств электромагнитных волн с помощью мобильного телефона.

43. Электромагнитное излучение СВЧ-печи.

44. Спектр электромагнитных волн: диапазоны частот (длин волн), источники излучений, применение.

45. Влияние электромагнитного излучения на организм человека.

46. Изобретение радио: исследования А. С. Попова и Г. Маркони.

47. Виды и применение радиосвязи.

48. Особенности передачи звука и изображений с помощью радиоволн.

49. Законы геометрической оптики: экспериментальное изучение, формулировки, примеры использования, границы применимости.

50. Конструирование камеры-обскуры и получение с её помощью изображений.

51. Изготовление калейдоскопа.

52. Опыты Ньютона по наблюдению и изучению дисперсии света.

53. Применение уголковых отражателей, оборотных и поворотных призм.

54. Миражи, радуга: условия возникновения и объяснение.
55. Оптические иллюзии.
56. Дефекты зрения и их коррекция.
57. Принцип Гюйгенса и принцип Гюйгенса – Френеля: формулировки, объяснение, применение.
58. Применение поляроидных плёнок.
59. Получение и анализ интерференционных и дифракционных картин.
60. Опыт Юнга по наблюдению интерференции света.
61. Наблюдение и изучение колец Ньютона.
62. Опыт Майкельсона – Морли по обнаружению «эфирного ветра».
63. Сравнительный анализ принципов относительности Галилея и Эйнштейна.
64. Эффекты СТО и их объяснение.
65. «Ультрафиолетовая катастрофа»: причины возникновения, гипотеза Планка.
66. опыты Столетова по обнаружению и изучению свойств внешнего фотоэффекта.
67. Законы фотоэффекта: экспериментальное изучение, формулировки, классическое и квантовое обоснования.
68. Уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: физический смысл, применение при решении задач.
69. Вакуумный фотоэлемент: устройство, физические основы работы, применение.
70. опыты Лебедева по обнаружению давления света.
71. Корпускулярно-волновой дуализм и его экспериментальные обоснования.
72. опыты по обнаружению дифракции электронов.
73. опыты Вавилова по обнаружению квантовых флуктуаций света.
74. Сравнительный анализ различных моделей атома.
75. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц.
76. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.
77. Изучение спектров излучения и поглощения.
78. Анализ энергетической диаграммы атома водорода.
79. Метод спектрального анализа: физические основы, применение.

80. Лазеры: устройство, физические основы работы, применение.

81. История обнаружения электрона, протона и нейтрона.

82. Открытие и исследования радиоактивности.

83. Ядерные реакторы: устройство, физические основы работы, применение.

84. Атомная энергетика: достижения, экологические проблемы, направления развития.

85. Детекторы ионизирующих излучений: устройство, физические основы работы, применение.

86. Методы защиты от радиоактивных излучений.

87. Радиолокационный метод определения расстояния до тел Солнечной системы.

88. Влияние солнечной активности на жизнь на Земле.

89. История исследования планет Солнечной системы.

90. Защита Земли от столкновения с космическими объектами.

### **Углублённый уровень**

1. Измерение силы тока и напряжения: шунты и добавочные сопротивления.

2. Изучение принципа действия энергосберегающих ламп.

3. Сверхпроводимость: история открытия, свойства сверхпроводников и их применение.

4. Расчёт смешанного соединения проводников в цепи. Мостик Уитстона.

5. Передача электрической энергии. Коэффициент потерь и КПД ЛЭП.

6. Правила Кирхгофа: физический смысл, применение при решении задач.

7. Закон Фарадея для электролиза: физический смысл, применение при решении задач.

8. Газовые разряды: виды, условия возникновения, применение.

9. Электровacuумные приборы: устройство, физические основы работы, применение.

10. Исследование зависимости электрического сопротивления терморезистора от температуры.

11. Биполярные и полевые транзисторы: устройство, физические основы работы, применение.
12. Пьезоэлектрический эффект и его применение в технике.
13. Закон Био – Савара – Лапласа: физический смысл, применение при решении задач.
14. Циклотрон, МГД-генератор и масс-спектрограф: устройство, физические основы работы, применение.
15. Принцип магнитной фокусировки пучков заряженных частиц.
16. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли.
17. Магнитные поля планет, звёзд, межзвёздной среды.
18. Стрелочные электроизмерительные приборы: устройство, физические основы работы, применение.
19. Динамик: устройство, физические основы работы, применение.
20. Ферромагнетики: доменная структура, температура Кюри, примеры применения.
21. Вихревые токи (токи Фуко): условия возникновения, примеры учёта и применения.
22. Решение задач по кинематике и динамике колебательных движений.
23. Динамический и энергетический способы получения законов движения колебательных систем.
24. Метод векторных диаграмм. Резонанс смещения и резонанс скорости.
25. Метод векторных диаграмм. Конденсатор, катушка и резистор в цепи переменного тока.
26. Анализ графических зависимостей. Конденсатор, катушка и резистор в цепи переменного тока.
27. Метод векторных диаграмм. Резонанс тока и резонанс напряжения.
28. Потери энергии в трансформаторе и способы их устранения.
29. Полное (внутреннее) отражение света: условия возникновения, объяснение, применение.
30. Аберрации линз: условия возникновения, объяснение, способы устранения.
31. Оптические приборы: устройство, физические основы работы, угловые увеличения, применение.



32. Телескоп Ньютона и телескоп Кеплера: устройство, физические основы работы, применение.
33. Различные интерференционные схемы.
34. Просветлённая оптика: физические основы, применение.
35. Интерферометры: устройство, физические основы работы, применение.
36. Границы применимости геометрической оптики. Предел разрешения оптических приборов.
37. Получение и изучение особенностей изображений, получаемых с помощью различных дифракционных решёток.
38. Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза.
39. «Парадокс близнецов».
40. Сравнительный анализ классического и релятивистского законов сложения скоростей.
41. Внутренний фотоэффект: условия возникновения, объяснение, применение.
42. Радиоуглеродный метод датирования: физические основы и применение.
43. Определение бета-активности проб различных строительных материалов, участков тела человека.
44. Открытие фраунгоферовых линий.
45. Анализ диаграммы Герцшпрунга – Рассела.
46. Пульсары: открытие, механизм генерации излучения, примеры объектов.
47. Квазары: открытие, механизм генерации излучения, примеры объектов.
48. Комета Галлея: история и результаты исследования.
49. Закон Хаббла: формулировка, физический смысл постоянной Хаббла, значение для развития астрофизики.
50. Открытие реликтового излучения и исследование его особенностей.
51. Исторические этапы развития физической картины мира.
52. Принцип соответствия – важнейший методологический принцип современной науки.

## Методические рекомендации по оценке образовательных достижений обучающихся

Оценка учебной деятельности обучающихся является неотъемлемым элементом диагностики и контроля образовательного процесса. Она позволяет оценить образовательные достижения обучающихся, выявить пробелы в их знаниях и умениях, сопоставить достигнутые результаты с поставленными целями, проанализировать эффективность используемых методов и технологий обучения, корректировать работу учителя и общеобразовательного учреждения в целом.

### Виды, методы и формы контроля при изучении физики

К основным видам контроля относятся входная, текущая и итоговая проверки. Традиционно *входная проверка* носит диагностический характер и выявляет более «сильных» и «слабых» обучающихся. Так, при отборе обучающихся в классы с углублённым изучением физики входной контроль ориентирует их на тот или иной профиль обучения (универсальный, естественно-научный, технологический).

Основная цель *текущей проверки* – контроль за процессом обучения. Текущий контроль позволяет определить уровень усвоения нового материала, степень самостоятельности обучающихся при выполнении практических и экспериментальных заданий по физике, характер применения рациональных способов решения физических задач и др.

*Итоговая проверка* может проводиться после завершения темы, раздела, учебного курса основной или старшей школы (в частности, в виде итоговой аттестации). Итоговая оценка результатов освоения обучающимися основной образовательной программы выставляется по результатам промежуточной и итоговой аттестации и формируется на основе:

- результатов внутришкольного мониторинга образовательных достижений по физике, зафиксированных в оценочных ли-

стах, в том числе за промежуточные и итоговые работы на межпредметной основе;

- оценок за выполнение итоговых работ по физике;
- оценки за выполнение и защиту индивидуального проекта;
- оценок за работы, выносимые на ЕГЭ.

В методике преподавания физики выделяют устный, письменный, практический и графический методы контроля процесса обучения физике. Графический метод часто включают в письменный и устный методы контроля.



## Оценка образовательных достижений обучающихся по физике

В процессе обучения физике необходимо оценивать следующие элементы знаний обучающихся: о физических явлениях, величинах, опытах, законах, теориях, приборах, измерениях, а также соответствующие им учебные действия. При этом каждому из указанных элементов знаний соответствуют определённые виды деятельности обучающихся (табл. 4).

Таблица 4

<b>Элементы знаний</b>	<b>Содержание учебной деятельности обучающихся</b>
Физическое явление	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение признаков явления, по которым оно обнаруживается.</li> <li>• Формулировка условий, при которых протекает явление.</li> <li>• Установление связи данного явления с другим.</li> <li>• Объяснение явления на основе физической теории.</li> <li>• Описание примеров учёта и использования явления на практике</li> </ul>
Физическая величина	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Запись наименования величины, её условного обозначения.</li> <li>• Описание характеризуемого объекта (явления, свойства, процесса).</li> <li>• Формулировка определения.</li> <li>• Запись формулы, связывающей данную величину с другими.</li> <li>• Установление единицы измерения в СИ и её обозначения.</li> <li>• Выявление способов измерения величины</li> </ul>
Физический опыт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Формулировка цели опыта.</li> <li>• Выбор необходимых средств измерения и материалов.</li> <li>• Выдвижение гипотезы исследования.</li> <li>• Составление схемы опыта.</li> <li>• Определение условий, при которых осуществляется опыт.</li> <li>• Проведение опыта.</li> <li>• Анализ результатов опыта (интерпретация)</li> </ul>
Физический закон	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Формулировка закона.</li> <li>• Запись математического выражения закона.</li> <li>• Обсуждение опытов, подтверждающих справедливость закона.</li> <li>• Описание примеров применения закона на практике.</li> <li>• Анализ условий применимости закона</li> </ul>

Элементы знаний	Содержание учебной деятельности обучающихся
Физическая теория	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Описание эмпирического базиса теории.</li> <li>• Формулировка ядра теории – её основных понятий, моделей, положений, законов, принципов.</li> <li>• Обсуждение основных следствий теории.</li> <li>• Изучение примеров практического использования теории.</li> <li>• Анализ границ применимости теории</li> </ul>
Физический прибор	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение назначения устройства.</li> <li>• Изображение схемы устройства.</li> <li>• Изучение принципа действия устройства.</li> <li>• Обсуждение правил использования устройства</li> </ul>
Измерения физических величин	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Определение цены деления и пределов измерения прибора.</li> <li>• Определение максимальной абсолютной погрешности измерения прибора.</li> <li>• Снятие показаний прибора и их запись с учётом абсолютной погрешности измерения.</li> <li>• Определение относительной погрешности измерения</li> </ul>

При оценке учебной деятельности обучающихся следует учитывать ошибки и недочёты, допущенные ими при выполнении заданий по физике. При этом различают грубые и негрубые ошибки.

К *грубым ошибкам* относятся:

- незнание определения основных понятий, законов, правил, основных положений теории, формул, обозначений физических величин, единиц измерения физических величин;
- неумение применять знания при решении физических задач и объяснении физических явлений;
- неумение выделять главное, делать выводы и обобщения;
- неумение читать и строить графики и принципиальные схемы;

- неумение подготовить установку или лабораторное оборудование, провести опыт, необходимые расчёты, использовать полученные данные для формулировки выводов;
- неумение использовать учебник, рабочие тетради, справочные материалы по физике;
- нарушение правил техники безопасности при проведении физического эксперимента.

К *негрубым ошибкам* относятся:

- неточность формулировок, определений, понятий, законов, теорий (неполное отражение основных признаков определяемого понятия или их замена второстепенными признаками);
- ошибки при снятии показаний с измерительных приборов, не связанные с определением цены деления шкалы;
- ошибки, вызванные несоблюдением условий проведения опыта, условий работы измерительного прибора (например, не уравновешенные рычажные весы);
- ошибки в условных обозначениях на принципиальных схемах, неточность в построениях графиков и др.;
- нерациональный метод решения физической задачи.

К *недоочётам* относятся:

- нерациональные приёмы вычислений и преобразований;
- арифметические ошибки в вычислениях;
- небрежное выполнение записей, схем, графиков, чертежей;
- орфографические и синтаксические ошибки.

### Современные средства оценивания: рейтинг, накопительная оценка (портфолио)

Применительно к изучению школьного курса физики рейтинговая система позволяет:

- определить уровень подготовки обучающихся по физике на любом этапе учебного процесса;
- получить объективную информацию об усвоении учебного материала (не только отдельных тем, но и всего курса физики старшей школы);

- оценивать выполнение самостоятельных, контрольных, домашних, фронтальных лабораторных работ и работ физического практикума, проектов и исследований и др.;
- контролировать самостоятельную работу обучающихся по физике;
- повысить объективность оценки образовательных достижений обучающихся.

Для осуществления рейтинговой системы оценки учителем определяются виды учебной деятельности, которые подлежат проверке по каждой теме курса физики. Общее количество баллов по теме зависит от числа часов, выделяемых на её изучение, и значимости темы в курсе физики. В обязательном порядке оцениваются результаты текущего и итогового контроля по физике. Дополнительно можно оценивать результаты выполнения творческих заданий и проектов, участия в олимпиадах по физике.

Эффективным инструментом рефлексии и самоанализа учебно-познавательной деятельности обучающихся является накопительная оценка — портфолио (портфель достижений). Портфолио образует следующий пакет документов.

**1.** Перечень работ обучающегося. Это могут быть самостоятельные или контрольные работы, тесты, домашние задания, проекты или другие творческие работы. Отбор работ для портфеля достижений ведётся самим обучающимся совместно с классным руководителем и при участии семьи. Включение каких-либо материалов в портфель достижений без согласия обучающегося не допускается.

**2.** Анкета родителей, содержащая анализ представленных работ.

**3.** Анкета экспертов (классного руководителя, учителей).

Эксперты совместно с обучающимся определяют структуру портфолио и требования, предъявляемые к работам, время, в течение которого отбираются работы, основные критерии и нормы оценки работ, представленных на обсуждение. Как правило, портфолио презентуется на ученических конференциях. При этом важен самоанализ учебной деятельности обучающегося, сопровождаемый рассуждениями, аргументами и выводами о значимости представленных работ.

## Примерные варианты контрольных работ для 11 класса

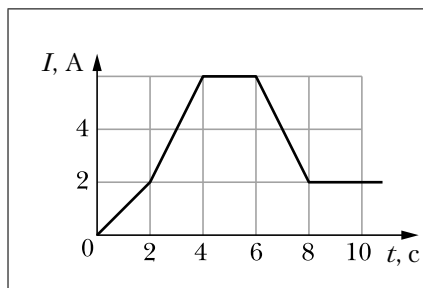
### Контрольная работа № 1

#### Вариант 1 (базовый уровень)

##### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. На рисунке приведён график зависимости силы тока  $I$  в проводнике от времени  $t$ . Какой заряд  $\Delta q$  прошёл через сечение проводника за промежуток времени от 2 до 6 с?



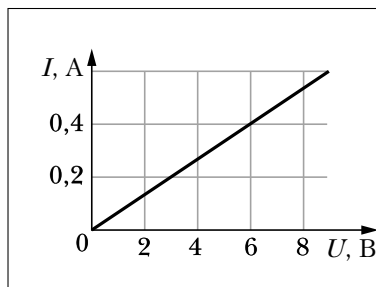
1 Кл

5 Кл

10 Кл

20 Кл

2. На рисунке представлен график зависимости силы тока  $I$  в проводнике от напряжения  $U$  между его концами. Сопротивление проводника равно



5 Ом

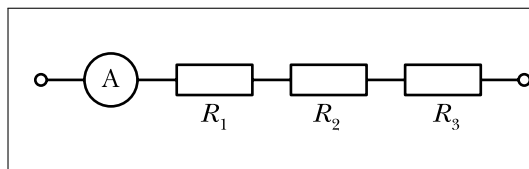
10 Ом

12 Ом

15 Ом



3. Что покажет вольтметр в цепи, схема которой изображена на рисунке, если его подключить параллельно к резисторам  $R_1$  и  $R_2$ ? Сопротивления резисторов  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 15$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом. Амперметр показывает силу тока  $I = 0,4$  А. Сопротивление вольтметра много больше сопротивлений резисторов.



- 6 В   
 10 В   
 15 В   
 25 В

### Часть В

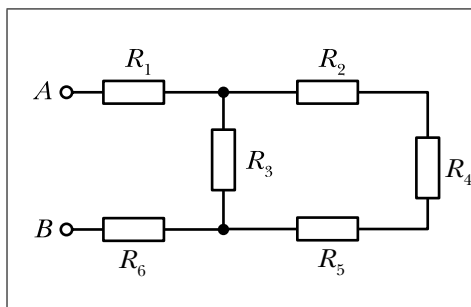
4. В сеть с напряжением 220 В параллельно включают две лампочки, сопротивления которых отличаются в 3 раза. Определите силу тока через лампочку с меньшим сопротивлением, если при последовательном включении этих лампочек в ту же сеть через лампочку с большим сопротивлением течёт ток силой 0,5 А. Сопротивления лампочек считайте неизменными.

### Часть С

5. Из карандаша длиной 20 см вытащили графитовый стержень и подключили его к источнику с напряжением 10 В. Определите силу тока, который будет течь по стержню. Удельное сопротивление графита равно  $0,4$  мОм · м, диаметр стержня равен 2 мм.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

6. Определите силу тока  $I$ , текущего через резистор  $R_3$  в схеме, изображённой на рисунке. Напряжение между точками А и В равно  $U = 20$  В, сопротивления резисторов равны  $R_1 = R_3 = R_6 = 10$  Ом,  $R_2 = R_4 = R_5 = 20$  Ом.



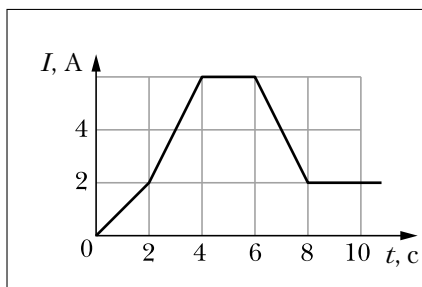
7. Максимальное напряжение, измеряемое имеющимся вольтметром, равно  $U_0 = 50$  В при силе тока  $I_0 = 5$  мА. Определите сопротивление  $R$  добавочного резистора, который следует подключить к этому вольтметру, чтобы им можно было измерять напряжения до  $U = 150$  В.

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

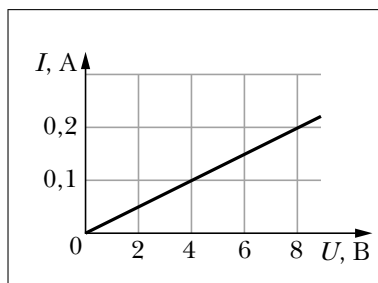
Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. На рисунке приведён график зависимости силы тока  $I$  в проводнике от времени  $t$ . Какой заряд  $\Delta q$  прошёл через сечение проводника за промежуток времени от 6 до 10 с?



- 12 Кл
- 18 Кл
- 24 Кл
- 28 Кл

2. На рисунке представлен график зависимости силы тока  $I$  в проводнике от напряжения  $U$  между его концами. Сопротивление проводника равно



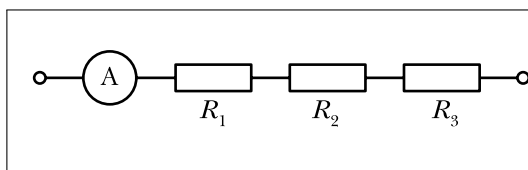
20 Ом

30 Ом

40 Ом

50 Ом

3. Что покажет вольтметр в цепи, схема которой изображена на рисунке, если его подключить параллельно к резисторам  $R_2$  и  $R_3$ ? Сопротивления резисторов  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 15$  Ом,  $R_3 = 20$  Ом. Амперметр показывает силу тока  $I = 0,2$  А. Сопротивление вольтметра много больше сопротивлений резисторов.



4 В

5 В

7 В

9 В

### Часть В

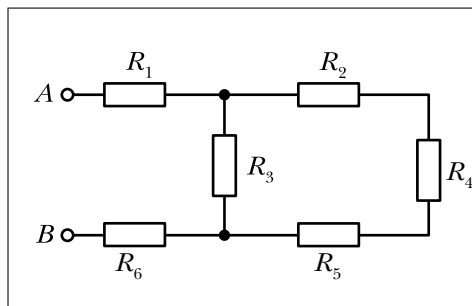
4. В сеть с напряжением 120 В параллельно включают две лампочки, сопротивления которых отличаются в 2 раза. Определите силу тока через лампочку с большим сопротивлением, если при последовательном включении этих лампочек в ту же сеть через лампочку с меньшим сопротивлением течёт ток силой 0,4 А. Сопротивления лампочек считайте неизменными.

### Часть С

5. Из карандаша длиной 16 см вытащили графитовый стержень диаметром 2 мм и подключили его к источнику с напряжением 5 В. При этом сила тока, текущего через стержень, равна 0,2 А. Определите удельное сопротивление стержня.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

6. Определите силу тока  $I$ , текущего через резистор  $R_2$  в схеме, изображённой на рисунке. Напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно  $U = 40$  В, сопротивления резисторов равны  $R_1 = R_3 = R_6 = 30$  Ом,  $R_2 = R_4 = R_5 = 2$  Ом.



7. Максимальная сила тока, измеряемая миллиамперметром с сопротивлением  $R_A = 1$  Ом, равна  $I_0 = 20$  мА. Чему должно быть равно сопротивление  $R_{ш}$  шунта к этому миллиамперметру, чтобы им можно было измерять силу тока до  $I = 4$  А?

#### Ответы

Вариант 1. 4. 2 А. 5.  $\approx 0,4$  А. 6.  $I = 0,6$  А. 7.  $R = 20$  кОм.

Вариант 2. 4. 0,6 А. 5.  $\approx 0,5$  мОм · м. 6.  $I \approx 0,5$  А. 7.  $R_{ш} \approx 5$  мОм.

## Контрольная работа № 2

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Два резистора, имеющие сопротивления  $R_1 = 1$  Ом и  $R_2 = 4$  Ом, последовательно включены в цепь постоянного то-

ка. Чему равно отношение мощностей электрического тока  $\frac{P_1}{P_2}$ , выделяющихся в этих резисторах?

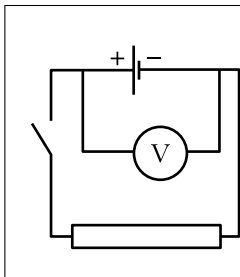
- 4            2        
 0,5         0,25

2. При протекании через проводник постоянного тока была совершена работа, равная 100 Дж. Какой заряд прошёл через поперечное сечение проводника, если напряжение между его концами равно 20 В?

- 2 Кл         5 Кл     
 20 Кл         50 Кл

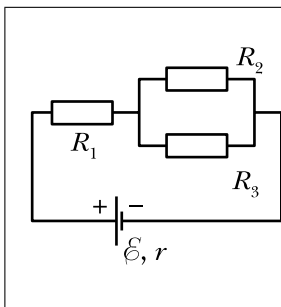
3. Каким типом проводимости обладают полупроводники с акцепторными примесями?

- в основном электронной        
 в основном дырочной        
 в равной степени электронной и дырочной        
 ионной



### Часть В

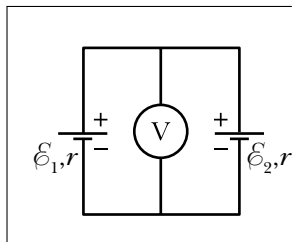
4. С помощью ключа резистор подключают к источнику постоянного тока (см. рисунок) с внутренним сопротивлением 2 Ом. Когда цепь разомкнута, идеальный вольтметр показывает 12 В. При замкнутом ключе вольтметр показывает 10 В. Определите сопротивление резистора.



### Часть С

5. Определите тепловую мощность  $P$ , выделяющуюся в резисторе  $R_1$  в схеме, изображённой на рисунке. Сопротивление каждого резистора равно 10 Ом. ЭДС источника  $\varepsilon = 60$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 5$  Ом.

## Дополнительные задачи (углублённый уровень)



6. Два элемента с ЭДС  $\mathcal{E}_1 = 10$  В и  $\mathcal{E}_2 = 4$  В и внутренними сопротивлениями  $r_1 = 1$  Ом и  $r_2 = 2$  Ом соединены по схеме, изображённой на рисунке. Определите показание  $U$  идеального вольтметра.

7. Два плоских воздушных конденсатора с ёмкостями  $C_1 = 50$  мкФ и  $C_2 = 80$  мкФ, соединённые параллельно, подключают к источнику тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 60$  В и внутренним сопротивлением  $r = 5$  Ом. Определите количество теплоты  $Q$ , которое выделится в источнике при зарядке конденсаторов. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Два резистора, имеющие сопротивления  $R_1 = 1$  Ом и  $R_2 = 2$  Ом, включены в цепь постоянного тока параллельно друг другу. Чему равно отношение мощностей электрического тока  $\frac{P_1}{P_2}$ , выделяющихся в этих резисторах?

4  2

0,5  0,25

2. Через проводник протекает постоянный ток. К моменту, когда протёкший по нему заряд стал равен 10 Кл, электрический ток совершил работу, равную 50 Дж. Напряжение между концами этого проводника равно

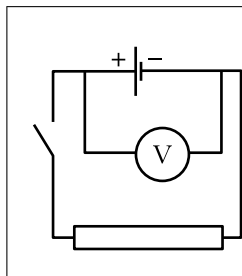
50 В  0,5 В

5 В  500 В

3. Какими носителями электрического заряда создаётся ток в газах и в электролитах?

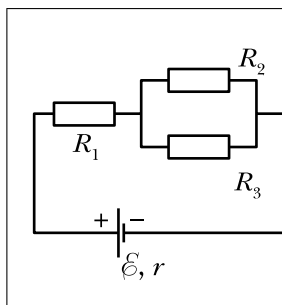
- и в газах, и в электролитах только ионами
- в газах только ионами, в электролитах — ионами и электронами
- в газах электронами и ионами, в электролитах — только ионами
- и в газах, и в электролитах только электронами

### Часть В



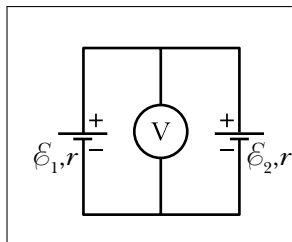
4. С помощью ключа резистор можно подключать к источнику постоянного тока (см. рисунок). Когда цепь разомкнута, идеальный вольтметр показывает 10 В. При замкнутом ключе вольтметр показывает 8 В. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Сопротивление резистора равно 4 Ом.

### Часть С



5. Определите тепловую мощность  $P$ , выделяющуюся в резисторе  $R_2$  в схеме, изображённой на рисунке. Все резисторы, включённые в схему, имеют одинаковое сопротивление, равное 20 Ом. ЭДС источника  $\mathcal{E} = 70$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 5$  Ом.

## Дополнительные задачи (углублённый уровень)



6. Два элемента с ЭДС  $\varepsilon_1 = 10$  В и  $\varepsilon_2 = 4$  В и одинаковыми внутренними сопротивлениями соединены по схеме, изображённой на рисунке. Определите внутреннее сопротивление  $r$  источников, если идеальный вольтметр показывает  $U = 7$  В.

7. Два плоских воздушных конденсатора с ёмкостями  $C_1 = 100$  мкФ и  $C_2 = 60$  мкФ, соединённые последовательно, подключают к источнику тока с ЭДС  $\varepsilon = 60$  В и внутренним сопротивлением  $r = 8$  Ом. Определите количество теплоты  $Q$ , которое выделится в источнике при зарядке конденсаторов. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.

### Ответы

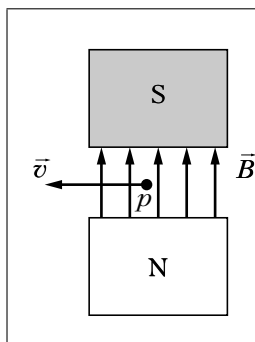
Вариант 1. 4. 10 Ом. 5.  $P = 90$  Вт. 6.  $U = 8$  В. 7.  $Q \approx 0,23$  Дж.

Вариант 2. 4. 1 Ом. 5.  $P = 20$  Вт. 6.  $r = 0,5$  Ом. 7.  $Q = 0,135$  Дж.

## Контрольная работа № 3

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А



Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Протон влетает в зазор между полюсами электромагнита (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца  $F$ ?

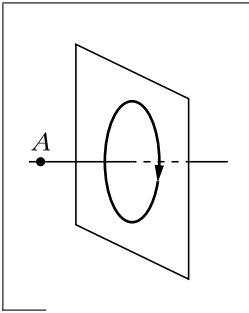
от наблюдателя

к наблюдателю

горизонтально вправо

вертикально вниз





2. На рисунке изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка  $A$  находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка перпендикулярно его плоскости. Куда направлен вектор индукции магнитного поля тока в точке  $A$ ?

- горизонтально вправо
- вертикально вниз
- горизонтально влево
- вертикально вверх

3. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = 3$  влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая — в поле с модулем индукции  $B_1$ , вторая — в поле с модулем индукции  $B_2$ . Найдите отношение кинетических энергий частиц  $\frac{K_2}{K_1}$ , если радиус их траекторий одинаков, а отношение модулей магнитной индукции  $\frac{B_2}{B_1} = 2$ .

- $\frac{4}{3}$
- $\frac{3}{4}$
- $\frac{3}{2}$
- $\frac{2}{3}$

4. Прямолинейный проводник длиной  $L$  помещён в однородное магнитное поле, индукция которого перпендикулярна проводнику. Модуль индукции поля равен  $B$ . Если силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 2 раза, то модуль действующей на проводник силы Ампера

- увеличится в 2 раза
- уменьшится в 2 раза
- не изменится
- уменьшится в 4 раза

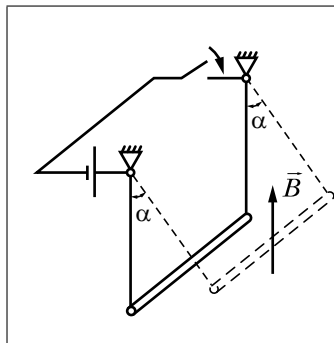
### Часть В

5. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией, модуль которой  $B = 0,05$  Тл. Модуль скорости электрона  $v = 10^6$  м/с. Определите модуль силы  $F$ , действующей на электрон, если угол между скоростью электрона и линиями магнитной индукции  $\alpha = 30^\circ$ .

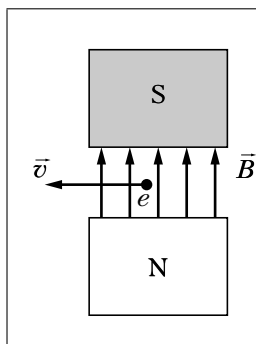
### Часть С

6. В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией  $K = 30$  кэВ. Модуль индукции поля  $B = 10$  мТл. Определите характеристики траектории движения электрона в этом поле.

### Дополнительная задача (углублённый уровень)



7. Проводящий стержень массой  $m = 50$  г и длиной  $l = 0,1$  м подвешен горизонтально на двух лёгких проводниках в магнитном поле, направленном вертикально (см. рисунок). Модуль индукции поля равен  $B = 0,2$  Тл. К точкам крепления подвеса подключают источник тока. В результате в цепи устанавливается постоянный ток. Определите угол  $\alpha$  отклонения проводников от вертикального положения, если сила тока в цепи  $I = 12$  А.



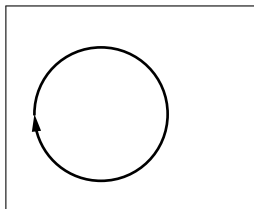
### Вариант 2 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Электрон влетает в зазор между полюсами электромагнита (см. рисунок). Действующая на электрон сила Лоренца направлена

- от наблюдателя
- к наблюдателю
- горизонтально вправо
- вертикально вниз



2. На рисунке изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

- от нас перпендикулярно плоскости чертежа
- к нам перпендикулярно плоскости чертежа
- влево
- вправо

3. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс  $\frac{m_2}{m_1} = 4$  влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны их скоростям: первая — в поле с модулем индукции  $B_1$ , вторая — в поле с модулем индукции  $B_2$ . Если радиус их траекторий одинаков, а отношение модулей магнитной индукции  $\frac{B_2}{B_1} = \frac{1}{5}$ , то отношение кинетических энергий частиц  $\frac{K_2}{K_1}$  равно

- 100
- 20
- $\frac{1}{20}$
- $\frac{1}{100}$

4. Прямолинейный проводник длиной  $L$  помещён в однородное магнитное поле, индукция которого перпендикулярна проводнику. Модуль индукции поля равен  $B$ . Если длину проводни-

ка увеличить в 3 раза, а силу тока в нём уменьшить в 9 раз, то модуль силы Ампера, действующей на проводник,

увеличится в 3 раза

уменьшится в 3 раза

не изменится

уменьшится в 9 раз

### Часть В

5. Протон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией, модуль которой  $B = 0,2$  Тл. Модуль скорости протона  $v = 10^6$  м/с. Определите модуль силы  $F$ , действующей на протон, если угол между скоростью протона и линиями магнитной индукции  $\alpha = 45^\circ$ .

### Часть С

6. Протон, летящий в магнитном поле, модуль индукции которого  $B = 0,01$  Тл, движется по окружности радиусом  $R = 10$  см. Определите модуль скорости  $v$  протона.

### Дополнительная задача (углублённый уровень)

7. Тонкое проволочное кольцо радиусом  $R = 1$  см, по которому течёт ток, помещено в магнитное поле, модуль индукции которого  $B = 1$  Тл. Линии индукции магнитного поля перпендикулярны плоскости кольца и направлены так, что кольцо испытывает растяжение. Определите модуль силы натяжения  $T$  проволоки, обусловленной действием магнитного поля, если сила тока в кольце  $I = 2$  А.

### Ответы

Вариант 1. 5.  $F = 4$  фН. 6. окружность, радиус которой

$$R = \frac{\sqrt{2m \cdot K}}{(e \cdot B)} \approx 5,8 \text{ см. 7. } \alpha = \arctg 0,48.$$

Вариант 2. 5.  $F = 23$  фН. 6.  $v = 10^5$  м/с. 7.  $T = 10$  мН.

## Контрольная работа № 4

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Проводник длиной  $l = 2$  м поступательно и равномерно движется в однородном магнитном поле. Проводник перпендикулярен линиям индукции поля. Скорость проводника, модуль которой равен  $v = 10$  м/с, перпендикулярна проводнику и линиям индукции поля. Модуль индукции поля  $B = 0,1$  Тл. При этом в проводнике возникает ЭДС, равная

2 В                       5 В

20 В                       0,5 В

2. В однородном магнитном поле находится площадка площадью  $S = 10$  см<sup>2</sup>. Модуль индукции поля  $B = 0,6$  Тл. Если нормаль к площадке составляет с линиями магнитной индукции угол  $\varphi = 60^\circ$ , то магнитный поток через эту площадку примерно равен

0,03 мВб                       0,3 мВб

0,5 мВб                       0,6 мВб

3. За 5 мкс магнитный поток, пронизывающий поверхность, ограниченную контуром, равномерно убывает от 9 до 4 мВб. При этом в контуре возникает ЭДС, равная

0,1 В                       10 В                       100 В                       1 кВ

4. Сила тока в первой катушке в 3 раза больше, чем во второй. При этом энергия магнитного поля, создаваемого током в первой катушке, в 3 раза больше, чем энергия магнитного поля, создаваемого током во второй катушке. Как соотносятся индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  этих катушек?

$L_1$  в 9 раз меньше, чем  $L_2$

$L_1$  в 3 раза больше, чем  $L_2$

$L_1$  в 3 раза меньше, чем  $L_2$

$L_1$  равно  $L_2$

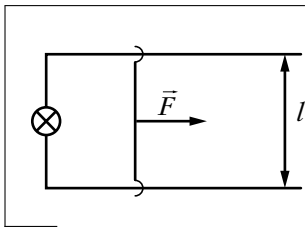
### Часть В

5. Определите силу тока  $I$  через гальванометр, присоединённый к железнодорожным рельсам, если модуль скорости приближающегося поезда равен  $v = 72$  км/ч. Модуль вертикальной составляющей индукции магнитного поля Земли  $B = 5 \cdot 10^{-5}$  Тл. Сопротивление гальванометра  $R = 100$  Ом. Расстояние между рельсами  $l = 1,2$  м. Рельсы считать изолированными друг от друга и от земли. Сопротивлением рельсов, колёс, их осей и соединительных проводов можно пренебречь.

### Часть С

6. Контур из тонкой проволоки с сопротивлением  $R = 3$  Ом находится в магнитном поле. В результате изменения этого поля магнитный поток через поверхность, ограниченную этим контуром, увеличился от  $\Phi_1 = 0,002$  Вб до  $\Phi_2 = 0,005$  Вб. Определите заряд  $q$ , прошедший за это время через поперечное сечение проволоки.

### Дополнительная задача (углублённый уровень)



7. По параллельным частям тонкого П-образного проводника с включённой в него лампой (см. рисунок) под действием постоянной силы  $\vec{F}$  поступательно и равномерно движется гладкий тонкий стержень длиной  $l = 2$  м. Модуль скорости стержня равен  $v = 1$  м/с. Сопротивление лампы

много больше сопротивления остальных проводников и равно  $R = 100$  Ом. Линии индукции однородного магнитного поля перпендикулярны плоскости рисунка, а модуль индукции  $B = 0,5$  Тл. Определите модуль силы  $F$ , действующей на проводник.

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Проводник длиной  $l = 0,5$  м поступательно и равномерно движется в однородном магнитном поле. Проводник перпендикулярен линиям индукции поля. Скорость проводника, модуль которой равен  $v = 10$  м/с, перпендикулярна проводнику и линиям индукции поля. Если между концами проводника возникает разность потенциалов  $U = 0,02$  В, то модуль индукции поля равен

2 мТл  4 мТл

10 мТл  20 мТл

2. В однородном магнитном поле находится площадка площадью  $S = 20$  см<sup>2</sup>. Модуль индукции поля  $B = 0,3$  Тл. Если нормаль к площадке составляет с линиями магнитной индукции угол  $\varphi = 30^\circ$ , то магнитный поток через эту площадку примерно равен

0,03 мВб  0,05 мВб

0,3 мВб  0,5 мВб

3. За 10 мкс магнитный поток, пронизывающий поверхность, ограниченную контуром, равномерно убывает от 19 до 9 мВб. При этом в контуре возникает ЭДС, равная

0,1 В  10 В

100 В  1 кВ

4. Сила тока в первой катушке в 2 раза больше, чем во второй. При этом энергия магнитного поля, создаваемого током в первой катушке, в 4 раза больше, чем энергия магнитного поля, создаваемого током во второй катушке. Как соотносятся индуктивности  $L_1$  и  $L_2$  этих катушек?

$L_1$  в 4 раза меньше, чем  $L_2$

$L_1$  в 2 раза больше, чем  $L_2$

$L_1$  в 2 раза меньше, чем  $L_2$

$L_1$  равно  $L_2$

### Часть В

5. Самолёт, имеющий размах крыльев  $L = 50$  м, летит горизонтально со скоростью, модуль которой равен  $v = 800$  км/ч. Определите разность потенциалов  $\Delta\phi$ , возникающую между концами крыльев, если модуль вертикальной составляющей индукции магнитного поля Земли  $B = 5 \cdot 10^{-5}$  Тл.

### Часть С

6. Какой заряд  $q$  пройдёт через поперечное сечение тонкого проволочного витка, сопротивление которого  $R = 0,03$  Ом, при уменьшении магнитного потока через поверхность, ограниченную этим витком, на  $\Delta\Phi = 12$  мВб?

### Дополнительная задача (углублённый уровень)

7. Два параллельных, замкнутых на одном конце провода, расстояние между которыми  $l = 50$  см, находятся в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 5$  мТл. Плоскость, в которой расположены провода, перпендикулярна линиям магнитной индукции. На провода положен металлический мостик, который может скользить по ним без трения. Мостик под действием силы  $F = 0,1$  мН движется со скоростью  $v = 10$  м/с. Определите сопротивление  $R$  мостика. Сопротивлением проводов пренебречь.

### Ответы

Вариант 1. 5.  $I = 12$  мкА. 6.  $q = 1$  мКл. 7.  $F = \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot v}{R} = 10$  мН.

Вариант 2. 5.  $\Delta\phi \approx 0,56$  В. 6.  $q = 0,4$  Кл. 7.  $R = \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot v}{F} = 0,625$  Ом.



## Контрольная работа № 5

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Гармонические колебания точечного тела происходят по закону  $x(t) = 0,2 \cdot \cos(300 \cdot t + 2)$ , где все величины измерены в СИ. Амплитуда колебаний скорости этого тела равна

0,2 м/с       300 м/с

6 м/с       60 м/с

2. При свободных колебаниях за одно и то же время первый математический маятник совершает одно колебание, а второй — четыре. Нить первого маятника по сравнению с нитью второго маятника

в 16 раз длиннее       в 4 раза длиннее

в 16 раз короче       в 4 раза короче

3. Как изменится период пружинного маятника, если массу его груза уменьшить в 2 раза, а пружину заменить на другую, жёсткость которой в 2 раза больше?

уменьшится в 4 раза       уменьшится в 2 раза

не изменится       увеличится в 2 раза

4. Полная механическая энергия малых колебаний математического маятника уменьшилась в 9 раз. Во сколько раз изменилась при этом амплитуда колебаний?

уменьшилась в 9 раз       уменьшилась в 3 раза

увеличилась в 3 раза       увеличилась в 9 раз

#### Часть В

5. Определите массу  $m$  груза, который, будучи подвешенным к потолку комнаты на лёгкой пружине жёсткостью  $k = 250$  Н/м, совершает  $N = 20$  гармонических колебаний вдоль вертикали за время  $\Delta t = 16$  с.

## Часть С

6. Подвешенное на пружине тело совершает малые вертикальные гармонические колебания. Амплитуда скорости тела равна  $v_m$ , а амплитуда ускорения —  $a_m$ . Определите амплитуду и циклическую частоту этих колебаний.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

7. На какое расстояние  $x$  нужно сместить от положения равновесия груз массой  $m = 640$  г, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью  $k = 0,4$  кН/м, чтобы он после отпускания без начального толчка проходил положение равновесия со скоростью  $v = 1$  м/с?

8. На прикреплённую нижним концом к столу стоящую вертикально лёгкую пружину падает шар. После касания пружины шар прилипает к её верхнему витку. В момент касания скорость центра шара направлена по оси пружины, а её модуль равен  $v_0$ . Зная, что максимальная деформация пружины  $x_0$  значительно меньше её длины, найдите период  $T$  и амплитуду колебаний  $x_m$  шара, считая их гармоническими.

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Гармонические колебания точечного тела происходят по закону  $x(t) = 0,5 \cdot \cos(200 \cdot t + 2)$ , где все величины измерены в СИ. Амплитуда колебаний скорости этого тела равна

0,5 м/с       1 м/с

100 м/с       200 м/с

2. Как изменится период малых колебаний математического маятника, если его длину уменьшить в 9 раз?

уменьшится в 9 раз       уменьшится в 3 раза

увеличится в 9 раз       увеличится в 3 раза

3. Как изменится период колебаний пружинного маятника, если массу его груза увеличить в 3 раза, а пружину заменить на другую, жёсткость которой в 3 раза меньше?

- уменьшится в 9 раз  уменьшится в 3 раза   
не изменится  увеличится в 3 раза

4. Полная механическая энергия пружинного маятника увеличилась в 4 раза. Во сколько раз изменилась при этом амплитуда колебаний?

- уменьшилась в 2 раза  уменьшилась в 4 раза   
увеличилась в 4 раза  увеличилась в 2 раза

### Часть В

5. Смещение точки подчиняется уравнению:  $x(t) = 5 \cdot \cos\left(\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$ , где все величины измерены в СИ. Определите: а) координату точки  $x_0$  в начальный момент времени; б) амплитуду  $A$ , циклическую частоту  $\omega$  и начальную фазу  $\varphi_0$  колебаний; в) амплитуду скорости  $v_m$  этой точки.

### Часть С

6. Если к грузику пружинного маятника, совершающему гармонические колебания, жёстко прикрепить гирьку массой  $m = 100$  г, то частота колебаний такого маятника уменьшится в  $n = \sqrt{2}$  раз. Определите массу  $M$  грузика.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

7. Груз массой  $m = 4$  кг, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью  $k = 40$  кН/м, сместили вертикально вниз от положения равновесия на  $x = 4$  см и отпустили без начального толчка. Определите модуль скорости  $v$ , с которой груз пройдёт положение равновесия.

8. На прикреплённую нижним концом к столу стоящую вертикально лёгкую пружину положили лёгкую чашку с песком массой  $M$ . После удара чашка начала совершать вертикальные гармонические колебания с амплитудой  $A$  и периодом  $T$ .

Сколько песка  $m$  нужно резко сбросить с чашки, когда она находится на максимальной высоте, чтобы её колебания прекратились?

### Ответы

Вариант 1. **5.**  $m = 4$  кг. **6.**  $\frac{v_m^2}{a_m}$ ;  $\frac{a_m}{v_m}$ . **7.**  $x = 4$  см. **8.**  $T = \frac{2\pi \cdot x_0}{\sqrt{v_0^2 + 2g \cdot x_0}}$ ;  $x_m = \frac{(v_0^2 + g \cdot x_0) \cdot x_0}{(v_0^2 + 2g \cdot x_0)}$ .

Вариант 2. **5.**  $x_0 = 0$ ;  $A = 5$  м;  $\omega = \pi$  рад/с;  $\varphi_0 = 0,5\pi$  рад;  $v_m = 5\pi$  м/с. **6.**  $M = 100$  г. **7.**  $v = 4$  м/с. **8.**  $m = \frac{4\pi^2 \cdot A \cdot M}{(g \cdot T^2)}$ .

## Контрольная работа № 6

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

**1.** Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, если ёмкость его конденсатора увеличить в 9 раз?

- уменьшится в 9 раз  уменьшится в 3 раза   
не изменится  увеличится в 3 раза

**2.** В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят гармонические колебания с периодом  $T = 10$  мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален и равен  $q = 3$  мкКл. Чему будет равен заряд конденсатора через  $t = 5$  мкс?

- 0  1,5 мкКл   
3 мкКл  6 мкКл

**3.** В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят гармонические колебания

с периодом  $T = 5$  мкс. В начальный момент времени сила тока в контуре максимальна. Какое преобразование энергии будет происходить в контуре в промежутке времени от 2,5 до 3,75 мкс?

энергия электрического поля конденсатора  
уменьшается до минимального значения

энергия магнитного поля катушки преобразуется  
в энергию электрического поля конденсатора

энергия магнитного поля катушки увеличивается  
до максимального значения

энергия электрического поля конденсатора  
преобразуется в энергию магнитного поля катушки

### Часть В

4. Последовательно соединённые конденсатор, резистор и катушка индуктивности подключены к источнику гармонического напряжения. При неизменной частоте и амплитуде напряжения источника медленно увеличивают индуктивность катушки от очень малого значения до очень большого. При этом амплитуда колебаний силы тока в цепи будет

монотонно убывать

монотонно возрастать

сначала убывать, а затем возрастать

сначала возрастать, а затем убывать

### Часть С

5. Амплитуда напряжения между выводами первичной обмотки идеального трансформатора равна 380 В при амплитуде силы тока в ней 2 А. Амплитуда напряжения между выводами вторичной обмотки равна 19 В. Определите амплитуду силы тока во вторичной обмотке.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

6. Амплитуда напряжения между выводами катушки с индуктивностью  $L = 0,1$  Гн в цепи переменного тока равна

$U = 200$  В. При этом амплитуда силы тока в цепи равна  $I = 0,1$  А. Определите частоту  $\nu$  переменного тока.

7. К источнику переменного тока с циклической частотой  $\omega = 400 \text{ с}^{-1}$  последовательно подключены резистор с сопротивлением  $R = 9$  Ом, конденсатор с ёмкостью  $C = 100$  мкФ и катушка с индуктивностью  $L = 40$  мГн. Средняя за период мощность, выделяющаяся в резисторе, равна  $\bar{P} = 25$  Вт. Определите амплитуду переменного напряжения  $U_m$  источника.

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, если индуктивность его катушки уменьшить в 9 раз?

- уменьшится в 9 раз       уменьшится в 3 раза   
не изменится       увеличится в 3 раза

2. В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят гармонические колебания с периодом  $T = 5$  мкс. В начальный момент времени сила тока в контуре максимальна и равна  $I = 3$  мА. Какой будет сила тока в контуре через  $t = 2,5$  мкс?

- 0       1,5 мА   
3 мА       6 мА

3. В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят гармонические колебания с периодом  $T = 10$  мкс. В начальный момент времени заряд конденсатора максимален. Какое преобразование энергии будет происходить в контуре в промежутке времени от 2,5 до 5 мкс?

- энергия электрического поля конденсатора  
уменьшается до минимального значения   
энергия магнитного поля катушки преобразуется  
в энергию электрического поля конденсатора

энергия магнитного поля катушки увеличивается до максимального значения

энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки

### Часть В

4. Последовательно соединённые конденсатор, резистор и катушка индуктивности подключены к источнику гармонического напряжения. При неизменной частоте и амплитуде напряжения источника медленно увеличивают ёмкость конденсатора от очень малого значения до очень большого. При этом амплитуда колебаний силы тока в цепи будет

монотонно убывать

монотонно возрастать

сначала убывать, а затем возрастать

сначала возрастать, а затем убывать

### Часть С

5. Амплитуда напряжения между выводами первичной обмотки идеального трансформатора равна 220 В при амплитуде силы тока в ней 1 А. Амплитуда силы тока во вторичной обмотке равна 20 А. Определите амплитуду напряжения между выводами вторичной обмотки.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

6. Амплитуда напряжения между пластинами конденсатора ёмкостью  $C = 10$  мкФ в цепи переменного тока равна  $U = 100$  В. При этом амплитуда силы тока в цепи равна  $I = 0,1$  А. Определите частоту колебаний  $\nu$  заряда конденсатора.

7. К источнику переменного тока с циклической частотой  $\omega = 400$  с<sup>-1</sup> и амплитудой напряжения  $U = 20$  В последовательно подключены резистор с сопротивлением  $R = 10$  Ом, конденсатор с ёмкостью  $C = 100$  мкФ и катушка с индуктивностью  $L = 40$  мГн. Определите среднюю за период мощность  $\overline{P}$ , выделяющуюся в резисторе.

## Ответы

Вариант 1. 5. 40 А. 6.  $\nu \approx 3,2$  кГц. 7.  $U_m =$

$$= \sqrt{\frac{\left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2 + R^2}{R}} \cdot 2\bar{P} = 30 \text{ В.}$$

Вариант 2. 5. 11 В. 6.  $\nu \approx 16$  Гц. 7.  $\bar{P} = \frac{0,5U_m^2 \cdot R}{\left(\omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2 + R^2} \approx$   
 $\approx 11 \text{ Вт.}$

## Контрольная работа № 7

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Звуковыми волнами называют упругие волны с частотами от  $\nu_1 = 16$  Гц до  $\nu_2 = 20$  кГц. Отношение длин звуковых волн  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ , соответствующих границам этого интервала, равно

0,8  1,25

$8 \cdot 10^{-4}$   1250

2. Сложение в пространстве волн, при котором в разных точках пространства получается усиление или ослабление амплитуды колебаний результирующей волны, называют

поляризацией  интерференцией

дифракцией  дисперсией

3. Точечный источник света находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 50 см перед ней. Действительное изображение этого источника расположено на расстоянии 20 см от линзы. Оптическая сила линзы равна

2 дптр  5 дптр  7 дптр  70 дптр



### Часть В

4. Электромагнитная волна падает на границу раздела воздуха и воды. Определите характер изменения параметров этой волны (1 — увеличивается, 2 — уменьшается, 3 — не изменяется) при её переходе из воздуха в воду. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого параметра.

Частота волны	Длина волны	Скорость волны

### Часть С

5. Точечный источник света помещён в левом фокусе тонкой рассеивающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 6$  см. На каком расстоянии  $x$  справа от этой линзы нужно поместить тонкую собирающую линзу с таким же по величине фокусным расстоянием, чтобы из неё выходил параллельный пучок света? Главные оптические оси рассеивающей и собирающей линз совпадают.

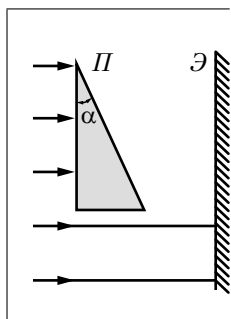
### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

6. На дифракционную решётку с периодом  $0,004$  мм нормально падает плоская монохроматическая световая волна. Количество дифракционных максимумов, наблюдаемых с помощью этой решётки, равно 17. Длина волны падающего света равна

440 нм       500 нм

680 нм       790 нм

7. Для того чтобы определить глубину озера, рыбак, стоящий на льдине, посмотрел вначале сквозь гладкий прозрачный лёд вертикально вниз. При этом кажущееся ему расстояние от верхней поверхности льда до дна озера составило  $L$ . Опустив затем в лунку грузик на верёвке, он измерил действительную глубину озера (от верхней поверхности льда до дна), которая оказалась равной  $H$ . Определите толщину льда  $h$ , если показатель преломления льда равен  $n_{\text{л}}$ , показатель преломления воды —  $n_{\text{в}}$ .



8. Плоская монохроматическая световая волна частично проходит через прямоугольную стеклянную призму  $\Pi$  с малым углом  $\alpha$  при вершине, а частично мимо неё (см. рисунок). Лучи света падают на призму перпендикулярно грани, прилегающей к углу  $\alpha$ . Показатель преломления стекла равен  $n$ . Волны, прошедшие через призму и мимо неё, интерферируют на экране  $\mathcal{E}$ , который расположен перпендикулярно падающим на призму лучам. Определите расстояние  $\Delta x$  между соседними максимумами в интерференционной картине, если длина световой волны равна  $\lambda$ .

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Скорость звука в дереве равна 5 км/с. Частота колебаний звуковых волн в этом дереве, соответствующих длине волны 2 см, равна

- 250 Гц       1 кГц   
 250 кГц       1 МГц

2. Дисперсия света обусловлена тем, что свет состоит из электромагнитных волн разной длины, которые в среде

- двигаются с разной скоростью   
 имеют одинаковую частоту   
 поглощаются в разной степени   
 движутся с одинаковой скоростью

3. Действительное изображение малого предмета, находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, расположено за этой линзой на расстоянии больше фокусного, но меньше двойного фокусного. При этом предмет находится на главной оптической оси

- перед линзой на расстоянии больше фокусного,  
но меньше двойного фокусного
- перед линзой на расстоянии больше двойного  
фокусного
- перед линзой между ней и фокусом
- за линзой на расстоянии больше двойного фокусного

### Часть В

4. Звуковая волна падает на границу раздела стекла и воздуха. Определите характер изменения параметров этой волны (1 — увеличивается, 2 — уменьшается, 3 — не изменяется) при её переходе из стекла в воздух. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого параметра.

Частота волны	Длина волны	Скорость волны

### Часть С

5. В левом фокусе тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 5$  см помещён точечный источник света. На каком расстоянии  $x$  справа от этой линзы нужно поместить тонкую рассеивающую линзу с таким же по модулю фокусным расстоянием, чтобы изображение источника оказалось в правом фокусе собирающей линзы? Главные оптические оси рассеивающей и собирающей линз совпадают.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)

6. Лучи света от двух монохроматических источников с длинами волн  $\lambda$  и  $2\lambda$  поочередно направляются нормально на дифракционную решётку. Расстояние между первыми дифракционными максимумами на удалённом экране

- во втором случае в 2 раза меньше
- во втором случае в 2 раза больше
- во втором случае в 4 раза больше
- в обоих случаях одинаково

7. Рыбак стоит на гладком прозрачном льду и смотрит вертикально вниз. Кажущееся рыбаку расстояние от верхней поверхности льда до дна озера равно  $L$ . Определите действительную глубину озера  $H$  (от верхней поверхности льда до дна), если толщина льда равна  $h$ , показатель преломления льда равен  $n_{\text{л}}$ , показатель преломления воды —  $n_{\text{в}}$ .

8. На плоский экран, в котором сделаны две узкие кольцевые концентрические прорези, нормально падает параллельный монохроматический пучок видимого света. Радиус первой кольцевой прорези  $r_1 = 0,7$  мм, а второй —  $r_2 = 2r_1$ . Определите длину волны  $\lambda$  падающего света, если на прямой, проходящей через центр прорезей перпендикулярно экрану, на расстоянии  $L = 1$  м по другую сторону от него наблюдается интерференционный минимум.

### Ответы

Вариант 1. 5.  $x = 0,5F = 3$  см. 7.  $h = \frac{H - L \cdot n_{\text{в}}}{1 - \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{л}}}}$ . 8.  $\Delta x = \frac{\lambda}{(n-1) \cdot \alpha}$ .

Вариант 2. 5.  $x = 2F = 10$  см. 7.  $H = L \cdot n_{\text{в}} - h \left( \frac{n_{\text{в}}}{n_{\text{л}}} - 1 \right)$ .

8.  $\lambda = \frac{3r_1^2}{(2n+1) \cdot L}$ , при  $n = 1$ ,  $\lambda = 0,49$  мкм.

## Контрольная работа № 8

### Вариант 1 (базовый уровень)

#### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона, выходящего из металла при фотоэффекте, зависит от: А) часто-

ты падающего света; Б) от интенсивности падающего света; В) от работы выхода электрона из металла.

Правильными являются ответы

только Б       А и Б

А и В       А, Б и В

2. Частота красного света примерно в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Поэтому кинетическая энергия фотонов красного света по отношению к кинетической энергии фотонов фиолетового света примерно

в 2 раза больше       в 4 раза больше

в 2 раза меньше       в 4 раза меньше

3. Согласно планетарной модели атома,

число электронов на орбитах равно числу протонов в ядре

число нейтронов на орбитах равно суммарному числу электронов и протонов в ядре

число протонов на орбитах равно суммарному числу электронов и нейтронов в ядре

число электронов в ядре равно суммарному числу нейтронов на орбитах и протонов в ядре

4. Период полураспада ядер некоторого радиоактивного вещества равен 17 с. Это означает, что

за 17 с атомный номер каждого ядра уменьшится в 2 раза

одно ядро этого вещества распадается каждые 17 с

все изначально имевшиеся ядра этого вещества распадутся через 34 с

половина изначально большого числа имевшихся ядер распадётся за 17 с

### Часть В

5. В ядре атома радиоактивного изотопа свинца  ${}_{82}^{213}\text{Pb}$  произошли два бета-распада и один альфа-распад. В результате получился изотоп

свинца  ${}^{208}_{82}\text{Pb}$

висмута  ${}^{212}_{83}\text{Bi}$

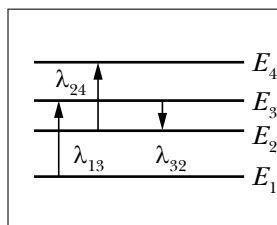
таллия  ${}^{208}_{81}\text{Tl}$

полония  ${}^{212}_{84}\text{Po}$

### Часть С

6. В медный контейнер массой  $m = 0,5$  кг помещают радиоактивный препарат. В результате через время  $\tau = 2$  ч температура контейнера повысилась на  $\Delta T = 5,2$  К. Известно, что удельная теплоёмкость меди  $c = 380$  Дж/(кг · К). Данный препарат испускает альфа-частицы с энергией  $E = 5,2$  МэВ, причём энергия всех альфа-частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Пренебрегая теплоёмкостью препарата и теплообменом с окружающей средой, определите активность  $A$  препарата, т. е. число альфа-частиц, рождающихся в нём за 1 с.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)



7. На рисунке показаны энергетические уровни некоторого атома и длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых им при переходах с одного уровня на другой. Определите длину волны  $\lambda_{14}$  фотона, излучаемого при переходе с уровня  $E_4$  на уровень  $E_1$ , если  $\lambda_{13} = 400$  нм,  $\lambda_{24} = 500$  нм,  $\lambda_{32} = 600$  нм.

8. Шар радиусом  $R$  из вольфрама, покрытый тонким слоем цезия, помещён в вакуум. Шар освещают лазером, дающим излучение с длиной волны  $\lambda_1$ . Длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта для цезия на вольфраме, равна  $\lambda_2$ . Определите максимальный заряд  $q_{\max}$ , который может приобрести шар.

## Вариант 2 (базовый уровень)

### Часть А

Выберите и отметьте правильные варианты ответов.

1. Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны, соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света максимальная кинетическая энергия вылетающих электронов

- будет увеличиваться
- будет уменьшаться
- не будет изменяться
- электроны вылетать не будут при любой интенсивности света

2. Модуль импульса фотона имеет наименьшее значение в диапазоне частот

- рентгеновского излучения
- ультрафиолетового излучения
- видимого излучения
- инфракрасного излучения

3. Атом изотопа натрия  ${}_{11}^{23}\text{Na}$  содержит

- 11 протонов, 23 нейтрона и 34 электрона
- 23 протона, 11 нейтронов и 11 электронов
- 12 протонов, 11 нейтронов и 12 электронов
- 11 протонов, 12 нейтронов и 11 электронов

4. Период полураспада ядер изотопа натрия  ${}_{11}^{22}\text{Na}$  равен 2,6 года. Через 5,2 года от 104 мг этого изотопа останется

- 13 мг       26 мг       39 мг       52 мг

### Часть В

5. В результате столкновения ядра урана с частицей  ${}^A_Z\text{X}$  произошло деление ядра урана, сопровождавшееся излучением

нейтронов и гамма-квантов в соответствии с реакцией:  
 ${}^A_Z X + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{94}_{36}\text{Kr} + {}^{139}_{56}\text{Ba} + 3{}_0^1n + 5\gamma$ . Ядро урана столкнулось

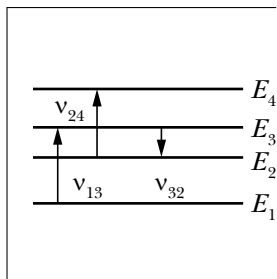
с протоном  с альфой-частицей

с электроном  с нейтроном

### Часть С

6. Кусок радия за  $\tau = 1$  с испускает  $n = 3,7 \cdot 10^{10}$  альфа-частиц. При этом за время  $\Delta T = 1$  ч выделяется энергия  $E = 100$  Дж. Пренебрегая энергией отдачи ядер, гамма-излучением и релятивистскими эффектами, определите модуль среднего импульса  $p$  вылетающей альфа-частицы.

### Дополнительные задачи (углублённый уровень)



7. На рисунке показаны энергетические уровни некоторого атома и частоты фотонов, излучаемых и поглощаемых им при переходах с одного уровня на другой. Определите длину волны  $\lambda_{14}$  фотона, поглощаемого при переходе с уровня  $E_1$  на уровень  $E_4$ , если  $\nu_{13} = 6 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{24} = 4 \cdot 10^{14}$  Гц,  $\nu_{32} = 3 \cdot 10^{14}$  Гц.

8. Покоившийся в вакууме и находившийся в основном состоянии с энергией  $E_1 = -13,6$  эВ атом водорода, поглощает фотон с длиной волны  $\lambda = 80$  нм. Пренебрегая кинетической энергией образовавшегося иона, определите модуль скорости  $v$  выбитого электрона вдали от иона.

### Ответы

Вариант 1. 6.  $A = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{(E \cdot \tau)} \approx 1,6 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$ . 7.  $\lambda_{14} = 350$  нм. 8.

$$q_{\max} = \frac{4\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot R \cdot h \cdot c}{e} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right).$$

Вариант 2. 6.  $p = \sqrt{\frac{2m \cdot E \cdot \tau}{(n \cdot \Delta T)}} \approx 10^{-19}$  кг · м/с. 7.  $\lambda_{14} = 430$  нм. 8.  $v \approx 811$  км/с.



## Содержание

Общая характеристика курса физики в 10–11 классах . . . . .	3
Место курса физики в учебном плане . . . . .	9
Планируемые результаты обучения физике в 11 классе . . . . .	13
Базовый уровень . . . . .	13
Углублённый уровень . . . . .	20
Тематическое планирование к учебнику «Физика. 11 класс» . . . . .	27
Базовый уровень . . . . .	27
Углублённый уровень . . . . .	63
Методические рекомендации для изучения, повторения и систематизации материала по разделам курса физики . . . . .	110
Методические рекомендации по организации учебно-исследовательской и проектной деятельности . . . . .	124
Методические рекомендации по оценке образовательных достижений обучающихся . . . . .	137
<i>Приложение.</i>	
Примерные варианты контрольных работ для 11 класса . . . . .	143