

Федеральный государственный образовательный стандарт
Образовательная система «Школа 2100»

С. М. Андриюшечкин

Уроки физики в 8 классе

Методические рекомендации для учителя

Москва
Баласс
2016

УДК 372.016:53
ББК 22.3я721
А65

Федеральный государственный образовательный стандарт
Образовательная система «Школа 2100»

Руководитель образовательной программы-
член-корр. РАО, доктор пед. наук, проф. *Р.Н. Бунеев*

Андрюшечкин, С. М.
А65 **Уроки физики в 8 классе.** Методические рекомендации для учителя /
С. М. Андрюшечкин. – М.: Баласс, 2016. – 144 с.: ил. (Образовательная
система «Школа 2100»).

ISBN

Данное пособие входит в состав учебно-методического комплекса по физике для 8 класса. Изложена методика преподавания физики в 8 классе на основе деятельностного подхода с использованием метода проблемного обучения.

Основой учебно-методического комплекса является учебник «Физика» для 8 класса, который соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования, является составной частью комплекта учебников развивающей Образовательной системы «Школа 2100».

Данное пособие в целом и никакая его часть не могут быть
скопированы без разрешения владельца авторских прав

УДК 372.016:53
ББК 22.3я721

ISBN

© Андрюшечкин С. М., 2016
© ООО «Баласс», 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение курса физики в 8 классе в Образовательной системе «Школа 2100» организовано на основе учебно-методического комплекса (УМК) «Физика – 8». Так же, как и учебно-методический комплекс по физике для 7 класса, УМК «Физика – 8» включает в себя следующие элементы:

- программу;
- методическое пособие для учителя «Уроки физики в 8 классе»;
- учебник;
- электронную форму учебника (ЭФУ);
- тематическую тетрадь для ученика;
- сборник многовариантных задач;
- сборник самостоятельных и контрольных работ;
- комплект тестовых заданий;
- пособие для факультативных занятий для учеников «Физика в опытах и задачах»;
- книгу для дополнительного чтения «О физике и физиках»;
- интернет-поддержку курса физики 8 класса.

Основные положения Образовательной системы «Школа 2100», основы теории проблемного обучения, обоснование структуры УМК и принципов построения его элементов, особенности предлагаемой методики подробно изложены в методическом пособии «Уроки физики в 7 классе»¹ и по этой причине здесь повторно не рассматриваются.

Ваши предложения и замечания вы можете отправить по адресу: asm57@mail.ru

Успехов, коллега!

¹ Андрияшечкин, С. М. Уроки физики в 7 классе : методические рекомендации для учителя [Текст] / С. М. Андрияшечкин. – М. : Баласс, 2015. – 128 с.

Программа по физике для 8 класса

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования и обеспечена УМК для 8 класса, автор С.М. Андрюшечкин.

І. Пояснительная записка

Физика как учебный предмет в системе основного общего образования играет фундаментальную роль в формировании у учащихся системы научных представлений об окружающем мире, основ научного мировоззрения, составляя, по образному выражению лауреата Нобелевской премии И. Раби, сердцевину гуманитарного образования. В процессе изучения физики решаются задачи развития интеллектуальных способностей и познавательных интересов школьников, овладения ими основами диалектического мышления, привития вкуса к постановке и разрешению проблем. Приобретённые школьниками физические знания являются в дальнейшем базисом при изучении химии, биологии, физической географии, технологии, ОБЖ. Это требует самого тщательного отбора содержания предметного наполнения дисциплины и методов её изучения.

Современные дидактико-психологические тенденции связаны с вариативным развивающим образованием и определены требованиями ФГОС. Педагогические и дидактические принципы вариативного развивающего образования изложены в концепции Образовательной системы «Школа 2100»¹ и составляют основу данной программы.

А. Личностно ориентированные принципы: принцип адаптивности; принцип развития; принцип комфортности.

Б. Культурно ориентированные принципы: принцип картины мира; принцип целостности содержания образования; принцип систематичности; принцип смыслового отношения к миру; принцип ориентировочной функции знаний; принцип опоры на культуру как мировоззрение и как культурный стереотип.

В. Деятельностно ориентированные принципы: принцип обучения деятельности; принцип управляемого перехода от деятельности в учебной ситуации к деятельности в жизненной ситуации; принцип перехода от совместной учебно-познавательной деятельности к самостоятельной деятельности учащегося (зона ближайшего развития); принцип опоры на процессы спонтанного развития; принцип формирования потребности в творчестве и умений творчества.

В соответствии с Образовательной системой «Школа 2100»² каждый школьный предмет, в том числе и физика, своими целями, задачами и содержанием образования должен способствовать формированию **функционально грамотной личности**, т.е. личности, которая способна использовать уже имеющиеся у неё знания, умения и на-

¹ Образовательная система «Школа 2100». Педагогика здравого смысла [Текст]. – М. : Издательский дом РАО. – Баласс, 2003. – С. 87–92.

² Там же. – С. 72–141.

выки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений и которая способна осваивать новые знания на протяжении всей жизни.

Основные линии развития учащихся средствами предмета «Физика»

Изучение физики в образовательных учреждениях основного общего образования направлено на реализацию следующих линий развития учащихся средствами предмета:

1. Формирование основ научного мировоззрения и физического мышления. Освоение знаний об основных методах научного познания природы, характерных для естественных наук (экспериментальном и теоретическом); физических явлениях; величинах, характеризующих явления; законах, которым явления подчиняются.

2. Проектирование и проведение наблюдения природных явлений с использованием необходимых измерительных приборов. Умение обрабатывать результаты наблюдений или измерений и представлять их в различной форме, выявлять на этой основе эмпирические зависимости; применять полученные знания для объяснения природных явлений, принципов действия отдельных технических устройств; решать физические задачи.

3. Диалектический метод познания природы. Формирование понимания необходимости усвоения физических знаний как ядра гуманитарного образования, необходимости общечеловеческого контроля разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития общества и разрешения глобальных проблем.

4. Развитие интеллектуальных и творческих способностей. Умение ставить и разрешать проблему при индивидуальной и коллективной познавательной деятельности.

5. Применение полученных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни. Оценка результатов своих действий, применения ряда приборов и механизмов; обеспечение рационального и безопасного поведения по отношению к себе, обществу, природе.

При преподавании физики в 8-м классе достижение сформулированных выше общих линий развития учащихся осуществляется в объёме, определяемом содержанием учебного предмета в данном классе.

II. Общая характеристика учебного предмета «Физика»

Физика вместе с другими предметами (курс «Окружающий мир» начальной школы, физическая география, химия, биология) составляет непрерывный школьный курс естествознания.

Построение логически связанного курса опиралось на следующие идеи и подходы:

– *Усиление роли теоретических знаний* с максимально возможным снижением веса математических соотношений, подчас усваивающихся формально. Так, в курсе физики 8-го класса изучению

тепловых двигателей предшествует рассмотрению первого закона термодинамики. Использование теоретических знаний для объяснения физических явлений повышает развивающее значение курса физики, ведь школьники приучаются находить причины явлений, что требует существенно большей мыслительной активности, чем запоминание фактического материала.

– *Генерализация учебного материала* на основе ведущих идей, принципов физики. К примеру, изучение темы «Магнитные явления» в курсе физики 8-го класса завершается рассмотрением явления электромагнитной индукции. Задачам генерализации служит широкое использование обобщённых планов построения ответов (А.В. Усова) и ознакомление учащихся с особенностями различных мыслительных операций (анализ, синтез, сравнение, обобщение, классификация, систематизация).

– *Усиление практической направленности и политехнизма курса.* С целью предотвращения «мелодрамы» в преподавании физики, формирования и развития познавательного интереса учащихся к предмету преподавание физики ведётся с широким привлечением демонстрационного эксперимента, включающего и примеры практического применения физических явлений и законов. Учениками выполняется значительное число фронтальных экспериментов и лабораторных работ, в том числе и связанных с изучением технических приборов. Предлагается решение задач с техническими данными, проведение самостоятельных наблюдений учащимися при выполнении ими домашнего задания, организация внеклассного чтения доступной научно-популярной литературы, поиски физико-технической информации в Internet.

В качестве ведущей методики при реализации данной программы рекомендуется использование проблемного обучения. Это способствует созданию положительной мотивации и интереса к изучению предмета, активизирует обучение. Совместное решение проблемы развивает коммуникабельность, умение работать в коллективе, решать нетрадиционные задачи, используя приобретённые предметные, интеллектуальные и общие знания, умения и навыки.

На этапе введения знаний используется технология проблемно-диалогического обучения, которая позволяет организовать исследовательскую работу учащихся на уроке и самостоятельное открытие знаний. Данная технология разработана на основе исследований в двух самостоятельных областях – проблемном обучении (И.А. Ильницкая, В.Т. Кудрявцев, М.И. Махмутов, Р.И. Малафеев и др.) и психологии творчества (А.В. Брушлинский, А.М. Матюшкин, А.Т. Шумилин и др.). На уроке введения новых знаний постановка проблемы заключается в создании учителем проблемной ситуации и организации выхода из неё одним из трёх способов: 1) учитель сам заостряет противоречие проблемной ситуации и сообщает проблему; 2) ученики осознают противоречие и формулируют проблему; 3) учитель диалогом побуждает учеников выдвигать и проверять гипотезы.

Индивидуальная работа при выполнении домашних заданий в соответствии с выбранной образовательной траекторией (принцип минимума и максимума) развивает способность учащегося самостоятельно мыслить и действовать, нести ответственность за результаты своего труда.

III. Описание места учебного предмета «Физика» в учебном плане

В соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования предмет «Физика» изучается с 7-го по 9-й класс. При этом на изучение физики в 8 классе отводится 2 часа в неделю.

IV. Личностные, метапредметные и предметные результаты освоения учебного предмета «Физика»

Взаимосвязь результатов освоения предмета «Физика» можно системно представить в виде схемы.



Личностными результатами изучения предмета «Физика» являются следующие умения:

– Осознавать единство и целостность окружающего мира, возможности его познаваемости и объяснимости на основе достижений науки.

– Постепенно выстраивать собственное целостное мировоззрение:

1) вырабатывать свои собственные ответы на основные жизненные вопросы, которые ставит личный жизненный опыт;

2) учиться признавать противоречивость и незавершённость своих взглядов на мир, возможность их изменения.

– Учиться использовать свои взгляды на мир для объяснения различных ситуаций, решения возникающих проблем и извлечения жизненных уроков.

– Осознавать свои интересы, находить и изучать в учебниках по разным предметам материал (из максимума), имеющий отношение к своим интересам. Использовать свои интересы для выбора индивидуальной образовательной траектории, потенциальной будущей профессии и соответствующего профильного образования.

– Приобретать опыт участия в делах, приносящих пользу людям.

– Оценивать жизненные ситуации с точки зрения безопасного образа жизни и сохранения здоровья. Учиться выбирать стиль поведения, привычки, обеспечивающие безопасный образ жизни и сохранение своего здоровья, а также близких людей и окружающих.

– Оценивать экологический риск взаимоотношений человека и природы. Формировать экологическое мышление: умение оценивать свою деятельность и поступки других людей с точки зрения сохранения окружающей среды.

Средством развития личностных результатов служит учебный материал и прежде всего продуктивные задания учебника, нацеленные на 1, 3 и 4-ю линии развития:

– формирование основ научного мировоззрения и физического мышления;

– воспитание убеждённости в возможности диалектического познания природы;

– развитие интеллектуальных и творческих способностей.

Метапредметными результатами изучения курса «Физики» является формирование универсальных учебных действий (УУД).

Регулятивные УУД:

– Самостоятельно обнаруживать и формулировать проблему в классной и индивидуальной учебной деятельности.

– Выдвигать версии решения проблемы, осознавать конечный результат, выбирать из предложенных средств и искать самостоятельно средства достижения цели.

– Составлять (индивидуально или в группе) план решения проблемы.

– Работая по предложенному и (или) самостоятельно составленному плану, использовать наряду с основными средствами и дополнительные: справочную литературу, физические приборы, компьютер.

– Планировать свою индивидуальную образовательную траекторию.

- Работать по самостоятельно составленному плану, сверяясь с ним и целью деятельности, исправляя ошибки, используя самостоятельно подобранные средства.
- Самостоятельно осознавать причины своего успеха или неуспеха и находить способы выхода из ситуации неуспеха.
- Уметь оценивать степень успешности своей индивидуальной образовательной деятельности.
- Давать оценку своим личностным качествам и чертам характера («каков я»), определять направления своего развития («каким я хочу стать», «что мне для этого надо сделать»).

Средством формирования регулятивных УУД служит соблюдение технологии проблемного диалога на этапе изучения нового материала и технологии оценивания образовательных достижений (учебных успехов).

Познавательные УУД:

- Анализировать, сравнивать, классифицировать и обобщать изученные понятия.
- Строить логичное рассуждение, включающее установление причинно-следственных связей.
- Представлять информацию в виде конспектов, таблиц, схем, графиков.
- Преобразовывать информацию из одного вида в другой и выбирать удобную для себя форму фиксации и представления информации.
- Использовать различные виды чтения (изучающее, просмотровое, ознакомительное, поисковое), приёмы слушания.
- Самому создавать источники информации разного типа и для разных аудиторий, соблюдать правила информационной безопасности.
- Уметь использовать компьютерные и коммуникационные технологии как инструмент для достижения своих целей. Уметь выбирать адекватные задаче программно-аппаратные средства и сервисы.

Средством формирования познавательных УУД служит учебный материал и прежде всего продуктивные задания учебника, нацеленные на 2, 3, 5-ю линии развития:

- проектирование и проведение наблюдения природных явлений с использованием необходимых измерительных приборов;
- воспитание убеждённости в возможности диалектического познания природы;
- применение полученных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни.

Коммуникативные УУД:

- Отстаивая свою точку зрения, приводить аргументы, подтверждая их фактами.
- В дискуссии уметь выдвинуть контраргументы, перефразировать свою мысль (владение механизмом эквивалентных замен).
- Учиться критично относиться к своему мнению, уметь признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его.

- Различать в письменной и устной речи мнение (точку зрения), доказательства (аргументы, факты), гипотезы, аксиомы, теории.
- Уметь взглянуть на ситуацию с иной позиции и договариваться с людьми иных позиций.

Средством формирования коммуникативных УУД служит соблюдение технологии проблемного диалога (побуждающий и подводящий диалоги) и организация работы в малых группах, а также использование на уроках элементов технологии продуктивного чтения.

Предметными результатами изучения предмета «Физика» являются следующие умения:

8 класс

1-я линия развития. Формирование основ научного мировоззрения и физического мышления:

- характеризовать понятие теплового движения и абсолютного нуля температуры;
- применять первый закон термодинамики в простейших ситуациях;
- характеризовать виды теплообмена и физические процессы, сопровождающиеся изменением внутренней энергии вещества;
- применять понятие об электрическом и магнитном полях для объяснения соответствующих физических процессов;
- характеризовать понятие «электрический ток» и процессы, сопровождающие его прохождение в различных средах (металлах, вакууме, электролитах, газах, полупроводниках).

2-я линия развития. Проектирование и проведение наблюдения природных явлений с использованием необходимых измерительных приборов:

- проводить наблюдение процессов нагревания, кристаллизации вещества;
- изучать зависимости силы тока в электрической цепи от приложенного напряжения и сопротивления цепи;
- проводить наблюдение односторонней проводимости полупроводникового диода;
- проводить наблюдение действия проводника с током на стрелку компаса, действия электромагнита и электродвигателя.

3-я линия развития. Диалектический метод познания природы:

- излагать научную точку зрения по вопросу о внутреннем строении звёзд, о принципиальной схеме работы тепловых двигателей и экологических проблемах, обусловленных их применением;
- анализировать вопросы, связанные с явлением электромагнитной индукции.

4-я линия развития. Развитие интеллектуальных и творческих способностей:

- разрешать учебную проблему при анализе влияния тепловых двигателей на окружающую среду, при рассмотрении устройства калориметра, в процессе изучения процессов кристаллизации, испарения и конденсации, электролиза, закона Джоуля и Ленца, явления электромагнитной индукции.

5-я линия развития. Применение полученных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни:

- учитывать процессы теплообмена (теплоизоляция, система охлаждения автомобиля);
- проводить расчёты простейших электрических цепей, электронагревательных приборов, электрических предохранителей;
- физически верно осуществлять защиту от атмосферных электрических разрядов;
- ориентироваться на местности при помощи компаса, применять электромагниты, микроэлектродвигатели, громкоговорители.

V. Содержание учебного предмета «Физика»

Содержание учебного предмета соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

В данной части программы приведено рекомендуемое распределение учебных часов по разделам курса, определена последовательность изучения учебных тем в соответствии с задачами обучения. Указан минимальный перечень демонстраций, проводимых учителем в классе, лабораторных работ и опытов, выполняемых учениками.

8 КЛАСС (70 часов, 2 часа в неделю)

Раздел 1. Тепловые явления (23 часа)

Тепловое движение. Температура. Абсолютный нуль температуры. Внутренняя энергия и способы её изменения. Первый закон термодинамики. Виды теплообмена. Теплообмен в природе и технике. Солнце, типы звезд, их характеристики. Горение топлива. Удельная теплота сгорания топлива. Тепловые двигатели. Принципиальная схема теплового двигателя. КПД теплового двигателя. Применение тепловых двигателей и экологические последствия их работы. Возобновляемые источники энергии. Нагревание и охлаждение вещества. Удельная теплоёмкость вещества. Плавление. Кристаллизация. Аморфные тела. Испарение. Конденсация. Насыщенный пар. Влажность воздуха. Кипение. Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования.

Демонстрации

Изменение внутренней энергии тела при совершении работы и при теплопередаче.

Теплопроводность различных материалов.

Конвекция в жидкостях и газах.

Теплопередача путём излучения.

Калориметр.

Термос.

Сравнение удельных теплоёмкостей различных веществ.

Явление испарения.

Кипение воды.

Кипение воды при пониженном давлении.

Психрометр.

Явления плавления и кристаллизации.

Устройство четырёхтактного двигателя внутреннего сгорания.

Устройство паровой турбины.

Лабораторные работы и опыты

Изучение явления теплообмена при смешивании воды различной температуры.

Определение удельной теплоёмкости металла.

Определение влажности воздуха.

Изучение процесса кристаллизации парафина.

Раздел 2. Электрические явления (24 часа)

Электрическое взаимодействие. Электризация тел. Закон сохранения электрического заряда. Проводники и изоляторы. Электрическое поле. Конденсаторы. Электрический ток. Амперметр. Электрическая цепь. Сила тока. Электрическое напряжение. Вольтметр. Закон Ома. Электрическое сопротивление. Удельное сопротивление. Реостаты. Последовательное и параллельное соединение проводников. Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца. Электронагревательные приборы. Короткое замыкание, предохранители. КПД электронагревателя.

Демонстрации

Электризация тел.

Два рода электрических зарядов.

Устройство и действие электрометра.

Проводники и изоляторы.

Электризация через влияние.

Перенос электрического заряда с одного тела на другое.

Закон сохранения электрического заряда.

Устройство конденсатора.

Энергия заряженного конденсатора.

Источники постоянного тока.

Составление электрической цепи.

Измерение силы тока амперметром.

Измерение напряжения вольтметром.

Зависимость силы тока от напряжения на участке электрической цепи.

Изучение зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала.

Реостат и магазин сопротивлений.

Измерение напряжений в последовательной электрической цепи.

Измерение силы тока на разных участках неразветвлённой электрической цепи.

Измерение силы тока в разветвлённой электрической цепи.

Демонстрация закона Джоуля и Ленца.

Демонстрация действия предохранителя в электрической цепи.

Лабораторные работы и опыты

Наблюдение электрического взаимодействия тел.

Сборка простейшей электрической цепи.

Изготовление гальванического элемента.

Измерение силы тока.

Измерение напряжения.

Исследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах при постоянном сопротивлении.

Измерение сопротивления методом амперметра и вольтметра.
Регулировка силы тока реостатом.
Изучение последовательного соединения проводников.
Изучение параллельного соединения проводников.
Измерение работы и мощности электрического тока.
Определение КПД электронагревательного элемента.

Раздел 3. Ток в различных средах (8 часов)

Ток в металлах. Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры. Ток через вакуум. Электронно-лучевая трубка. Ток в газах. Виды газового разряда. Ток в электролитах. Электролиз. Полупроводники. Зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещенности. Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Примесная проводимость полупроводников. *P-n*-переход. Полупроводниковый диод.

Демонстрации

Зависимость сопротивления металлических проводников от температуры.

Электронно-лучевая трубка.

Осциллограф.

Электрический ток в электролитах.

Электролиз.

Электрическая дуга.

Искровой разряд.

Коронный разряд.

Тлеющий разряд.

Зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещенности.

Односторонняя проводимость полупроводникового диода.

Лабораторные работы и опыты

Изучение электрических свойств раствора поваренной соли.

Односторонняя проводимость диода.

Раздел 4. Магнитные явления (13 часов)

Магнитное поле. Магнитное взаимодействие. Постоянные магниты. Ферромагнетики. Магнитное поле Земли. Действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель постоянного тока. Электромагниты. Возникновение тока при движении проводника в магнитном поле. Явление электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Закон электромагнитной индукции. Практическое применение электромагнитной индукции.

Демонстрации

Взаимодействие постоянных магнитов.

Опыт Эрстеда.

Взаимодействие проводников с током.

Модель внутреннего строения ферромагнетиков.

Демонстрация точки Кюри.

Демонстрация действия магнитного поля на движущиеся заряженные частицы.

Действие магнитного поля на проводник с током.

Электромагниты.
 Реле.
 Модель телеграфа.
 Громкоговоритель.
 Электродвигатель постоянного тока.
 Электромагнитная индукция.
 Энергия магнитного поля.
Лабораторные работы и опыты
 Изучение взаимодействия проводника с током и магнита.
 Получение «изображения» магнитного поля.
 Изучение взаимодействия витка с током с магнитным полем постоянного магнита.
 Изучение электродвигателя постоянного тока.
 Измерение подъёмной силы электромагнита.
 Изучение явления электромагнитной индукции.
Резерв (2 часа)

VI. Примерное тематическое планирование, основные виды деятельности учащихся и планируемые результаты (предметные, метапредметные и личностные)

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Тепловые явления			
Тепловое движение. Температура	1	§ 1	<u>Характеризовать</u> понятие теплового движения, виды теплообмена (Н). <u>Применять</u> первый закон термодинамики в простейших ситуациях (П). <u>Характеризовать</u> понятие абсолютного нуля температуры (М). <u>Характеризовать</u> внутреннее строение типичных звёзд (М)
Внутренняя энергия и способы ее изменения	1	§ 2	
Виды теплообмена	1	§ 3	
Теплообмен в природе и технике	1	§ 4	
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Внутренняя энергия. Теплообмен»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Горение топлива. Удельная теплота сгорания топлива	1	§ 5	<u>Объяснять</u> процесс горения топлива как пример химической реакции окисления (Н). <u>Объяснять</u> с научной точки зрения принципиальную схему работы тепловых двигателей и экологические проблемы, обусловленные их применением (П)
Тепловые двигатели	1	§ 6	
Применение тепловых двигателей	1	§ 7	

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Горение топлива. Тепловые двигатели»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Нагревание и охлаждение вещества	1	§ 8	<u>Характеризовать</u> процессы нагревания и охлаждения веществ (Н)
Решение задач по теме «Нагревание и охлаждение вещества»	1	§ 9	
Лабораторная работа «Определение удельной теплоемкости металла»	1	§ 10	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Решение расчетных и экспериментальных задач по теме «Нагревание и охлаждение вещества»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Нагревание и охлаждение вещества»	1		
Плавление. Кристаллизация	1	§ 11	<u>Характеризовать</u> тепловые процессы, связанные с изменением агрегатного состояния вещества (Н). <u>Использовать</u> обобщённые планы построения ответов для описания величин, характеризующих тепловые процессы (П). <u>Разрешать</u> учебные проблемы, возникающие при анализе процессов плавления и кристаллизации, испарения и парообразования (П). <u>Объяснять</u> влияние процессов, связанных с изменением агрегатного состояния воды, на климат (М)
Испарение. Конденсация. Кипение	1	§ 12	
Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования	1	§ 13	
Решение задач по теме «Плавление и кристаллизация. Парообразование и конденсация»	1	§ 14	

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Плавление и кристаллизация. Парообразование и конденсация»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Тепловые явления».	1		
Зачёт по разделу «Тепловые явления»	1		
Контрольная работа по разделу «Тепловые явления»	1		
Урок коррекции знаний	1		
Электрические явления			
Электрическое взаимодействие. Проводники и изоляторы	1	§ 15	<u>Объяснять</u> взаимодействие электрических зарядов на основе понятия электрического поля (Н). <u>Объяснять</u> электрические свойства проводников и изоляторов на основе особенностей их внутреннего строения (П). <u>Объяснять</u> зависимость свойств конденсатора от его геометрических размеров и свойств диэлектрика (М)
Электрическое поле. Конденсаторы	1	§ 16	
Электрический ток	1	§ 17	<u>Характеризовать</u> понятия «электрический ток» и «электрическая цепь» (Н). <u>Использовать</u> обобщённые планы построения ответов для описания величин, характеризующих явление электрического тока (П). <u>Объяснять</u> взаимосвязь физических величин, характеризующих электрическую цепь (П). <u>Сравнивать</u> электроизмерительные приборы и обнаруживать их сходство и отличия (П)
Электрическая цепь	1	§ 18	
Сила тока	1	§ 19	
Электрическое напряжение	1	§ 20	
Закон Ома. Электрическое сопротивление	1	§ 21	

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Лабораторная работа «Определение сопротивления участка цепи»	1	§ 22	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Закон Ома»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Удельное сопротивление. Реостаты	1	§ 23	<u>Характеризовать</u> зависимость электрического сопротивления проводника от его геометрических размеров и рода вещества проводника (Н)
Решение задач на расчёт сопротивления проводника	1	§ 24	
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Расчёт сопротивления проводника»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Последовательное и параллельное соединение проводников	1	§ 25	<u>Различать</u> на схемах электрических цепей и непосредственно в самих электрических цепях последовательное и параллельное соединения элементов цепи (Н). <u>Сравнивать</u> различные способы соединения элементов электрических цепей (П). <u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Лабораторная работа «Изучение последовательного соединения проводников»	1	§ 26	
Лабораторная работа «Изучение параллельного соединения проводников»	1	§ 27	
Мощность и работа тока	1	§ 28	<u>Характеризовать</u> понятия работы и мощности тока (Н).
Закон Джоуля и Ленца. Электронагревательные приборы	1	§ 29	<u>Использовать</u> знания физики для расчёта простейших электронагревательных приборов (П)
Лабораторная работа «Определение КПД электронагревателя»	1	§ 30	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Решение задач по теме «Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца»	1		
Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Электрические явления»	1		
Зачёт по разделу «Электрические явления»	1		
Контрольная работа по разделу «Электрические явления»	1		
Урок коррекции знаний	1		
Ток в различных средах			
Ток в металлах	1	§ 31	<u>Характеризовать</u> понятие «электрический ток» и процессы, сопровождающие его прохождение в различных средах (металле, вакууме, электролитах, газах, полупроводниках) (Н). <u>Объяснять</u> принцип действия электротехнических приборов и устройств, использующих явление тока в различных средах (П)
Ток через вакуум	1	§ 32	
Ток в газах	1	§ 33	
Ток в электролитах	1	§ 34	
Повторение материала. Выполнение теста по теме «Ток в различных средах»	1		
Полупроводники	1	§ 35	
Примесная проводимость полупроводников. <i>P-n</i> -переход. Практическая работа «Односторонняя проводимость диода»	1	§ 36	
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Ток в полупроводниках»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Магнитные явления			
Магнитное поле	1	§ 37	<u>Объяснять</u> взаимодействие электрических токов и движущихся заряженных частиц на основе понятия магнитного поля (Н). <u>Объяснять</u> магнитные свойства ферромагнетиков на основе особенностей их внутреннего строения (П). <u>Характеризовать</u> роль магнитного поля Земли для жизни на планете (М)
Постоянные магниты. Лабораторная работа «Получение «изображения» магнитного поля». Магнитное поле Земли	1	§ 38	
Движение заряженной частицы в магнитном поле	1	§ 39	<u>Характеризовать</u> приборы и устройства, в которых использовано действие магнитного поля на проводник с током (Н). <u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель. Практическая работа «Изучение электродвигателя постоянного тока»	1	§ 40	
Электромагниты. Лабораторная работа «Измерение подъёмной силы электромагнита»	1	§ 41	<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Повторение материала. Выполнение теста по теме «Магнитное поле»	1		
Явление электромагнитной индукции	1	§ 42	<u>Характеризовать</u> явление электромагнитной индукции (Н). <u>Разрешать</u> учебную проблему при анализе закона электромагнитной индукции (П). <u>Характеризовать</u> приборы и устройства, в которых использовано явление электромагнитной индукции (М)
Вихревое электрическое поле. Лабораторная работа «Изучение явления электромагнитной индукции»	1	§ 43	
Повторение материала по теме «Явление электромагнитной индукции»	1		

Тема урока	Кол-во часов	Использование элементов УМК	Основные виды учебной деятельности учащихся: (Н) – на необходимом уровне, (П) – на повышенном уровне, (М) – на максимальном уровне
Самостоятельная работа по теме «Явление электромагнитной индукции»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Зачёт по разделу «Магнитные явления»	1		
Контрольная работа по разделу «Магнитные явления»	1		
Урок коррекции знаний	1		
Итого	68		

VII. Описание учебно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса по предмету «Физика»

Для реализации целей и задач обучения физике по данной программе используется УМК по физике Образовательной системы «Школа 2100» (издательство «Баласс»).

Обучение ведётся в кабинете физики, оснащённом в соответствии с типовым перечнем оборудования, что позволяет выполнить практическую часть программы (демонстрационные эксперименты, фронтальные опыты, лабораторные работы), а также организовать учебные занятия в интерактивной форме.

Раздел 1. Тепловые явления

Изучение тепловых явлений – новый этап в формировании научного мировоззрения и физического мышления учащихся. Это обусловлено тем, что фактически большая часть учебного времени в 7 классе была потрачена на рассмотрение механического движения тел. Переход к систематическому изучению основ тепловых явлений требует от учеников осознания принципиальной разницы теплового и механического движений, обусловленной дискретной структурой вещества и колоссальным числом частиц, участвующих в тепловом движении. Необходимо введение таких физических понятий, как температура, внутренняя энергия, тепловое равновесие, необходим анализ процессов превращения энергии. При этом решение задачи познавательного развития учеников опирается на знания о внутреннем строении вещества, первоначальные понятия о тепловом движении и температуре, что ими получены в курсе физики 7 класса.

В разделе «Тепловые явления», как он представлен в учебнике «Физика. 8 кл.»¹, можно выделить следующие основные узловые моменты:

– Введение понятий тепловое движение, температура, внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии, I закон термодинамики, виды теплообмена.

– Энергия, выделяющаяся при горении топлива, и её использование в тепловых двигателях.

– Процесс нагревания и охлаждения вещества, удельная теплоёмкость.

– Фазовые превращения вещества и физические величины, характеризующие эти процессы.

§ 1. Тепловое движение. Температура²

Первая часть урока. В начале урока необходимо ознакомить учащихся со структурными элементами учебника «Физика. 8 кл.»:

– вступительной статьёй «Обращение к ученику», в которой сформулированы цели и задачи курса физики 8 класса, изложены приёмы работы с учебником и тематической тетрадью³;

– оглавлением учебника, в котором указано содержание разделов учебника «Тепловые явления», «Электрические явления», «Ток в различных средах», «Магнитные явления», отмечено наличие в учебнике заключения, ответов к заданиям, предметно-именного указателя, краткого справочника по курсу физики 7 класса;

¹ Андрущечкин, С.М. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений [Текст] / С.М. Андрущечкин. – М.: Баласс, 2012. – 240 с. (Образовательная система «Школа 2100»).

² Напомним, что предметные, метапредметные и личностные результаты, которые предлагается достигнуть на каждом из уроков, указаны в разделе программы «Примерное тематическое планирование, основные виды деятельности учащихся и планируемые результаты (предметные, метапредметные и личностные)». Электронные ресурсы, разработанные в помощь учителю для каждого из уроков по курсу физики 8 класса, расположены в открытом доступе на сайте Образовательной системы «Школа 2100»: www.school2100.ru.

³ Андрущечкин, С.М. Тематическая тетрадь к учебнику «Физика». 8 кл. [Текст] / С.М. Андрущечкин. – М.: Баласс, 2013. – 48 с. (Образовательная система «Школа 2100»).

– передним форзацем, где приведены обобщённые планы построения ответов о физическом явлении, величине, опыте, законе, приборе, механизме, машине;

– задним форзацем, на котором расположены справочная таблица «Физические величины» и таблица «Приставки для обозначения кратных и дольных единиц».

Вторая часть урока. Внимание учеников акцентируют на том, что они приступают к изучению раздела «Тепловые явления». Им предлагается:

- попробовать дать определение понятия теплового явления;
- попробовать привести примеры тепловых явлений.

Осознание причин и характера протекания тепловых явлений невозможно без выяснения внутреннего строения вещества. Ученикам предлагается найти в тексте § 1 учебника слова, подчёркивающие значение идеи об атомно-молекулярном строении вещества, с ними обсуждаются следующие вопросы:

1. Почему не видны молекулы?
2. Что можно сказать о числе молекул в теле?
3. Что известно о молекулах одного и того же вещества?

В книге М.М. Балашова приведена удачная «анкета для молекул»¹:

1. *Имя:* молекула (маленькая масса).
2. *Назначение в природе:* хранитель главного отличительного свойства вещества.
3. *Поразительное качество:* невероятная малость.
4. *Необычное свойство:* полная одинаковость с другими молекулами того же вещества.
5. *Место обитания:* любое тело (твёрдое, жидкое, газообразное).

Обсуждение вопроса о характере теплового движения частиц в газах, жидкостях и твёрдых телах следует проиллюстрировать ресурсами Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов (ЕК ЦОР), например, ресурс ЕК ЦОР № 133852 (мультимедиа «Агрегатные состояния воды»).

Экспериментальными подтверждениями существования теплового движения, известными ученикам, являются явления диффузии и давления газа (см. вопрос 1.2 на с. 9 учебника: «Какие физические явления, изученные вами в курсе физики 7 класса, подтверждают существование непрерывного беспорядочного движения частиц тела?»). Возможна демонстрация опыта 1/1 – 1 «Модель хаотического движения молекул»² с использованием прибора, сохранившегося во многих школах. Демонстрируется опыт по диффузии вещества³.

Демонстрируются опыты по рис. 1 и 2 учебника, анализ результатов которых позволяет учащимся прийти к выводу о том, что атомы и молекулы вещества могут двигаться с различной скоростью, обладать различной энергией движения. (При демонстрации опыта по рис. 2 учебника не следует использовать резиновую пробку, которую

¹ Балашов, М.М. О природе: кн. для учащихся 8 кл. [Текст] / М.М. Балашов. – М. : Просвещение, 1991. – С. 6.

² Описание демонстрационных опытов приведено в приложении к пособию.

³ В качестве такого фронтального опыта можно предложить наблюдение растворения гранул кофе в холодной и горячей воде.

может «заклинить» в пробирке. Безопаснее пробка, изготовленная из картофеля. Пробирку следует предварительно несколько раз ополоснуть горячей водой, налить в неё необходимое количество горячей воды, закрыть пробирку пробкой и сместить пробку на некоторое расстояние к дну пробирки. В этом случае при проведении опыта пар, выталкивая пробку, успеет сообщить ей достаточную скорость, и пробка эффектно вылетит из пробирки.) Здесь же необходимо провести повторение понятия «энергия» либо по вопросам плана ответа о физической величине, либо по опорному конспекту 4 «Механическая энергия»¹ (рис. 1):

На сколько изменилась кинетическая энергия тела – столько совершено работы силой, приложенной к телу

$$A = E_k - E_{k0}$$



Механизмы преобразуют силу по величине и направлению

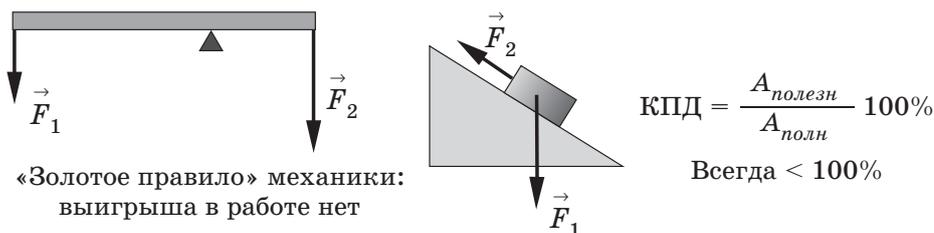


Рис. 1

Также ученикам напоминают, что энергию теплового движения частиц тела характеризуют физической величиной – температурой. Для более отчётливого уяснения различий между механическим движением отдельной «индивидуальной» частицы и тепловым движением всего «коллектива» частиц тела анализируется таблица 1 «Сравнение механического и теплового движений», приведённая на с. 10 учебника. Эта часть урока завершается знакомством с определением теплового явления, что позволяет ученикам сравнить данное определение с тем представлением о тепловом явлении, что было у них первоначально. (В идеале ученики должны понять, что изменение температуры тела не является обязательным признаком теплового процесса.)

Заключительная часть урока. В заключительной части урока обсуждается вопрос о существовании «наибольшей и последней степени холода» – абсолютного нуля температуры. Это обсуждение может быть начато с постановки проблемного вопроса: «Возможна ли в природе сколь угодно малая температура?»

¹ Андриюшечкин, С. М. Тематическая тетрадь к учебнику «Физика». 7 кл. [Текст] / С. М. Андриюшечкин. – М. : Баласс, 2013 (Образовательная система «Школа 2100»). – С. 36.

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в учебнике приведены сведения об абсолютной шкале температур, связи абсолютной температуры с температурой по шкале Цельсия. Может быть использован ресурс ЕК ЦОР № 186405 (интерактивная модель «Движение атомов газа и абсолютная температура»).

§ 2. Внутренняя энергия и способы её изменения

Первая часть урока. Урок следует начать с актуализации знаний учащихся о физической величине «механическая энергия», обсудив следующие вопросы¹:

1. Что характеризует физическая величина энергия?
2. В каких единицах измеряется энергия?
3. Какую энергию называют потенциальной? кинетической?
4. Приведите примеры тел, обладающих потенциальной энергией, кинетической энергией.
5. Приведите примеры превращения одного вида энергии в другой.
6. В чём заключается закон сохранения механической энергии?
7. Какой энергией – кинетической или потенциальной – обладают молекулы вещества?

После обсуждения приведённых выше вопросов ученикам демонстрируется уменьшение высоты отскока и последующая остановка теннисного шарика, ударяющегося о дно высокой мензурки, и формулируется проблема: «Куда же „исчезла” механическая энергия шарика?» Для организации беседы используется система вопросов, позволяющих привлечь учащихся к решению проблемы (естественно, число вопросов и характер их формулировки определяются уровнем готовности класса к подобной работе):

1. Какие превращения механической энергии происходят при движении шарика?
2. Каково внутреннее строение вещества?
3. Если механическая энергия шарика уменьшается, то может ли остаться прежней энергия частиц (шарика, мензурки)?
4. Изменяется ли скорость движения частиц при увеличении их энергии?
5. Как связаны скорость движения частиц и температура тела?

Предположение об изменении температуры при деформации тела можно проверить экспериментально, используя, например, набор демонстрационный «Тепловые явления».

Вторая часть урока. После того как будет дано определение внутренней энергии тела и выяснено, от чего зависит внутренняя энергия, необходимо отметить, что хотя энергия одной молекулы ничтожна мала, но ввиду колоссального числа частиц внутренняя энергия тела вполне весомая величина. Однако организовать использование энергии беспорядочно движущихся и взаимодействующих «полчищ» микрочастиц – более трудная задача, чем в случае механической энергии.

¹ В библиотеке кабинета физики следует иметь необходимое количество учебников физики для 7 класса. Это позволит организовать работу учеников с предметно-именным указателем, с текстом учебника.

Далее выясняют, какими способами можно изменить внутреннюю энергию тела. Ученикам предлагается потереть ладонь о ладонь, вспомнить, как добывали трением огонь первобытные люди (можно использовать электродрель и деревянный брусок). Ученикам напоминают некоторые сведения о физической величине «механическая работа» (характеризует результат действия силы, приложенной к телу; скалярная физическая величина; измеряется в джоулях). Для демонстрации увеличения внутренней энергии воздуха при совершении над ним работы демонстрируется опыт 1/2 – 1 «Воздушное огниво».

С другим способом изменения внутренней энергии ученики знакомятся самостоятельно, прочитав соответствующий текст § 2 учебника «Физика. 8 кл.» и ответив на следующие вопросы:

1. Что такое теплообмен? Приведите примеры.
2. Как объяснить изменение внутренней энергии тела при теплообмене?
3. Что такое количество теплоты? В каких единицах измеряется количество теплоты?
4. Какими двумя способами можно изменить внутреннюю энергию тела?

Затем формулируется I закон термодинамики. Может быть использован ресурс ЕК ЦОР № 133520 [видеофрагмент «Манометр с теплоприёмником (первое начало термодинамики)»]. Заполняется соответствующий раздел справочника в тематической тетради к учебнику.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока рассматриваются примеры решения задач с использованием I закона термодинамики (соответствующие примеры приведены в § 2 учебника «Физика. 8 кл.»). Также ученикам может быть предложена задача 1 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс“».

§ 3. Виды теплообмена

Первая часть урока. Изучение различных видов теплообмена следует начать с взаимопроса:

I вариант	II вариант
1. Что называют внутренней энергией тела?	1. От чего зависит внутренняя энергия тела? от чего не зависит?
2. Какими способами можно изменить внутреннюю энергию тела?	2. Как формулируется I закон термодинамики?

Ученики работают в паре: один из учеников, выслушав ответ на вопрос, оценивает ответ, а затем ученики меняются ролями.

Вторая часть урока. Затем переходят к рассмотрению различных видов теплообмена. При изучении теплопроводности демонстрируется опыт по рис. 9 учебника, анализируются особенности этого вида теплопередачи. Для учителя отметим, что в данном опыте фактически наблюдается не процесс теплопроводности металла, а процесс температуропроводности. Коэффициент температуропровод-

ности – параметр, характеризующий скорость изменения температуры вещества в нестационарных тепловых процессах, – численно равен отношению коэффициента теплопроводности к произведению его удельной теплоёмкости (при постоянном давлении) и плотности. Различие теплопроводности веществ иллюстрируют опытом 1/3 – 1 «Теплопроводность различных тел».

Изучение конвекции можно начать с постановки проблемного опыта по рис. 11 и 12 учебника. Ставят вопрос: «Почему верхние слои воды прогреваются до кипения, а нижние нагреваются незначительно?» Далее демонстрируют конвекцию в жидкостях и газах, обращая внимание на роль силы Архимеда в данном явлении (опыт 1/3 – 2 «Конвекция в жидкостях и газах»).

С явлением излучения, особенностями излучения и поглощения тепловой энергии чёрной и белой поверхностями ученики знакомятся при анализе ряда опытов (рис. 13–15 учебника).

Для лучшего усвоения столь обширного материала и его систематизации заполняется таблица:

<i>Виды теплообмена</i>	<i>Особенности данного вида теплообмена</i>	<i>Примеры явления в природе</i>	<i>Применение явления в быту и технике</i>
Теплопроводность			
Конвекция			
Излучение			

(Заполняются только первый и второй столбцы таблицы, а оставшаяся часть таблицы заполняется учениками при работе на следующем уроке.)

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики знакомятся с опорным конспектом 1 «Внутренняя энергия. Теплообмен», который приведён в тематической тетради к учебнику.

В качестве творческого домашнего задания некоторым учащимся может быть предложена следующая работа:

Экспериментальная работа «Изучение процесса теплообмена»

Изучите процесс теплообмена при плавлении льда. Для этого приготовьте 6 одинаковых по размеру кусочков льда. Первый кусочек опустите в горячую воду, второй – в тёплую воду, третий – в прохладную воду, четвёртый оставьте на воздухе, пятый заверните в несколько слоёв бумаги и оставьте на воздухе, шестой поместите в полиэтиленовый пакет, заверните в несколько слоёв бумаги и оставьте на воздухе. Заметьте, за какое время расплавится лёд в каждом из случаев. Сделайте вывод, от чего зависит быстрота теплообмена. Каким образом – путём теплопроводности, конвекции или излучения – осуществляется теплообмен?

Подготовьте отчёт о проделанной работе.¹

¹ Если предложить ряду учеников выполнить данную экспериментальную работу заблаговременно, то в этом случае отчёт о результатах проделанной работы может стать органическим завершением урока.

§ 4. Теплообмен в природе и технике

Изучение видов теплообмена продолжается при рассмотрении темы «Теплообмен в природе и технике». Соответствующий материал изложен в § 4 учебника и может быть изучен в рамках технологии продуктивного чтения либо путём организации учебной конференции.

В случае применения технологии продуктивного чтения¹, которая, как известно, включает три этапа работы с текстом (работа с текстом до чтения, работа с текстом во время чтения, работа с текстом после чтения), деятельность учащихся может быть организована следующим образом.

I этап.

Ученикам предлагается прочитать название параграфа, вводное предложение («Вам уже известны различные виды теплообмена») и для актуализации имеющихся у них знаний ответить на вопросы и выполнить следующие задания:

1. Какие виды теплообмена вам известны?

2. Выполните задание на соответствие. Каждому термину из левого столбца поставьте в соответствие определение из правого столбца.

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
А. Теплопроводность	1. Передача энергии перемещающимися слоями жидкости или газа
Б. Конвекция	2. Передача энергии в процессе излучения и поглощения тепловых лучей
В. Излучение	3. Передача энергии от более горячей части тела к менее горячей за счёт взаимодействия частиц тела (без перемещения самого вещества)

3. Закончите фразу, вставив слово (слова) из числа тех, что указаны в скобках.

– Наименьшей теплопроводностью обладают ... (твёрдые тела, жидкости, газы).

– Конвекция невозможна в ... (твёрдых телах, жидкостях, газах).

– Для того чтобы нагретое тело излучало каждую секунду больше энергии, его температуру необходимо ... (повысить, понизить).

4. Бегло ознакомьтесь с параграфом учебника «Теплообмен в природе и технике» и сформулируйте цель урока.

5. Выясните, какие абзацы в тексте параграфа посвящены теплопроводности, какие – конвекции, какие – излучению.

II этап.

Ученикам предлагается:

– прочитать в тексте параграфа абзацы, в которых описывается явление теплопроводности;

¹ Технология продуктивного чтения (формирования типа правильной читательской деятельности). Краткая версия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://school2100.com/school2100/nashi_tehnologii/reading.php (дата обращения: 16.02.2016).

– ответить на вопросы:

1. Одна фотография птицы сделана летом, а другая – зимой (рис. 2, а, б). Какая из фотографий сделана зимой? Ответ обосновать.



Рис. 2

2. Животные, имеющие на теле волосяной покров, весной линяют, а осенью волосяной покров опять восстанавливается. Какое значение это имеет для животных?

3. Каково назначение толстого слоя подкожного жира у китов, тюленей и других животных, обитающих в водах полярных морей?

4. Почему ручки на кастрюлях делают, как правило, с пластмассовыми накладками?

– объяснить результаты следующих опытов:

Опыт 1. Положите на полоску бумаги железную гирю и внесите их в пламя спиртовки. Почему при этом бумага не горит?

Опыт 2. Из плотной бумаги сделайте коробку, налейте в неё воду и расположите над спиртовкой. Вода нагреется и, наконец, закипит. Коробка останется целой. Почему? Если же коробка будет пустой, то она загорится. Почему? [Примечание. Опыт протекает убедительнее, если в ходе опыта пронести коробку с водой (нагретой ещё не до высокой температуры) между рядами и дать ученикам возможность убедиться, что вода действительно нагрета];

– заполнить соответствующие разделы таблицы, к заполнению которой ученики приступили на предыдущем уроке.

Ученикам предлагается:

– прочитать в тексте параграфа абзацы, в которых описывается явление конвекции (включая абзац, в котором рассматривается механизм возникновения дневного и ночного бриза);

– ответить на вопросы:

1. Почему зимой в морозную погоду оконные стёкла начинают замерзать снизу раньше и в большей мере, чем сверху?

2. Почему тонкая полиэтиленовая плёнка парника весной предохраняет огородные растения от ночного холода?

3. Когда парусным судам (без использования буксира) удобнее входить в гавань – днём или ночью?

– объяснить результаты следующего опыта:

Зажгите свечу, накройте её стеклянной цилиндрической трубкой (рис. 3). При этом пламя уменьшается и может погаснуть. Почему? Если трубку приподнять, то свеча горит ярче. Почему?



Рис. 3

– заполнить соответствующие разделы таблицы, к заполнению которой ученики приступили на предыдущем уроке.

Ученикам предлагается:

– прочитать в тексте параграфа абзацы, в которых рассматривается явление излучения (включая абзацы, в которых приводятся примеры практического применения ИК-излучения);

– ответить на вопросы:

1. Каким образом энергия, выделяющаяся при термоядерных реакциях в центральной области Солнца, достигает наружных слоёв нашего светила?

2. Каковы характеристики звёзд (их температура, размер, мощность излучения, масса) в сравнении с Солнцем?

– объяснить результаты следующего опыта:

Взяты два одинаковых термометра.

Шарик с термометрической жидкостью одного из термометров прикрыт полоской белой бумаги, а шарик другого термометра – полоской бумаги чёрного цвета (рис. 4). Если термометры осветить ярким источником света, то через некоторое время показания термометров будут различны. Почему?

– ответить на вопросы:

1. Вам предлагают выбрать радиаторы отопления – или с хорошо отполированной или с матовой поверхностью. Какие из них экономически более выгодны?

2. Почему при холодной погоде кошки спят, свернувшись в клубок?

– заполнить соответствующие разделы таблицы, к заполнению которой ученики приступили на предыдущем уроке.

Для лучшей организации работы учащихся на данном этапе следует подготовить необходимое количество экземпляров листов с текстом вопросов и предложить ученикам письменно фиксировать свои ответы на вопросы (качественные задачи) и свои объяснения результатов опытов в тетрадях¹. Для развития навыка самооценки можно также предложить ученикам оценивать свои ответы, сравнивая их с теми, что прозвучали в ходе обсуждения вопросов и результатов опытов (например, правильный ответ – 2 балла, правильный, но неполный ответ – 1 балл, ошибочный ответ – 0 баллов, отсутствие ответа – минус 1 балл).

III этап.

На заключительном этапе работы по технологии продуктивного чтения (работа с текстом после чтения) ученикам могут быть предложены следующие вопросы и задания:

1. Прочитайте эпиграф к параграфу «Теплообмен в природе и технике» и дайте ему объяснение с физической точки зрения.

2. Используя рис. 21 учебника, выясните, как устроена система охлаждения двигателя автомобиля.

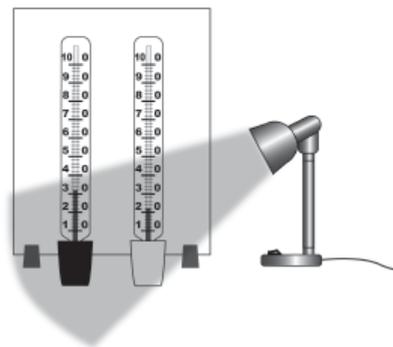


Рис. 4

¹ Возможна и организация работы в группах.

3. Вы собрались завтракать и налили в стакан кофе. Но вас просят отлучиться на несколько минут. Что надо сделать, чтобы к вашему возвращению кофе был горячее – налить в него молоко сразу, перед уходом, или после, когда вы вернётесь? Почему?¹

В том случае, если по данной теме будет организована учебная конференция, необходимо иметь в виду, что она «имеет много общего с уроком и в то же время обладает целым рядом особенностей. ... Конференция отличается от уроков тем, что новые знания учащиеся получают из литературы, с которой работали дома самостоятельно, и из докладов, с которыми выступают на конференции учащиеся. Руководящая роль учителя на конференции заключается в том, что он организует выступления учащихся с докладами и их обсуждение, вносит дополнения и уточнения в доклады, ...обобщает результаты конференции»².

Темы докладов, очевидно, должны быть связаны с проявлением того или иного вида теплообмена в природе, быту или технике. Основной текст доклада обязательно предваряется планом, а завершается списком использованной литературы³. Докладчику помимо презентации следует рекомендовать подготовить несколько качественных задач по теме доклада, которые будут им предложены слушателям. Для активизации подготовки учащихся к конференции следует также предусмотреть такую роль участника конференции, как «рецензент доклада».

Вопросы, связанные с изучением видов теплообмена, могут в дальнейшем стать и темой исследовательского проекта, выполняемого учениками. В качестве примера ниже приведён текст проекта по теме «Сравнение теплопроводности металлов» (текст приведён полностью для ознакомления учителя с возможной структурой проекта и его оформлением).

Сравнение теплопроводности металлов

Введение

Общеизвестно, что изменение внутренней энергии тела может осуществляться путём совершения работы и теплообмена. Различают такие виды теплообмена, как конвекция, излучение, теплопроводность [1, 2].

В школьном курсе физики для сравнения теплопроводности различных веществ предлагается следующий опыт. «В стальной шарик... вставляют три стержня одинаковой длины и толщины – медный, стальной и стеклянный. На каждом из них на равных расстояниях приклеивают воском гвоздики. Нагревая шарик пламенем спиртовки или газовой горелки, видят, что сначала отваливаются гвоздики от медного стержня, а затем – от стального. На стеклянном стерж-

¹ Тульчинский, М. Е. Качественные задачи по физике в 6–7 классах : пособие для учителей [Текст] / М. Е. Тульчинский. – М. : Просвещение, 1976. Задача № 368.

² Усова, А. В. Учебные конференции и семинары по физике в средней школе: пособие для учителей [Текст] / А. В. Усова, В. В. Завьялов. – М. : Просвещение, 1975. – С. 21.

³ Обязательное условие, соблюдение которого должен пристально отслеживать учитель: в доклад включается только то, что понятно и доступно автору доклада и его слушателям.

не гвоздики очень долго держатся. Мы приходим к выводу, что теплопроводность меди велика, потому что она быстро прогревается, воск тает и гвоздики отпадают. Теплопроводность стали значительно меньше теплопроводности меди, а теплопроводность стекла совсем маленькая» [2, с. 97–98]. Аналогичный прибор для соответствующего опыта описан на ряде сайтов, например [3].

Однако в рассмотренном опыте гвоздики отваливаются, когда воск расплавляется, достигая температуры плавления. Тем самым данный опыт демонстрирует в первую очередь не передачу энергии, а изменение температуры. Изменение же температуры зависит не только от переданного количества теплоты, но и от теплоёмкости и плотности вещества. Процессы *теплопроводности* и *температуропроводности* характеризуют соответственно коэффициент теплопроводности α и коэффициент температуропроводности γ . Эти коэффициенты связаны между собой соотношением

$$\gamma = \frac{\alpha}{c\rho},$$

где γ – коэффициент температуропроводности, м²/с;

α – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);

c – удельная теплоёмкость, Дж/(кг·К);

ρ – плотность, кг/м³ [4, с. 743].

Справочные значения коэффициента теплопроводности, теплоёмкости, плотности [5, с. 56, 146–148, 171], а также вычисленное нами значение коэффициента температуропроводности указаны в таблице 1.

Таблица 1. Значения коэффициента теплопроводности, теплоёмкости, коэффициента температуропроводности для некоторых металлов (по данным, приведённым в работе [5, с. 56, 146–148, 171], и расчётам автора проекта)

Металл	Температура t , °С	Коэффициент теплопроводности α , Вт/(м·К)	Удельная теплоёмкость c , Дж/(кг·°С)	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент температуропроводности γ , см ² /с
Алюминий	0	209	900	2698,9	0,86
	100	207			0,85
Железо	20	29,1	450	7874	0,082
	100	67,5			0,19
Золото	0	310,5	130	19320	1236
	100	310,5			1236
Медь	0	395,4	380	8960	1,16
	100	392			1,15
Олово	0	74,4	230	7298	0,44
	100	66,1			0,394
Свинец	0	35,4	130	11350	0,239
	100	33,4			0,226
Серебро	0	418,7	230	10500	1,72
	100	416,4			
Цинк	0	113	390	7140	0,405

Анализ данных, приведённых в таблице 1, показывает, что не во всех случаях высокая теплопроводность металла соответствует его высокой теплопроводности. Как видно, описанный выше опыт не является корректным и, таким образом, *актуально* проведение разграничения двух понятий – теплопроводности и температуропроводности.

По этой причине *целью* данной работы являлась разработка способа сравнения теплопроводности металлов.

В работе ставились и решались следующие *задачи*:

1. Разработать метод сравнения теплопроводности металлов.
2. Изготовить экспериментальную установку, провести измерения по сравнению теплопроводности металлов и оценить их точность.

В соответствии с целью работы *объектом исследования* является процесс теплопроводности, а *предметом исследования* – теплопроводность металлов.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что применение первого закона термодинамики позволило обосновать метод сравнения теплопроводности металлов. Работа также имеет *практическое значение*, так как разработанная установка может быть успешно использована при изучении школьного курса физики.

Основная часть

§ 1. Сравнение коэффициентов теплопроводности металлов

С целью сравнения теплопроводности металлов нами была сконструирована следующая установка (рис. 5).

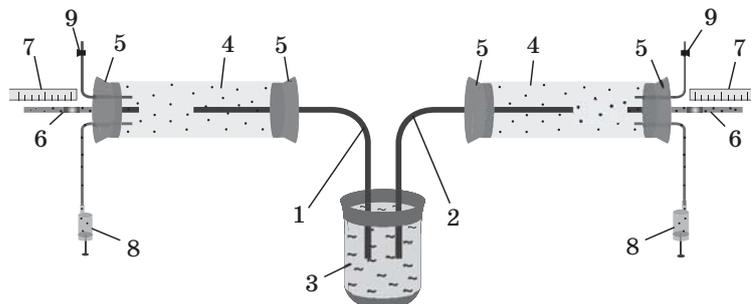


Рис. 5. Схема установки:
 1 – медный стержень; 2 – алюминиевый стержень; 3 – ёмкость с горячей водой;
 4 – воздушный резервуар; 5 – пробка, герметизирующая воздушный резервуар;
 6 – капилляр, замкнутый каплей жидкости; 7 – измерительная шкала;
 8 – шприц малой ёмкости; 9 – зажим

Нижнюю часть медного и алюминиевого стержней одинакового размера помещают в кипящую воду. Благодаря теплопроводности металлов в воздушные резервуары поступает некоторое количество теплоты. Это приводит к повышению температуры воздуха, изменению его внутренней энергии, а также совершению работы воздухом по смещению капельки жидкости в капилляре. Выясним, как смещение капельки жидкости в капилляре x зависит от полученного воздухом количества теплоты Q (рис. 6).

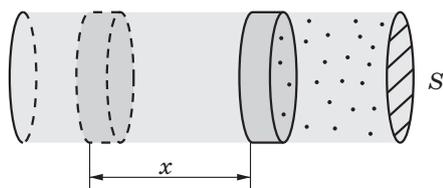


Рис. 6

Количество теплоты Q можно вычислить по формуле

$$Q = mC\Delta T, \quad (1)$$

где m – масса воздуха в резервуаре;

C – теплоёмкость воздуха при постоянном давлении;

ΔT – изменение температуры воздуха в резервуаре.

Увеличение температуры воздуха на ΔT при постоянном давлении приводит к увеличению объёма воздуха на ΔV .

В свою очередь, изменение объёма воздуха ΔV равно

$$\Delta V = Sx, \quad (2)$$

где S – площадь поперечного сечения капилляра;

x – смещение капельки жидкости в капилляре.

Из соотношений (1) и (2) несложно определить, как смещение капельки жидкости в капилляре x зависит от полученного воздухом количества теплоты Q :

$$x \sim Q.$$

С другой стороны, количество теплоты Q , поступившее в воздушный резервуар за определённое время, прямо пропорционально коэффициенту теплопроводности металла α :

$$Q \sim \alpha.$$

Таким образом,

$$x \sim \alpha.$$

Значит, для сравнения теплопроводности металлов – меди и алюминия – достаточно сравнить смещение капелек жидкости в капиллярах:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{x_1}{x_2}. \quad (3)$$

§ 2. Результаты эксперимента и их обсуждение

При проведении эксперимента были измерены смещения x_1 и x_2 капелек жидкости в капиллярах, которые замыкают резервуары с медным и алюминиевым стержнями соответственно. Это позволило получить значение отношения коэффициента теплопроводности меди к коэффициенту теплопроводности алюминия. Обозначим данное отношение как K . С учётом соотношения (3)

$$K = \frac{x_1}{x_2}.$$

Результаты эксперимента приведены в таблице 2.

Таблица 2. Измерение смещения капелек жидкости в капиллярах

Номер опыта	1	2	3	4	5
Продолжительность нагрева, с	20	30	60	120	180
Смещение x_1 , мм	7	15	20	35	42
Смещение x_2 , мм	3	8	10	16	20
$K_{\text{экс}}$	2,3	1,9	2,0	2,2	2,1

Оценим погрешность полученного результата. Относительная погрешность результата ε_k равна сумме относительных погрешностей измерения x_1 и x_2 :

$$\varepsilon_k = \varepsilon_{x1} + \varepsilon_{x2},$$

где Δx – абсолютная погрешность измерения смещений x_1 и x_2 , которую можно принять равной 2 мм.

Тогда, например, для опыта № 4 имеем

$$K = \frac{35 \text{ мм}}{16 \text{ мм}} = 2,2.$$

$$\varepsilon_{x1} = \frac{2}{35} = 0,057.$$

$$\varepsilon_{x2} = \frac{2}{16} = 0,13.$$

$$\varepsilon_k = 0,19.$$

Выразим абсолютную погрешность ΔK :

$$\varepsilon_k = \frac{\Delta K}{K},$$

отсюда

$$\Delta K = \varepsilon_k \cdot K.$$

$$\Delta K = 0,4.$$

Окончательно имеем

$$K = 2,2 \pm 0,4.$$

Для опыта № 5:

$$K = \frac{42 \text{ мм}}{20 \text{ мм}} = 2,1.$$

$$\varepsilon_{x1} = \frac{2}{42} = 0,048.$$

$$\varepsilon_{x2} = \frac{2}{20} = 0,10.$$

$$\varepsilon_k = 0,15.$$

$$\Delta K = 0,3.$$

$$K = 2,1 \pm 0,3.$$

Справочные значения коэффициентов теплопроводности меди и алюминия указаны в таблице 1. Для температуры 100 °С они равны

$$\alpha_1 = (392 \pm 0,5) \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}},$$

$$\alpha_2 = (207 \pm 0,5) \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$$

Тогда отношение коэффициентов теплопроводности меди и алюминия $K_{ср}$, вычисленное по справочным данным, равно

$$K_{ср} = \frac{392}{207} = 1,89.$$

$$\varepsilon_{\alpha 1} = \frac{0,5}{342} = 0,0013.$$

$$\varepsilon_{\alpha 2} = \frac{0,5}{207} = 0,0024.$$

$$\varepsilon_{\kappa} = 0,0037.$$

$$\Delta K = 0,01.$$

$$K_{\text{ср}} = 1,89 \pm 0,01.$$

Как видно из приведённых расчётов, полученное значение отношения теплопроводности находится в согласии со значением, вычисленным по справочным данным.

Заключение

Проведённая нами работа позволяет более чётко разграничить два понятия – теплопроводность и температуропроводность. Изготовленная установка по сравнению теплопроводности металлов может быть использована на уроках физики при изучении вопросов, связанных с теплопроводностью металлов.

В дальнейшем данную установку планируется применить для измерения энергии, выделяющейся при разрядке конденсаторов. Для этого в воздушный резервуар необходимо поместить спираль, которая будет нагреваться при прохождении по ней тока, возникающего при разрядке конденсатора. Таким образом можно будет опытным путём выяснить, как энергия электрического поля, накапливаемая в конденсаторе, зависит от напряжения, поданного на конденсатор.

Библиографический список

1. Пёрышкин, А.В. Физика. 8 кл.: учеб. для общеобразоват. учреждений. – 8-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004. – 192 с.
2. Физика и астрономия : учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений / А.А. Пинский, В.Г. Разумовский, Н.К. Гладышева и др.; под ред. А.А. Пинского, В.Г. Разумовского. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1999. – 303 с.
3. Теплопроводность металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www. school_edu_ru](http://www.school_edu_ru): (дата обращения: 15.02.2015).
4. Физический энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров; ред. кол.: Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1984. – 944 с.
5. Енохович, А.С. Справочник по физике. – М.: Просвещение, 1978. – 415 с.

Если предложить подобную тему ученикам старших классов, то содержание проекта может быть усилено изложением закона теплопроводности Фурье, описанием лабораторных установок по измерению теплопроводности металлов на основе данного закона и привлечением уравнения Клапейрона для более строгого обоснования утверждения о прямой пропорциональности величины смещения капельки жидкости в капилляре количеству теплоты, полученному воздухом.

**§ 5. Повторение материала.
Самостоятельная работа по теме «Внутренняя энергия.
Теплообмен»**

Первая часть урока. В первой части урока возможно повторение опорного конспекта «Внутренняя энергия. Теплообмен», проведение физического диктанта, в ходе которого учителем диктуются вопросы, а учениками сразу же записываются ответы на поставленные вопросы.

Примерные вопросы физического диктанта

Номер вопроса	I вариант	II вариант
1	Дайте определение понятия	
	количество теплоты	внутренняя энергия
2	Перечислите известные вам виды теплообмена	
3	Переведите в джоули	
	Над телом совершена механическая работа 1,8 кДж	Жидкости передано количество теплоты 0,3 МДж
4	Переведите в килоджоули	
	Внутренняя энергия газа в баллоне составила 12 500 Дж	При подъёме воздушного шара в атмосфере газ, наполняющий воздушный шар, расширился, совершив работу 400 Дж
5	Вычислите изменение внутренней энергии газа при его нагревании, если конечное значение и первоначальное значение внутренней энергии газа равны соответственно	
	0,07 МДж и 0,02 МДж	7,5 кДж и 2,5 кДж
6	Чему равно изменение внутренней энергии газа в баллоне, если	
	газу передано количество теплоты 4,5 кДж, а механическая работа не совершалась и газ не сжимали	сместив поршень в баллоне, газ сжали, совершив работу в 800 Дж, а теплообмен газа с окружающей средой не происходил

После завершения работы ученики обмениваются листками, на которых они писали диктант, и производят взаимопроверку, сличая ответы с эталонами, предъявленными учителем.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Внутренняя энергия. Теплообмен». Варианты самостоятельной работы приведены в соответствующем дидактическом пособии ¹.

¹ Андриюшечкин, С. М. Контрольно-измерительные материалы. Самостоятельные и контрольные работы к учебнику «Физика». 8 кл. [Текст] / С. М. Андриюшечкин. – М.: Баласс, 2013.

§ 6. Горение топлива. Удельная теплота сгорания топлива

Первая часть урока. Урок можно начать с краткого исторического экскурса (снабдив его демонстрацией соответствующих слайдов), в котором необходимо отметить, что человечество в своём развитии прошло несколько «энергетических» этапов:

- древний человек, использовавший лишь простейшие орудия;
- овладение огнём;
- использование энергии домашних животных;
- применение энергии ветра и текущей воды;
- эпоха паровых машин;
- современный период (использование электроэнергии, атомная энергетика)¹.

Перед учениками ставится вопрос: «Что может являться одним из основных показателей каждого этапа?» (Таким показателем может являться величина ежесуточного потребления энергии человеком – от 7–8 МДж первобытным человеком до 1000 МДж в современный период.)

В беседе с учениками выясняют, что большую часть энергии человек получает при сжигании топлива. Учащимся предлагают сформулировать вопросы, которые необходимо обсудить при изучении процесса горения топлива. Такими вопросами могут быть следующие:

1. В чём заключается процесс горения топлива?
2. Почему при горении топлива выделяется энергия?
3. Одинаковая ли энергия выделяется при горении различных видов топлива? (Какое топливо лучше? Одинакова ли энергетическая ценность различных видов топлива?)
4. Как рассчитать энергию, выделяющуюся при сгорании определённой массы топлива?

Вторая часть урока. При обсуждении первого вопроса демонстрируется горение спиртовки или свечи, которое прекращается, если спиртовку (свечу) накрыть прозрачным стаканом. Таким образом, ученикам напоминают, что для осуществления процесса горения необходим кислород. Делается вывод о том, что реакция горения – это реакция соединения вещества топлива (как правило, углерода или водорода) с кислородом.

Обсуждение второго вопроса можно снабдить демонстрацией ресурса ЕК ЦОР № 175847 (анимация «Горение 2»). Дётся определение понятия «теплота сгорания топлива».

Третий и четвёртый вопросы анализируются в процессе самостоятельной работы учащихся с текстом § 5 учебника, раздел параграфа «Удельная теплота сгорания топлива», в соответствии с планом ответа «Что нужно знать о физической величине»². Ответы на 1–5 пункты плана ответа ученики заносят в тетрадь. При обобщении рассмотренного материала обсуждаются вопросы:

¹ Володин, В.В. Энергия, век двадцать первый: научно-художественная лит-ра [Текст] / В.В. Володин, П.М. Хазановский. – М. : Дет. лит., 1989. – 142 с.

² Последний пункт плана «Способы измерения величины» не затрагивается.

1. Почему физическая величина, характеризующая энергетическую ценность топлива, называется *удельной*¹ теплотой сгорания топлива?

2. Как обозначается удельная теплота сгорания топлива?

3. Какие виды топлива (из приведённых в таблице 2 учебника) имеют одинаковую удельную теплоту сгорания? Что означает это число?

4. Какое топливо (из приведённых в таблице 2 учебника) имеет наибольшую удельную теплоту сгорания? Что означает это число?

5. Какой вид угля – бурый, древесный или каменный – является наиболее «энергетически качественным»?

6. Какое количество теплоты выделится при полном сгорании 5 кг сухих дров?

В качестве демонстрационного материала при обсуждении приведённых выше вопросов можно использовать коллекцию «Топливо» (как правило, имеется в школьных кабинетах химии).

Ученики заполняют соответствующий раздел справочника в тематической тетради к учебнику.

Заключительная часть урока. С целью формирования у учащихся умения проводить расчёт количества теплоты, выделяющего при сгорании топлива, первоначально им может быть предложена следующая задача:

Определите количество теплоты, которое выделится при полном сгорании свечи. Удельную теплоту сгорания принять равной 46 МДж/кг. В вашем распоряжении имеются весы с разновесами. (Дополнительный вопрос задачи: «Каким образом можно определить тепловую мощность свечи, т.е. количество теплоты, выделяющееся в единицу времени при горении свечи?»)

Далее ученикам может быть предложено самостоятельно решить задачу 1 из раздела «Примеры решения задач» § 5 учебника и предложить им оценить выполненную работу (например: оценка «плюс» – задача решена верно и полностью самостоятельно, без использования пояснений, содержащихся в учебнике; «плюс/минус» – задача решена с незначительными недочётами и (или) при минимальном использовании пояснений, содержащихся в учебнике; «минус/плюс» – задача решена с постоянным использованием пояснений, содержащихся в учебнике; «минус» – задача не решена). Также ученикам может быть предложена задача 2 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”».

Уровень «максимум». Можно использовать задачи 2 и 3 из раздела «Примеры решения задач» § 5 учебника.

Дополнительно к домашнему заданию, указанному в тематической тетради, может быть предложена следующая задача:

В процессе пищеварения в организме человека из продуктов питания высвобождается энергия. Энергия, высвобождаемая при полном усвоении продукта питания массой 100 г (или 1 кг), получила название *энергетической ценности продукта*. Ранее в физике применялась внесистемная единица измерения количества теплоты калория (от латинского *calor* – тепло, 1 калория равна 4,19 джоулям). По этой

¹ Удельный – относящийся к единице измерения объёма, массы.

причине часто вместо термина «энергетическая ценность продукта» применяют термин «калорийность продукта». Вычислите, сколько энергии получает человек, съев кусочек сахара-рафинада. Энергетическая ценность продукта 16 МДж/кг. Плотность сахара-рафинада принять равной 1100 кг/м³. Размеры кусочка сахара-рафинада определите самостоятельно.

§ 7. Тепловые двигатели

Первая часть урока. Изучение тепловых двигателей может быть начато с повторной демонстрации опыта по рис. 2 учебника, а также опытов по рис. 32 и 33 учебника¹. (Описание опыта 1/7 – 1 «Модель двигателя Герона Александрийского» и опыта 1/7 – 2 «Биметаллическая пластина как тепловой двигатель» приведены в приложении.)

Приводят определение теплового двигателя; отмечают, что всякий тепловой двигатель, как технический механизм, характеризуется мощностью и КПД. Понятия «мощность» и «КПД» ученики повторяют по § 20 и § 25 учебника «Физика – 7», руководствуясь планом ответа о физической величине.

Вторая и заключительная части урока. Основной упор необходимо сделать на рассмотрение принципиальной схемы теплового двигателя. Ученики должны осознать обязательную необходимость холодильника в любом тепловом двигателе, а также невозможность полного превращения энергии беспорядочного теплового движения молекул вещества нагревателя в упорядоченную механическую энергию движения рабочего тела (КПД теплового двигателя всегда меньше 100%). Демонстрируется опыт 1/7 – 3 «Модель теплового двигателя».

Вопрос «КПД теплового двигателя» подробно рассмотрен в соответствующем разделе § 6 учебника и не вызывает затруднений у учащихся после повторения соответствующего материала, проведённого в первой части урока. В ходе изучения данного вопроса необходимо руководствоваться планом ответа о физической величине.

Уровень «максимум». В качестве дополнительного материала в § 6 учебника приведена информация о том, чем определяется максимальное значение КПД идеального теплового двигателя, приведён пример решения задачи на расчёт максимального КПД.

§ 8. Применение тепловых двигателей

Первая часть урока. Техническое устройство различных видов тепловых двигателей и экологические проблемы, связанные с ними (§ 7 учебника), могут быть рассмотрены с применением технологии продуктивного чтения.

I этап (работа с текстом до чтения).

Ученикам предлагается прочитать название параграфа, вводное предложение («Вы уже знаете, что тепловые двигатели – это устрой-

¹ Можно предложить ученикам изготовить в домашних условиях модель двигателя Герона Александрийского.

ства, преобразующие тепловую энергию в механическую энергию»). Для актуализации имеющихся у них знаний организуется работа в парах по следующим вопросам:

1. Перечислите обязательные элементы теплового двигателя.
2. Почему не может быть теплового двигателя без нагревателя?
Почему не может быть теплового двигателя без рабочего тела?
Почему не может быть теплового двигателя без холодильника?
3. Как в тепловом двигателе распределяется энергия, выделяющаяся при сгорании топлива?
4. Сформулируйте определение КПД теплового двигателя. Запишите формулу для расчёта КПД теплового двигателя.
5. Почему КПД теплового двигателя обязательно меньше 100 %?
6. Бегло ознакомьтесь с параграфом учебника «Применение тепловых двигателей» и сформулируйте цель урока.
7. Выясните, какие виды тепловых двигателей рассмотрены в параграфе.

II этап (работа с текстом во время чтения).

Ученикам предлагается:

– прочитать раздел параграфа «Двигатель внутреннего сгорания (ДВС)»;

– ответить на вопросы:

1. Что является источником энергии в бензиновом ДВС?
2. Как осуществляется воспламенение топлива в бензиновом ДВС?
3. Каким образом поступательное движение поршня ДВС преобразуется во вращательное движение коленчатого вала двигателя?
4. Почему рассмотренный в учебнике физики ДВС назван четырёхтактным?
5. Во время какого из тактов двигателем внутреннего сгорания совершается полезная механическая работа?

[Обсуждение вопросов 1–5 можно снабдить демонстрацией ресурса ЕК ЦОР № 206028 (интерактивное задание, мультимедиа «Двигатель внутреннего сгорания».)]

6. Сформулируйте I закон термодинамики, запишите формулу закона.

7. Пусть воздух, находящийся в цилиндре ДВС, *быстро* сжимается при движении поршня двигателя.

- Успеет ли за время сжатия произойти теплообмен?
- Положительная или отрицательная работа будет совершена внешними силами при сжатии воздуха?
- Что произойдёт с внутренней энергией воздуха при его сжатии – она увеличится или уменьшится?
- Изменится ли температура воздуха при сжатии и если да, то как – увеличится или уменьшится?

8. Как осуществляется воспламенение топлива в дизеле?

9. Почему данный вид теплового двигателя назван двигателем *внутреннего* сгорания?

– объяснить результат следующего опыта (опыт 1/2 – 1 «Воздушное огниво»).

Ученикам предлагается:

- прочитать раздел параграфа «Газовая турбина»;
- ответить на вопросы:

1. Перечислите основные элементы газовой турбины. Каково их назначение?

2. Почему лопатки турбины изготавливают из жаропрочных материалов?

III этап (работа с текстом после чтения).

С целью формирования умения выделять необходимую информацию в тексте ученикам предлагается заполнить следующую таблицу:

Вопрос	Двигатель внутреннего сгорания		Газовая турбина
	бензиновый двигатель	дизель	
Какие превращения энергии происходят в тепловом двигателе			
КПД двигателя, %			

Вторая часть урока. Ученики заслушивают доклад «Устройство и принцип действия жидкостного реактивного двигателя» и сообщение «Первый космонавт», подготовленные отдельными учащимися. Доклад и сообщение следует иллюстрировать соответствующими видеофрагментами, например, «Юрий Гагарин. 12 апреля 1961 г.» с YouTube.

Заключительная часть урока. Заключительную часть урока следует посвятить рассмотрению экологических вопросов, связанных с применением тепловых двигателей. При этом также может быть использована технология продуктивного чтения.

I этап (работа с текстом до чтения).

Ученикам предлагается прочитать название раздела «Тепловые двигатели и окружающая среда» изучаемого параграфа и спрогнозировать, какие вопросы будут рассматриваться в данном разделе параграфа.

II этап (работа с текстом во время чтения).

Ученикам предлагается:

– ответить на вопросы:

1. Что изучает наука экология?

2. Какие экологические проблемы обусловлены применением тепловых двигателей?

О каких из перечисленных в учебнике проблемах вы уже знали раньше; о каких узнали, прочитав текст учебника?

3. Какие имеются пути снижения остроты экологических проблем, обусловленных применением тепловых двигателей?

III этап (работа с текстом после чтения).

Выполняется задание 7.1 учебника.

§ 9. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Горение топлива. Тепловые двигатели»

Первая часть урока. В первой части урока возможно проведение физического диктанта.

Примерные вопросы физического диктанта

Номер вопроса	I вариант	II вариант
1	Дайте определение понятия «удельная теплота сгорания топлива»	
2	Запишите формулу для расчёта количества теплоты, выделяющегося при полном сгорании топлива. Поясните обозначения величин	
3	Из формулы для расчёта количества теплоты, выделяющегося при полном сгорании топлива, выразите	
	массу топлива	удельную теплоту сгорания топлива
4	Переведите в килоджоули	
	При сгорании топлива выделилось количество теплоты 8,6 МДж	Тепловым двигателем совершена механическая работа 6 500 000 Дж
5	Запишите формулу для расчёта плотности вещества. Поясните обозначения величин	
6	Из формулы для расчёта плотности вещества выразите	
	объём тела	массу тела
7	Запишите формулу для расчёта КПД теплового двигателя. Поясните обозначения величин	

После завершения работы ученики обмениваются листками, на которых они писали диктант, и производят взаимопроверку, сличая ответы с эталонами, предъявленными учителем.

Возможна также организация работы по планам ответа о физическом явлении (явление сгорания топлива), о физической величине (удельная теплота сгорания топлива), о приборе, механизме, машине (тепловые двигатели).

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Горение топлива. Тепловые двигатели».

§ 10. Нагревание и охлаждение вещества

Первая часть урока. После вводных слов учителя о том, что одним из самых распространённых тепловых процессов является процесс нагревания (и охлаждения) вещества, следовательно, практически важно уметь рассчитывать количество теплоты, необходимое для проведения процесса, ученикам предлагается высказать свои соображения по проблеме: «От каких величин и как зависит количество теплоты, необходимое для нагревания вещества».

Попытки разрешения проблемы приводят к проектированию ряда опытов, которые способствовали бы подтверждению (или опровержению) высказанных предположений. Соответствующие демонстрационные опыты описаны на с. 47 учебника. Там же приведён и вывод, являющийся обобщением результатов проведённых опытов.

Вторая часть урока. Во второй части урока вводят понятие «удельная теплоёмкость», придерживаясь плана ответа о физической величине (пункты 1, 2, 4, 5 плана).

Проводят работу по таблице 3 «Удельная теплоёмкость некоторых веществ» учебника. Обращают внимание на то, что удельная теплоёмкость вещества зависит от его агрегатного состояния (вода и лёд), сравнивают теплоёмкости различных металлов, демонстрируя соответствующий опыт (опыт 1/10 – 1 «Сравнение теплоёмкостей различных металлов»).

Заключительная часть урока. На следующем этапе урока обосновывают формулу для расчёта количества теплоты, необходимого для нагревания (выделяемого при охлаждении) вещества:

$$Q = mc(t_2 - t_1).$$

План соответствующей работы вытекает из содержания раздела «Расчёт количества теплоты при нагревании (охлаждении) вещества» § 8 учебника.

Ученики заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради, решают задачу 3 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс“».

§ 11. Решение задач по теме «Нагревание и охлаждение вещества»

Методика решения задач по физике подробно рассмотрена в пособии «Уроки физики в 7 классе»¹. Кратко напомним основные элементы такой работы. Приступая к решению задач, учитель записывает краткое условие каждой задачи, подробно объясняет решение задачи, записывая ход решения на доске. Ученики слушают объяснения учителя, не записывая пока решения задач в тетради. Эта работа ведётся учителем в режиме непрерывного диалога с классом: «Прочитайте условие задачи. Какую физическую величину необходимо определить по условию задачи? Значения каких физических величин для этого необходимо знать? Какие величины уже известны? Какие из величин связаны между собой?» и так далее. После того, как способ решения задач будет усвоен учениками, учитель закрывает сделанные им на доске записи, и ученики воспроизводят решение задач самостоятельно. Если в работе учеников возникает заминка, то учитель может вновь вернуться к анализу решённых задач. Такое «разделение труда» абсолютно необходимо. Первоначально проводится анализ условия задачи, выстраивается ход решения задачи, определяются отдельные этапы решения [будем делать то-то и то-то, воспользуемся такими-то соотношениями, определим первоначально такие-то физические величины (величину)]. Вначале эта работа выполняется под руководством учителя и отдельные шаги по решению задачи обсуждаются и проговариваются вслух, а в

¹ Андрюшечкин, С. М. Уроки физики в 7 классе: методические рекомендации для учителя [Текст] / С. М. Андрюшечкин. – М. : Баласс, 2015. – 128 с. : ил. (Образовательная система «Школа 2100»).

дальнейшем усвоенный алгоритм решения задачи позволяет ученику выполнять подобную работу самостоятельно, переводя действия из внешней во внутреннюю речь.

Особое внимание методике решения задач уделял известный методист В. М. Шейман, которым была разработана технология поэлементного обучения учащихся решению задач:

- выделяют отдельные элементы, знание которых необходимо для решения задач по определённой учебной теме;
- составляют специальные упражнения по отработке выделенных элементов;
- организуют выполнение учениками подготовленных упражнений;
- знакомят учащихся с алгоритмом решения задач рассматриваемого типа и в качестве примера решают одну-две стандартные задачи;

– переходят к этапу самостоятельного решения задач учащимися¹.

Суть данной технологии можно выразить фразой: «Каждую задачу каждый ученик решает только сам». Это развивает самостоятельность учеников, даёт им уверенность в собственных силах.

Первая часть урока. Проводится работа по разделу «Классификация задач» § 9 учебника.

При анализе формул, приведённых в данном разделе, с учениками обсуждаются следующие вопросы:

- Какие явления или свойства тел, вещества характеризуют величины, входящие в формулу?
- Каковы единицы измерения величин, входящих в формулу?
- Как выразить физическую величину из формулы?

Очевидно, что формы и объём подобной работы (проводить такую работу, сопровождая её записями в тетради учащихся, или организовать только устную работу; прорабатывать все пункты 1–4 раздела параграфа «Классификация задач» или только некоторые из них) определяются уровнем подготовленности учеников.

Вторая часть урока. Для разучивания приёмов решения задач могут быть использованы задачи 1 и 2 из § 9 учебника.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока анализируются задачи 3 и 4 из § 9 учебника либо возможно выполнение экспериментальной работы, аналогичной творческому заданию 13 тематической тетради.

Экспериментальная работа «Изучение процесса охлаждения жидкости»

Оборудование: измерительный цилиндр (мензурка), стакан лабораторный, термометр лабораторный, часы, горячая вода.

Основное задание

Задание 1.

1.1. Измерьте температуру воздуха в учебном кабинете.

Налейте в стакан 70–80 мл горячей воды. Опустите термометр в воду.

1.2. Проведите измерение температуры воды в процессе её охлаждения. Данные занесите в таблицу.

¹ Шейман, В.М. Технология поэлементного обучения решению задач [Текст] / В.М. Шейман, А.М. Хаит //Физика в школе. – 1994. № 5. – С. 33–37.

Время, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура воды t , °С											

1.3. Постройте график зависимости температуры воды от времени в процессе её охлаждения. (Значение какой физической величины следует отложить на горизонтальной оси данного графика? на вертикальной оси графика? Почему?)

1.4. По завершении эксперимента перелейте воду в мензурку и определите массу воды. Вычислите, какое количество теплоты выделилось при охлаждении воды за время проведения эксперимента.

Дополнительные задания

Задание 2.

2.1. Вычислите, на сколько градусов изменяется температура воды за минуту в различные моменты времени от начала эксперимента. Договоримся эту величину называть скоростью охлаждения и измерять её в °С/мин. Результаты вычислений занесите в таблицу.

Время, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Скорость охлаждения воды, °С/мин											

2.2. Постройте график зависимости скорости охлаждения воды от времени. (Значение какой физической величины следует отложить на горизонтальной оси данного графика? на вертикальной оси графика? Почему?)

Сделайте вывод, изменяется ли скорость охлаждения воды с течением времени?

Задание 3.

Повторите исследование процесса охлаждения воды с большей массой жидкости, налив в стакан 140–160 мл горячей воды. Сравните скорость охлаждения воды в первом и во втором опытах. Сделайте вывод, зависит ли скорость охлаждения воды от её массы.

Задание 4.

Изучите, как происходит процесс охлаждения при иных условиях (если обдувать стакан с водой, если налить воду не в стеклянный, а в металлический стакан и т. д.).

§ 12. Лабораторная работа «Определение удельной теплоёмкости металла»

Первая часть урока. В начале урока, используя текст учебника на с. 56, учащиеся знакомятся с устройством калориметра, придерживаясь плана ответа о приборе, механизме, машине, отвечают на вопросы 10.1 и 10.2, приведённые в § 10 учебника.

Вторая и заключительная части урока. Лабораторная работа проводится по описанию, приведённому в § 10 учебника. В классе, работающем на уровне «минимум» (либо для части класса) может быть предложена более простая лабораторная работа, подробная инструкция к которой приводится ниже.

Лабораторная работа
«Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры»

Оборудование: калориметр, измерительный цилиндр (мензурка), весы с разновесами, термометр, стакан с горячей водой, стакан с холодной водой.

Задание 1.

1.1. Измерьте массу внутреннего алюминиевого сосуда калориметра.

1.2. Используя мензурку, отмерьте 100–110 мл горячей воды. Наполните внутренний сосуд калориметра горячей водой. (При этом для уменьшения теплообмена с окружающей средой внутренний сосуд калориметра должен быть обязательно вставлен во внешний сосуд калориметра.) Измерьте температуру горячей воды.

1.3. Измерьте температуры холодной воды.

1.4. Используя мензурку, отмерьте 100–110 мл холодной воды. Аккуратно влейте холодную воду в сосуд с горячей водой, помешайте термометром полученную смесь и измерьте её температуру.

1.5. Вычислите, чему равна масса горячей и холодной воды.

1.6. Рассчитайте

– количество теплоты, отданное горячей водой при её охлаждении до температуры смеси;

– количество теплоты, отданное внутренним алюминиевым сосудом калориметра при его охлаждении до температуры смеси;

– количество теплоты, полученное холодной водой при её нагревании до температуры смеси.

1.7. Сравните количество теплоты, отданное горячей водой и внутренним алюминиевым сосудом калориметра, с количеством теплоты, полученным холодной водой. Сделайте вывод.

§ 13. Решение расчётных и экспериментальных задач по теме «Нагревание и охлаждение вещества»

На уроке может быть организована «эстафета решения задач»¹. При этом может быть предложено решение следующих расчётных задач.

Вариант 1

Задача 1. Какое количество теплоты будет сообщено алюминиевой детали массой 5 кг, если её опустить в кипящую воду и деталь нагреется от температуры 20 °С до температуры 100 °С?

Задача 2. Чему равна масса чугунного слитка, если при его охлаждении на 200 °С выделилось количество теплоты 5,4 МДж?

Задача 3. Сколько спирта (по массе) необходимо израсходовать в спиртовке, чтобы железный гвоздь массой 100 г нагреть от ком-

¹ Напомним, что данный приём работы заключается в следующем: решение каждой задачи выполняется учеником на отдельном листке бумаги и тут же сдаётся учителю на проверку. Учитель должен иметь письменное решение всех задач и сразу же, сравнив решение ученика с имеющимся у него, объявлять результат – зачтена или нет задача (в случае незачёта листок с решением возвращается обратно ученику для исправления обнаруженных ошибок).

натной температуры (20 °С) до температуры 120 °С? Считать, что на нагревание гвоздя идёт половина всей энергии, выделяющейся при сгорании спирта.

Вариант 2

Задача 1. Какое количество теплоты будет передано окружающей среде горячей водой массой 10 кг, если после переливания в железное ведро вода охладится от температуры 90 °С до температуры 30 °С?

Задача 2. Для нагревания металлического изделия массой 400 г на 10 °С потребовалось количество теплоты 920 Дж. Определите удельную теплоёмкость неизвестного металла.

Задача 3. Сколько воды (по массе) можно нагреть от комнатной температуры (20 °С) до кипения (100 °С), располагая 20 кг сухих дров? Считать, что на нагревание воды идёт половина всей энергии, выделяющейся при сгорании дров.

Экспериментальные задачи по теме «Нагревание и охлаждение вещества» могут быть выбраны учителем из следующих задач (следует подготовить необходимое количество дидактических карточек с текстом задач).

Задача 1. Определите массу алюминиевого стаканчика калориметра.

Оборудование: калориметр, термометр, измерительный цилиндр (мензурка), горячая вода (на столе у преподавателя), справочные таблицы, весы с разновесами (выдаются по завершении работы).

- Опишите порядок выполнения работы.
- Проведите необходимые измерения.
- Проведите расчёты.
- Оцените реальность полученного результата.

Задача 2. Оцените температуру, до которой прогревается 50-граммовая стальная гирька в пламени свечи.

Оборудование: калориметр, термометр, измерительный цилиндр (мензурка), вода, 50-граммовая стальная гирька, свеча, спички, справочные таблицы (смотрите учебник).

- Опишите порядок выполнения работы.
- Проведите необходимые измерения.
- Проведите расчёты.
- Оцените реальность полученного результата.

Задача 3. Оценка удельной теплоты сгорания топлива¹.

Оборудование: весы с разновесами, пробирка с держателем, измерительный цилиндр (мензурка), термометр лабораторный, стакан металлический с водой, несколько спичек.

- Измерьте массу пробирки.
- Измерьте массу нескольких спичек.
- Отмерьте с помощью мензурки 10–15 мл воды и перелейте её в пробирку. Вычислите массу воды в пробирке.
- Измерьте начальную температуру воды и пробирки.
- Соблюдая меры предосторожности, нагрейте пробирку с водой в пламени спички, меняя её по мере сгорания. Заметьте, сколько времени длится нагрев. Добивайтесь максимально полного сгорания спичек. Догорающие спички помещайте в металлический стакан с водой.

¹ Эта задача также приведена в пособии «Физика в опытах и задачах: факультативный курс к учебнику «Физика. 8 кл.» (автор С. М. Андрущечкин).

- Измерьте конечную температуру нагретой воды.
- Вычислите количество теплоты, пошедшей на нагревание воды и стеклянной пробирки.
- Считая, что на нагревание воды и пробирки пошла большая часть энергии, выделившейся при сгорании древесины, оцените удельную теплоту сгорания древесины.
- Сравните полученный результат с табличным значением удельной теплоты сгорания древесины.
- Оцените мощность процесса тепловыделения при горении спички.

В качестве дополнительного домашнего задания к данному уроку предлагается следующее творческое задание (текст задания приведён в разделе «Творческие задания» тематической тетради к учебнику «Физика». 8 кл.): «Решите задачу. Имеется два совершенно одинаковых шара: один лежит на теплоизолирующей подставке, а другой висит на теплонепроницаемой нити. Каждому из шаров сообщили по 1 кДж теплоты. Одинаковым ли образом изменится температура у шаров? (Подсказка. Учтите тепловое расширение.)». При анализе данной задачи необходимо учесть, что при тепловом расширении шара, подвешенного на нити, положение его центра тяжести не изменится. Тогда как у шара, находящегося на подставке, его центр тяжести станет выше. Таким образом, у этого шара увеличится его потенциальная энергия, а значит, увеличение внутренней энергии шара составит менее 1 кДж. Следовательно, у шара, находящегося на подставке, температура изменится меньше, чем у шара, подвешенного на нити¹.

§ 14. Повторение материала.

Самостоятельная работа по теме «Нагревание и охлаждение вещества»

Первая часть урока. При повторении материала по изученной теме ученикам могут быть предложены следующие задачи.

Задача 1. Оцените, какое количество теплоты необходимо для нагревания вашего тела на 3 °С. Удельную теплоёмкость тела человека принять равной 3500 Дж/кг·°С.

Задача 2. Оцените, на сколько градусов могла бы нагреться капля воды при падении с вершины высочайшего в мире водопада Анхель на реке Чурун в Венесуэле. Считать, что увеличение внутренней энергии капли обусловлено уменьшением её потенциальной энергии при непрерывном падении вниз на 807 м.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Нагревание и охлаждение вещества». Отметим, что пособие «Контрольно-измерительные материалы. Самостоятельные и контрольные работы к учебнику «Физика». 8 кл.» по

¹ Ученику, решившему задачу, следует сообщить, что аналогичная задача предлагалась в своё время на одной из Международных физических олимпиад школьников. См.: Кабардин, О. Ф. Международные физические олимпиады школьников [Текст] / О. Ф. Кабардин, В. А. Орлов; под ред. В. Г. Разумовского. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. – С. 14 (задача № 3 теоретического тура I Международной олимпиады, 1967 г.).

данной теме включены две работы – самостоятельная работа базового уровня и самостоятельная работа повышенного уровня.

§ 15. Плавление. Кристаллизация

Первая часть урока. В начале урока ученики самостоятельно работают с текстом § 31 учебника «Физика. 7 кл.», находя ответы на следующие вопросы:

1. Перечислите известные вам агрегатные состояния.
2. Приведите примеры перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое.
3. Различаются ли молекулы вещества в различных агрегатных состояниях?
4. Каков характер движения частиц в газах, жидкостях, твёрдых телах?
5. Каковы особенности строения вещества в твёрдом состоянии?

Вторая часть урока. Демонстрируется опыт по рис. 44 учебника¹, формулируется проблема: «Почему, несмотря на увеличение внутренней энергии, температура смеси холодной воды и льда в опыте не меняется?»

Анализ этой проблемной ситуации приведён на с. 59–60 учебника. При обсуждении явления плавления будет уместно продемонстрировать компьютерную модель явления, например, ресурс ЕК ЦОР № 186493 (анимация «Плавление, кристаллизация»).

Заключительная часть урока. С особенностями процесса отвердевания кристаллического вещества ученики знакомятся в ходе фронтального опыта «Изучение процессов кристаллизации парафина», который описан на с. 61–62 учебника². Для проведения опыта на столы учеников устанавливают штатив с лапкой, в которой зажимают лабораторный термометр и небольшие металлические ёмкости для парафина (это могут быть самодельные маленькие сосуды из металлической фольги в форме куба с ребром 2–2,5 см). Ёмкости устанавливают на металлические основания штативов, что улучшает теплоотвод. Парафин расплавляется учителем, а затем (при температуре 70–75 °С) разливается в сосуды на ученических столах. Ученики должны снять показания термометра в процессе остывания парафина, построить график зависимости температуры от времени. В целях экономии времени полученные результаты ученики не заносят в таблицу, а заранее чертят систему координат и сразу же в процессе эксперимента наносят точки будущего графика, как это по-

¹ Постоянство температуры при плавлении вещества можно продемонстрировать также следующим образом. Небольшую металлическую ёмкость (например, защитный колпачок стартера люминесцентной лампы и т. п.) наполняют раздробленным льдом (снегом), в неё ставят датчик температуры и наливают холодную воду. Ёмкость помещают в охлаждающую смесь [смесь приготавливают из одного объёма соли и двух объёмов толчёного льда (снега)]. После того как температура льда в ёмкости понизится на несколько градусов, ёмкость вынимают из охлаждающей смеси и наблюдают, что температура льда быстро достигает нуля градусов, а затем длительное время остаётся неизменной.

² Кабардин, О. Ф. Определение температуры отвердевания и удельной теплоты кристаллизации парафина [Текст] / О. Ф. Кабардин, Н. И. Шефер // Физика в школе. – 1993. – № 5. – С. 46.

казано на рис. 47 учебника, где воспроизведены результаты одного из таких опытов.

Проводят работу с таблицей 4 «Температура плавления (кристаллизации) некоторых веществ» учебника. При этом могут быть обсуждены следующие вопросы:

1. Расплавится ли небольшой кусочек олова, если его бросить в тигель с расплавленным свинцом? (Тигель – сосуд для нагрева, плавки различных материалов; изготавливают тигели из тугоплавких металлов, фарфора или из огнеупорных материалов.)

2. Какие вещества можно расплавить в кипящей (100 °С) воде?

3. В каком состоянии – в твёрдом или жидком – находятся при температуре 1500 °С следующие вещества: алюминий, вольфрам, золото, медь, сталь, цинк?

Уровень «максимум». Дополнительный материал изложен в разделе «Аморфные тела» § 11 учебника.

Ученикам также будет интересно узнать, что самый длинный эксперимент в истории физики был начат в 1927 году профессором Томасом Парнеллом из университета Квинсленда в Брисбене (Австралия). Парнелл попытался продемонстрировать учащимся, что некоторые вещества, которые кажутся твёрдыми, на самом деле жидкости очень высокой вязкости. Учёный налил нагретый образец пека (твёрдая смола, полученная перегонкой нефти) в запечатанную воронку и оставил его там на три года. В 1930 году уплотнение на горлышке воронки было уменьшено, что позволило пеку начать течь. Большие капли формировались и падали с периодичностью примерно раз в десятилетие. В 1938 году упала первая капля смолы. Вторая упала в 1947 году. С тех пор капли падали в 1954, 1962, 1970, 1979, 1988, 2000 и 2014 годах. Экспериментаторы подсчитали, что пек имеет вязкость примерно в 230 миллиардов раз больше, чем вода. Этот опыт зафиксирован в Книге рекордов Гиннеса как самый длинный проходящий в непрерывном режиме лабораторный эксперимент в мире, и ожидается, что если количество пека в воронке будет достаточным, то эксперимент сможет продолжаться по крайней мере ещё сто лет¹.

В качестве дополнительного задания (уровень «максимум») ученикам может быть предложено выполнение лабораторной работы, связанной с наблюдением процесса роста кристаллов².

Лабораторная работа «Наблюдение процесса роста кристаллов»

При выполнении данной лабораторной работы вам необходимо, используя микроскоп, пронаблюдать процесс роста кристаллов различных веществ в водном растворе. В работе удобно использовать микроскоп с 80-кратным увеличением (объектив с 8-кратным и окуляр с 10-кратным увеличением). Поместите на столик микроскопа предметное стекло, отрегулируйте освещение и вращением микрометрического винта добейтесь получения чёткого изображения поверхности предметного стекла. Наводку на резкость можно облегчить нанесением на поверхность стекла метки карандашом. (Внимание!

¹ См.: www.festivalnauki.ru/statya/11257/eksperiment-dlinoy-v-stoletiya. Там же приведена фотография экспериментальной установки.

² Описание этой лабораторной работы также приведено в пособии «Физика в опытах и задачах: факультативный курс к учебнику «Физика. 7 кл.» (автор С. М. Андрущекин).

При наводке на резкость винт следует вращать осторожно, не допуская повреждения объектива при соприкосновении с предметным стеклом.)

Оборудование: микроскоп, предметные стёкла, стеклянные палочки, растворы поваренной соли, медного купороса, бихромата аммония, гидрохинона.

Задание 1. Выньте предметное стекло из зажимов и поместите на него с помощью стеклянной палочки каплю раствора поваренной соли. Поместите стекло с каплей под объектив микроскопа так, чтобы в поле зрения был виден край капли, так как первые кристаллы образуются обычно на краю капли. Пронаблюдайте процесс зарождения и роста кристаллов. Результаты наблюдения занесите в отчёт по лабораторной работе, который должен содержать описание процесса роста кристаллов, зарисовку картины, видимой в микроскоп.

Задание 2. Используя растворы других веществ, выполните аналогичные наблюдения и зарисовки.

Также ученикам может быть предложена домашняя лабораторная работа по выращиванию кристаллов, различные описания которой широко представлены в методической литературе.

Домашняя лабораторная работа по выращиванию кристаллов

Задание 1. Кристаллизация поваренной соли. В кипящую воду (0,5 л) всыпьте 200 г соли и дайте ей полностью раствориться. В горячий раствор погрузите хорошо просушенные и протёртые от пыли небольшие ветки кустарника, траву (хвойные ветки класть не рекомендуется). Ветки должны размещаться в воде совершенно свободно. Когда вода остынет, ветки вынуть, и те ветки, на которых образовалось (выпало) мало кристаллов, повторно опустить в горячий насыщенный раствор соли. Кристаллы из соли можно вырастить не только белые, но и цветные. Для этого в соляной раствор добавляют цветные чернила; можно использовать сок свёклы, «зелёнку» аптечную.

Задание 2. Кристаллизация из спиртового раствора салициловой кислоты. Приобретите в аптеке 1 %-ный раствор салициловой кислоты. Налейте его в стеклянную колбу и выпаривайте. Когда жидкость испарится, на дне колбы появятся мелкие кристаллики и вещество, напоминающее снежные хлопья, а на стенках колбы – бело-голубые узоры, похожие на морозные.

§ 16. Испарение. Конденсация. Кипение

Первая часть урока. Урок следует начать так: написать мокрой губкой на классной доске слово «Испарение» и обсудить с учениками, куда же «исчезает» написанное слово через некоторое время. Можно промоделировать обсуждаемое явление на магнитной доске с помощью керамических магнитов-«молекул», что позволит обсудить вопрос о том, как скорость испарения жидкости зависит от её температуры, площади поверхности и рода вещества.

Ученикам предлагается высказать свои соображения по проблеме «Сопровождается ли процесс испарения поглощением (или выделением) энергии? Предложите опыт, подтверждающий вашу точку зрения».

Для организации беседы используются вопросы типа:

1. Для каких молекул – с большей или с меньшей скоростью – более вероятен «отрыв» от жидкости?
2. Больше или меньше среднего значения энергия «улетевших» молекул?
3. Если «оставшуюся» часть жидкости составляют «менее энергичные» молекулы, то как это отразится на температуре «оставшейся» жидкости?
4. Как можно проверить, что при испарении температура жидкости уменьшается?

Ответ на последний вопрос подтверждают фронтальным опытом. Ученики получают лабораторный термометр, снабжённый кусочком марли, и химический стакан с водой комнатной температуры (вода должна быть налита в стаканы заблаговременно и действительно иметь температуру, равную температуре окружающего воздуха). Опустив в стакан с водой термометр с намотанным на его конце кусочком марли, ученики измеряют температуру воды. После того, как термометр будет вынут из воды, его показания уменьшатся ввиду испарения воды.

Далее рассматривается процесс конденсации жидкости. Соответствующая учебная проблема (она не вызывает затруднений) и анализ причины тепловыделения при конденсации изложены на с. 65 учебника.

Вторая часть урока. Во второй части урока рассматриваются понятия «насыщенный пар» и «влажность воздуха». При этом ученики должны уяснить, что плотность и давление насыщенного пара при постоянной температуре не зависят от его объёма и увеличиваются с ростом температуры пара. В методической литературе описаны соответствующие демонстрационные опыты¹, но, вероятно, при изложении данного вопроса достаточно ограничиться модельной иллюстрацией с использованием керамических магнитов. При подведении итогов частей 1 и 2 урока может быть использован ресурс ЕК ЦОР № 205983 (интерактивное задание, мультимедиа «Насыщенный пар»).

Ученикам может быть предложено частично (полностью только в случае уровня «максимум» либо при проведении факультативных занятий) выполнить практическую работу².

Практическая работа

«Определение относительной влажности воздуха и массы водяного пара в учебном кабинете»

Оборудование: лабораторный термометр, стакан с водой комнатной температуры, небольшой кусочек марли, психрометрическая таблица.

Задание 1. Определение относительной влажности воздуха

1.1. Измерьте температуру воздуха в учебном кабинете.

¹ Перкальскис, Б.Ш. Демонстрация свойств насыщенных паров [Текст] / Б.Ш. Перкальскис // Успехи физических наук. – 1961. – Т. 75, вып. 1. – С. 197–198; Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч 1. Механика, молекулярная физика, основы термодинамики / под ред. А.А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1978. – С. 133–134. Опыт 77. Свойства насыщающих паров.

² Описание этой практической работы также приведено в пособии «Физика в опытах и задачах: факультативный курс к учебнику «Физика. 8 кл.» (автор С.М. Андрущеккин).

$$t_{\text{сух}} =$$

1.2. Изготовьте психрометр. Определите показания увлажнённого термометра.

$$t_{\text{вл}} =$$

1.3. Используя психрометрическую таблицу, определите относительную влажность воздуха в кабинете.

$$\varphi =$$

Сравните определённое вами значение относительной влажности со значениями, наиболее благоприятными для человека (указаны в учебнике «Физика – 8»).

Задание 2. Определение плотности водяного пара в учебном кабинете

Так как давление газа (водяного пара) зависит от плотности газа, то относительная влажность φ может быть рассчитана по формуле

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}} \cdot 100\%,$$

где ρ – плотность водяного пара;

$\rho_{\text{нас}}$ – плотность насыщенного водяного пара при той же температуре.

2.1. Определите плотность насыщенного водяного пара $\rho_{\text{нас}}$ (используйте справочную таблицу).

Зависимость плотности водяного пара $\rho_{\text{нас}}$ от температуры t

$t, ^\circ\text{C}$	15	16	17	18	19	20	21	22
$\rho_{\text{нас}}, \text{г/м}^3$	12,9	13,7	14,5	15,4	16,3	17,3	18,4	19,4
$t, ^\circ\text{C}$	23	24	25	26	27	28	29	30
$\rho_{\text{нас}}, \text{г/м}^3$	20,6	21,8	23,1	24,4	25,8	27,3	28,7	30,3

2.2. Вычислите плотность водяного пара в кабинете.

Задание 3. Определение массы водяного пара в учебном кабинете

3.1. Вычислите объём кабинета.

$$\text{Длина } a =$$

$$\text{Ширина } b =$$

$$\text{Высота } c =$$

3.2. Вычислите массу водяного пара в кабинете.

3.3. Сравните массу воздуха и массу водяного пара в кабинете.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученикам напоминают о втором «варианте» перехода жидкости в газ (пар) – кипении. Демонстрируют опыт 1/16 – 1 «Кипение жидкостей», результаты которого свидетельствуют о том, что:

– процесс кипения возможен лишь при достижении жидкостью определённой (для данных условий) температуры – температуры кипения, когда становится возможным рост пузырьков пара;

- в процессе кипения температура жидкости неизменна;
- различные жидкости кипят при различной температуре.

Проводят работу с таблицей 5 учебника «Физика – 8».

Как обобщение рассмотренных ранее вопросов проводится обсуждение, в ходе которого выясняют, в чём различие процессов кипения и испарения (испарение происходит при любой температуре, с поверхности жидкости, а кипение начинается при достижении жидкостью определённой температуры и происходит по всему объёму жидкости) и в чём сходство этих процессов (и испарение, и кипение – процесс перехода вещества из жидкого в газообразное состояние; испарение и кипение сопровождаются поглощением энергии).

Уровень «максимум». Дополнительный материал § 11 учебника посвящён зависимости температуры кипения от величины внешнего давления. Изложение вопроса следует снабдить демонстрацией опыта 1/16 – 2.

Можно также использовать текст романа Ж. Верна «Дети капитана Гранта», где имеется эпизод, в котором описывается, как путешественники на перевале в Андах развели костёр. «Вода здесь закипит не при ста градусах, а раньше», – сказал майор. Он оказался прав: термометр, опущенный в закипевшую воду, показал всего лишь восемьдесят семь градусов». Ученикам предлагают объяснить описанное явление.

§ 17. Удельная теплота плавления. Удельная теплота парообразования

Первая часть урока. Ученикам предлагается проанализировать график, изображённый на рис. 49 учебника. В процессе анализа выясняется, что горизонтальный участок графика соответствует процессу плавления металла и при этом его температура остаётся неизменной, потому что вся подводимая к металлу энергия расходуется на разрушение кристаллической решётки. Внимание учеников обращают на рис. 45 учебника, на котором горизонтальный участок графика *AB* отражает процесс плавления льда. Им предлагается самостоятельно сформулировать проблему: «Как рассчитывать количество теплоты, необходимое для плавления кристаллического вещества?»

Так как разные кристаллические вещества имеют различное строение, то, очевидно, для плавления разных веществ (разрушения их кристаллических решёток) потребуется и разная энергия. Таким образом, необходимо ввести физическую величину, которая бы характеризовала процесс плавления кристаллического вещества. Ученикам сообщают, что эта величина называется удельной теплотой плавления. Проводится работа по плану ответа о физической величине. При ответе на второй пункт плана (определение величины) организуется работа с таблицами 4 и 8 учебника:

1. В таблице указана удельная теплота плавления железа 270 кДж/кг. Что означает эта величина?

2. При какой температуре должен находиться свинец, чтобы 24 кДж энергии было достаточно для перехода 1 кг свинца из твёрдого состояния в жидкое состояние?

3. Пусть лёд находится при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы превратить в жидкость 1 кг льда? 2 кг льда? 3 кг льда?

При ответе на третий пункт плана (формулы, связывающие данную величину с другими) ученики заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради. Ответы на четвертый и пятый пункты плана не вызывают затруднений, шестой пункт (способы измерения величины) не рассматривается.

При рассмотрении вопроса о расчёте количества теплоты, выделяющегося при кристаллизации вещества, организуется самостоятельная работа учащихся с текстом учебника (третий, четвёртый, пятый абзацы на с. 73 учебника). Они отвечают на вопросы 13.2, 13.3 в тексте § 13 учебника, анализируют формулу

$$Q = - \lambda m.$$

Вторая часть урока. Рассмотрение вопроса о расчёте количества теплоты при парообразовании начинается с анализа опыта по испарению эфира, описанного в § 13 (раздел «Удельная теплота парообразования»), либо упрощённого варианта аналогичного опыта: ваткой, смоченной в воде, ученики протирают ладонь, дуют на неё и ощущают охлаждение ладони при испарении воды.

Дальнейшая работа по введению понятий «удельная теплота парообразования» и «удельная теплота конденсации» организуется аналогично работе в первой части урока. Так как разные жидкости имеют различное внутреннее строение, то, очевидно, для перехода разных жидкостей в газообразное состояние (испарения) потребуется и разная энергия. Таким образом, необходимо ввести физическую величину, которая бы характеризовала процесс испарения жидкости. Ученикам сообщают, что эта величина называется удельной теплотой парообразования. Проводится работа по плану ответа о физической величине. При ответе на второй пункт плана (определение величины) организуется работа с таблицами 7 и 9 учебника:

1. В таблице указана удельная теплота парообразования эфира 360 кДж/кг. Что означает эта величина?

2. При какой температуре должен находиться спирт, чтобы 910 кДж энергии было достаточно для перехода 1 кг спирта из жидкого состояния в газообразное?

3. Пусть вода находится при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы превратить в водяной пар 1 кг воды? 2 кг воды? 3 кг воды?

При ответе на третий пункт плана (формулы, связывающие данную величину с другими) ученики заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради. Ответы на четвёртый и пятый пункты плана не вызывают затруднений, шестой пункт (способы измерения величины) не рассматривается.

При рассмотрении вопроса о расчёте количества теплоты, выделяющегося при конденсации газообразного вещества, организуется самостоятельная работа учащихся с текстом учебника (последний абзац на с. 74; первый, второй, третий абзацы на с. 75 учебника). Они отвечают на вопросы 13.5, 13.6 в тексте § 13 учебника, анализируют формулу

$$Q = - Lm.$$

Заключительная часть урока. В качестве закрепления изученного материала ученикам могут быть предложены задачи 4 и 5 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”».

§ 18. Решение задач по теме «Плавление и кристаллизация. Парообразование и конденсация»

Первая часть урока. Урок начинают с заполнения учениками «белых пятен» в таблице физических величин и таблице расчётных формул (для экономии времени следует заготовить необходимое количество бланков таблиц в качестве раздаточного материала).

Название величины	Обозначение величины	Единица измерения величины
Начальная температура		
		кг
	t_2	
		Дж/кг · °С
Удельная теплота плавления		
	L	

Название теплового явления	Формула для расчёта количества теплоты
Нагревание	
Охлаждение	
	$Q = \lambda m$
Кристаллизация	
Парообразование	
	$Q = - Lm$

Вторая часть урока. Анализируются задачи 1 и 2 из § 13 учебника.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока может быть рассмотрена задача 4 из § 13 учебника.

Уровень «максимум». Отдельным ученикам может быть предложена задача 3 из § 13 учебника. Особенностью этой задачи является то, что для её решения необходимо провести анализ графика, что позволяет определить температуру плавления вещества, сравнить теплоёмкость вещества в твёрдом и жидком состояниях, а также провести расчёт удельной теплоты плавления вещества.

**§ 19. Повторение материала. Самостоятельная работа
по теме «Плавление и кристаллизация. Парообразование
и конденсация»**

Первая часть урока. В первой части урока возможно проведение физического диктанта.

Примерные вопросы физического диктанта

Номер вопроса	I вариант	II вариант
1	Запишите формулу для расчёта количества теплоты, необходимого для плавления вещества, находящегося при температуре плавления. Поясните обозначения величин	
2	Из формулы для расчёта количества теплоты, необходимого для плавления вещества, находящегося при температуре плавления, выразите	
	удельную теплоту плавления вещества	массу вещества
3	Запишите формулу для расчёта количества теплоты, необходимого для парообразования. Поясните обозначения величин	
4	Из формулы для расчёта количества теплоты, необходимого для парообразования, выразите	
	массу вещества	удельную теплоту парообразования вещества
5	Переведите в джоули	
	При конденсации водяного пара выделилось количество теплоты 4,6 МДж	При кристаллизации воды выделилось количество теплоты 660 кДж
6	Запишите формулу для расчёта плотности вещества. Поясните обозначения величин	
7	Из формулы для расчёта плотности вещества выразите	
	объём тела	массу тела

После завершения работы ученики обмениваются листками, на которых они писали диктант, и производят взаимопроверку, сличая ответы с эталонами, предъявленными учителем. Возможна также организация работы по плану ответа о физической величине (удельная теплота плавления и удельная теплота парообразования).

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Плавление и кристаллизация. Парообразование и конденсация».

Ученикам напоминают, что следующие несколько уроков будут посвящены обобщению материала, изученного в разделе «Тепловые явления», и контролю знаний учащихся. Ученикам будет необходимо выполнить тест, сдать устный зачёт и написать контрольную работу.

§ 20. Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Тепловые явления»

При повторении и обобщении изученного материала можно порекомендовать повторить с учениками опорный конспект 1 «Внутренняя энергия. Теплообмен», организовав работу в группах по его «проговариванию». Следует провести с учащимися анализ конспекта 2 «Количество теплоты», обсудив, например, следующие вопросы:

1. Что такое количество теплоты? В каких единицах измеряется количество теплоты?

2. Какие виды теплообмена вам известны?

3. Перечислите тепловые процессы, изученные вами.

4. Как рассчитывается теплота сгорания топлива?

5. Как рассчитывается количество теплоты, необходимое для нагревания вещества? для плавления кристаллического вещества? для перехода жидкости в газообразное состояние?

6. Как рассчитывается количество теплоты, выделяющееся при охлаждении вещества? при кристаллизации жидкости? при конденсации пара?

7. Какова единица измерения удельной теплоты сгорания топлива? удельной теплоёмкости? удельной теплоты плавления? удельной теплоты парообразования?

8. Дайте определение удельной теплоты сгорания топлива, удельной теплоёмкости, удельной теплоты плавления, удельной теплоты парообразования.

(Ясно, что степень подробности подобного анализа конспекта определяется степенью успешности усвоения изученного учебного материала учащимися и по этой причине приведённые выше вопросы могут варьироваться в широких пределах.)

Затем ученики выполняют тест по разделу «Тепловые явления» из соответствующего дидактического пособия¹.

§ 21. Зачёт по разделу «Тепловые явления»

Напомним предложения по организации урока-зачёта, которые ранее уже излагались в методических рекомендациях к урокам физики в 7 классе².

Зачёт следует проводить в устной форме. Класс делится на несколько групп (4–5 учеников в группе) по числу экзаменаторов – ассистентов учителя. В качестве ассистентов выступают ученики старших классов и наиболее подготовленные ученики данной параллели. Учитель заранее проверяет знания ассистентов по теме зачёта и определяет, какие именно вопросы будет проверять каждый ассистент на зачёте. На зачётном уроке каждый ученик должен заранее знать порядок работы своей группы (4–5 человек) и, конечно, иметь

¹ Андриюшечкин, С. М. Тесты к учебнику «Физика». 8 кл. [Текст] / С. М. Андриюшечкин. – М. : Баласс, 2015. – 64 с. (Образовательная система «Школа 2100». Контрольно-измерительные материалы).

² Андриюшечкин, С. М. Уроки физики в 7 классе : методические рекомендации для учителя [Текст] / С. М. Андриюшечкин. – М. : Баласс, 2015. – 128 с. : ил. (Образовательная система «Школа 2100»).

тематическую тетрадь, где приведены вопросы зачёта. В течение зачётного урока ученики поочерёдно отвечают нескольким экзаменаторам. Каждый из экзаменаторов оценивает знание учебного материала по определённой части зачёта и фиксирует свои замечания по ответам учеников. Это повышает объективность выставления зачётной оценки. За 4–5 минут до конца зачётного урока подводятся итоги, учитель, ученики и экзаменаторы-ассистенты высказывают мнения и замечания по проделанной работе.

§ 22. Контрольная работа по разделу «Тепловые явления»

Контрольная работа по разделу «Тепловые явления» проводится по вариантам, которые приведены в пособии «Самостоятельные и контрольные работы», входящем в дидактический комплекс «Физика – 8».

§ 23. Урок коррекции знаний

Итоги изучения раздела «Тепловые явления» подводятся на уроке коррекции знаний. Устраняются пробелы в знаниях учеников, которые обнаружены в результате поэлементного анализа выполнения теста и при проведении зачёта. Анализируются типичные ошибки, допущенные учениками при выполнении контрольной работы.

Следует уделить время анализу кратких итогов раздела и заключительных замечаний к разделу (с. 81, 82 учебника).

Часть урока можно отвести на решение качественных задач, демонстрацию занимательных опытов, например опытов № 146 (воспламенение ватки, смоченной эфиром, при «скатывании» паров эфира по наклонному желобу), № 152 (нарушение равновесия весов за счёт конвективных потоков воздуха), № 155 (примораживание кастрюли к подъёмному столику за счёт охлаждающей смеси «снег+соль»), № 166 (зависимость температуры кипения воды от величины внешнего давления), № 167 (кипение воды в колбе при охлаждении колбы) и т. п. из книги Л. А. Горева «Занимательные опыты по физике»¹.

При этом можно использовать различные формы организации работы учащихся, например, может быть организован «физический футбол». Класс делится на две команды, имеющие в своём составе «нападающих», «полузащитников», «защитников», «вратаря». По свистку ведущего («судьи») «мяч» – задание на объяснение результатов опыта, вопрос, качественная задача – адресуется одной из команд. Первоначально отвечает группа «нападающих» (при этом помощь других членов команды не допускается). При правильном ответе «мяч отбит» и следующее задание адресуется другой команде. В случае же неуспеха «мяч» поступает поочерёдно к «полузащитникам», «защитникам» и «вратарю» и может быть «забит гол» – команда не ответила на вопрос. Правильность ответа оценивают «судьи» поднятием красных или зелёных карточек.

¹ Горев, Л. А. Занимательные опыты по физике в 6–7 классах средней школы : кн. для учителя [Текст] / Л. А. Горев. 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1985. – 175 с.

Раздел 2. Электрические явления

Изучение вопросов электродинамики, в частности рассмотрение электрических явлений, занимает исключительное место в школьном курсе физики. Во-первых, именно при изучении электрических явлений в систему научных взглядов учеников об окружающем мире вводится понятие поля как одной из форм материи, во-вторых, крайне важно прикладное значение рассматриваемых вопросов ввиду того, что окружающая человека «вторая природа» – различные технические устройства и приборы – функционирует в соответствии с законами электромагнетизма.

§ 1. Электрическое взаимодействие. Проводники и изоляторы

Первая часть урока. В начале урока ученикам напоминают уже известные им из курса физики 7 класса научные факты о строении атома и об электрических силах. Анализируются рис. 58 и 59 из учебника «Физика – 8».

Вторая часть урока. Во второй части рассматривается несколько вопросов:

1. Демонстрируется взаимодействие заряженной стеклянной палочки и лёгкой гильзы из металлической фольги, подвешенной на изолирующей нити. Гильзе сообщают вначале положительный, а затем отрицательный заряд. Демонстрируют взаимодействие вначале заряженных разноимённо, а затем заряженных одноимённо бумажных султанчиков, подключённых к источнику высокого напряжения.

Изучаются явление электризации и теоретические представления, объясняющие данное явление. Соответствующий материал изложен в разделе «Электризация тел» § 15 учебника на основе статьи М. И. Корнфельда «Что такое электризация трением?»¹

Ниже цитируются основные результаты данного экспериментального исследования. «Чтобы не усложнять явление электризации проводимостью вещества, в качестве объектов исследования были выбраны следующие изоляторы: фторопласт, янтарь, полиметилметакрилат, рубин. Образцы этих веществ в виде цилиндров диаметром 10 и высотой 14 мм крепятся к массивным латунным держателям. ... При этом торцевая поверхность верхнего образца оказывается прижатой (тяжестью держателя) к торцевой поверхности нижнего образца. Трение этих поверхностей осуществляется вращением от руки верхнего держателя. ... Через каждые три оборота держатели вынимаются для измерения электризации образцов. ... Измерения проводились на электрометре. ...

Уже первые опыты позволили установить несколько важных фактов, относящихся к любой паре упомянутых выше веществ. Соприкосновение образцов, без вращения, не приводит к заметной электризации. При вращении электризация постепенно увеличивается,

¹ Корнфельд, М. И. Что такое электризация трением? [Текст] / М. И. Корнфельд // Физика твёрдого тела. – 1969. – Т. 11. – № 6. – С. 1611–1616.

приближаясь (в большинстве случаев монотонно) к некоторому предельному значению. При этом сумма зарядов пары остаётся на протяжении всего опыта равной нулю. ...

Следующий факт относится к поведению наэлектризованного образца. В небольшой камере, лишённой доступа свежего воздуха, образец сохраняет свой заряд (при заземлённом держателе!) в течение нескольких недель. Поскольку на открытом воздухе заряд падает до нуля за сутки, приходится заключить, что главную роль в этом процессе играет не объёмная или поверхностная проводимость образца, а компенсация зарядов ионами из воздуха (здесь имеются в виду как свободные ионы, так и ионы, возникающие при диссоциации нейтральных молекул на поверхности образца). ...

Постоянство суммы зарядов трущихся тел свидетельствует о том, что электризация обусловлена переходом электронов или ионов от одного тела к другому. В этом процессе могут участвовать как носители заряда, принадлежащие самим телам, так и носители, содержащиеся в «грязи», адсорбированной на поверхности тел. Вопрос об относительной роли того и другого источника носителей заряда может быть решён экспериментально, путём исследования электризации при трении одинаковых тел. В этом случае нет оснований для перераспределения «собственных» носителей и в электризации (если она имеет место) участвуют только носители заряда, содержащиеся в грязи. Для эксперимента были взяты образцы рубина. ... Измерения показали, что электризация пары рубин – рубин не отличается ни по своим закономерностям, ни по порядку величины от электризации, наблюдавшейся для пар неодинаковых веществ. Следовательно, электризация обусловлена наличием грязи на торцевых поверхностях образцов...

Исходным пунктом предлагаемого ниже объяснения электризации является утверждение о существовании у твёрдых диэлектриков «собственного» заряда. Это означает, иными словами, что диэлектрики благодаря наличию структурных дефектов вовсе не нейтральны в электрическом плане. ... У образца, пробывшего некоторое время на воздухе, собственный заряд скомпенсирован адсорбированными ионами. Отсюда следует, что грязь на поверхности образца заряжена, а её заряд равен по абсолютной величине и противоположен по знаку собственному заряду. Общее количество адсорбированной грязи зависит от всей предшествующей истории образца, поэтому даже у одинаковых образцов слои грязи, как правило, отличаются друг от друга по толщине и по удельному заряду.

Трение сопровождается смешением слоёв грязи и их перераспределением между торцевыми поверхностями. При этом вследствие нарушения компенсации собственных зарядов и возникает электризация. Таким образом, электризация обусловлена, попросту говоря, тем, что образцы пачкают друг друга заряженной грязью».

Далее с учениками обсуждают устройство и принцип действия электрометра. Выясняют опытным путём, как зависит угол отклонения стрелки от величины сообщённого электрометру заряда.

С примерами учёта и использования явления электризации на практике ученики знакомятся самостоятельно, прочитав соответствующий текст на странице 87 учебника. Им предлагается ответить на вопрос: «В Правилах технической эксплуатации автозаправоч-

ных станций в разделе „Выдача нефтепродуктов” говорится: „Запрещается выдача нефтепродуктов в пластиковую и стеклянную тару”. Почему?»

2. Рассматриваются на качественном уровне утверждения, составляющие содержание закона Кулона. Обсуждаются результаты опытов по рис. 64, *a – в* и 65, *a – в* учебника.

3. В беседе с учениками анализируются результаты опытов по рис. 66, *a – г* учебника, формулируется закон сохранения электрического заряда.

Заключительная часть урока. С разделением вещества на проводники и изоляторы ученики знакомятся, пронаблюдая опыты, упомянутые в соответствующем разделе § 15 учебника, а какие вещества к какому типу относятся, они узнают, прочитав текст данного раздела параграфа. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР №186476 (слайд-шоу «Проводники и изоляторы»). Важно, чтобы ученики осознали, что проводники отличаются от изоляторов наличием несвязанных зарядов. Здесь же в учебнике упомянуты и полупроводники как класс веществ с особыми электрическими свойствами.

Уровень «максимум». Дополнительный материал § 15 учебника посвящён единице измерения заряда, указано численное значение заряда электрона.

§ 2. Электрическое поле. Конденсаторы

Первая часть урока. Изучение ключевого понятия всего раздела – понятия «электрическое поле» – начинают с постановки вопроса о том, каким же образом происходит взаимодействие зарядов, как заряды «узнают», что они «должны делать» – притягиваться или отталкиваться. В качестве иллюстрации демонстрируется взаимодействие заряженной электростатической гильзы с заряженным шаром электрометра при различной величине заряда шара. Очевидно, что поставленная проблема «Каков механизм взаимодействия электрических зарядов?» может быть разрешена только учителем в рамках изложения нового материала. Ученикам сообщается, что благодаря трудам многих учёных, в частности Фарадея (идея), Максвелла (математическая теория), было установлено существование вокруг электрических зарядов особой формы материи – электрического поля. Подчёркивают, что электрическое поле – реально существующий объект, имеющий ряд свойств, позволяющих отличить его от иных объектов, в частности:

1. Электрическое поле существует вокруг электрических зарядов.

2. Электрическое поле обнаруживается по силовому действию на электрический заряд.

Сказанное иллюстрируют опытом 2/2 – 1 «„Обнаружение” электрического поля».

Вторая часть урока. Внимание учеников обращают на тот факт, что всякие сомнения в реальности электрического поля были устранены после открытия электромагнитных волн (Г. Герц) и разработки метода их практического применения (А. С. Попов). Соответствующий материал изложен в разделе «Электромагнитное поле и электромагнитная волна» § 15 учебника. Уместна будет здесь и демонстрация

приёма электромагнитной волны радиоприёмником в момент искрового разряда в источнике высокого напряжения.

Заключительная часть урока. Ученики, наблюдая движение электрически заряженной гильзы под действием электрического поля заряженной стеклянной палочки, приходят к выводу о том, что электрическое поле обладает энергией (опыт по рис. 70 учебника).

Учеников знакомят с «накопителями» электрического заряда и энергии электрического поля – конденсаторами (рис. 71–73 учебника). Можно также продемонстрировать устройство электролитического конденсатора, отделив предварительно корпус прибора. Наблюдают проскакивание искры с соответствующим световым и шумовым эффектом при замыкании клемм предварительно заряженной батареи конденсаторов (или проводят демонстрацию по рис. 75 учебника).

В заключение учениками изучается конспект 3 «Электрический заряд. Электрическое поле», который приведён в тематической тетради к учебнику.

§ 3. Электрический ток

Первая часть урока. Урок по теме «Электрический ток» может быть начат с демонстрации уже известного ученикам опыта. Сообщив одному из электрометров отрицательный заряд от источника высокого напряжения, соединяют его металлическим проводником с незаряженным электрометром (рис. 74, а, б учебника). Анализируя опыт, ученики приходят к выводу, что произошло перемещение электронов в металле под действием электрического поля. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187184 (видеоролик-анимация «Механизм возникновения электрического тока») или наглядно промоделировать явление с помощью керамических магнитов, перемещая их по магнитной доске. Демонстрируется опыт по рис. 75 учебника. Дается определение явления «электрический ток».

Выясняют, какое направление принято за направление электрического тока. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186963 (видеоролик-анимация «Направление электрического тока»).

Далее указывают условия, необходимые для возникновения тока:

- наличие свободных заряженных частиц в проводнике;
- существование электрического поля в проводнике.

Вторая часть урока. Учеников знакомят с признаками явления – действиями электрического тока. Тепловое действие наблюдают, выполняя опыт по рис. 76 учебника (для большей выразительности опыта можно перебросить через проволоку небольшие кусочки бумаги, которые загорятся при нагревании проводника). Химическое действие тока наблюдают в опыте по электролизу медного купороса или раствора поваренной соли в воде (опыт 2/3 – 1 «Химическое действие тока»), а магнитное действие – в опыте по повороту магнитной стрелки (опыт по рис. 79 учебника) и работе электромагнита (опыт 2/3 – 2 «Магнитное действие тока»).

Для повышения наглядности опытов, связанных с поворотом магнитной стрелки, здесь и далее в аналогичных ситуациях может оказаться, что сила тока в цепи должна быть больше той, на которую

рассчитана лампочка от карманного фонарика. В этом случае можно посоветовать использовать, например, лампу от осветителя для теневого проецирования или автомобильную лампу, рассчитанные на силу тока в несколько ампер. С учениками обсуждают принцип действия демонстрационного амперметра; показывают, что величина отклонения стрелки зависит от величины тока (о чём судят по яркости свечения лампочки, включённой последовательно с прибором). Можно использовать один из однотипных ресурсов ЕК ЦОР № 187141 (рисунок-плакат «Электроизмерительный прибор электродинамической системы»), ЕК ЦОР № 186919 (рисунок-плакат «Электроизмерительный прибор»), ЕК ЦОР № 187168 (слайд-шоу «Работа амперметра»), но необходимо иметь в виду, что в текстовых пояснениях ресурсов применяют термин «сила Ампера».

Обязательно акцентируют внимание учеников на том, что именно магнитное действие тока является наиболее характерным и неотъемлемым признаком данного явления. (Можно предложить ученикам прочитать соответствующий текст на с. 100 учебника.)

Заключительная часть урока. В заключительной части урока проводится закрепление изученного материала по вопросам плана ответа о физическом явлении. Как правило, это не вызывает затруднения у учащихся, так как последовательность изучения явления соответствует вопросам плана ответа.

§ 4. Электрическая цепь

Первая часть урока. Урок может быть начат фронтальным опросом по вопросам плана ответа о физическом явлении – электрическом токе. Внимание учеников акцентируют на вопросе об условиях, при которых протекает явление электрический ток. Тем самым ученики осознают, что для поддержания направленного движения заряженных частиц в цепи необходим прибор, создающий электрическое поле в проводнике (источник тока).

Вторая часть урока. Во второй части урока демонстрируют различные источники тока (демонстрации проводятся в соответствии с рис. 83–86 учебника либо можно воспользоваться описанием опыта 2/4 – 1 «Источники тока»). При знакомстве учеников с принципом действия аккумуляторов полезно иметь возможность наглядно продемонстрировать устройство, например, свинцового аккумулятора (разбирают пришедший в негодность аккумулятор). Можно использовать один из ресурсов ЕК ЦОР № 187051 (видеоролик-анимация «Свинцовый аккумулятор»). В качестве иллюстрации тех трудов, которые были затрачены в своё время изобретателями по созданию современных аккумуляторов, можно привести сведения, упомянутые в книге из серии «Жизнь замечательных людей» М. Я. Лапирова-Скобло «Эдисон»: «Первые десять тысяч опытов по получению аккумулятора оказались безрезультатными. Когда Маллори (сотрудник Эдисона) высказал об этом сожаление, Эдисон ответил ему с усмешкой: „Результаты! Но, мой друг, я их получил много. Я открыл тысячи вещей, которые не позволили мне разрешить поставленную задачу; вот и всё”. ... Эти опыты велись в течение мно-

гих месяцев непрерывно круглые сутки, но вера Эдисона в успех не была сломлена. Его оптимизм не был поколеблен. В неудачном исходе эксперимента Эдисон видел лишь приближение к цели по методу исключения непригодных решений. „Идти к цели через опыты и учиться на ошибках!” – таков был девиз Эдисона. ... Некоторое представление о размахе опытов Эдисона даёт его ответ одному из ассистентов лаборатории, спросившему, сколько приблизительно опытов было проделано в течение первых трёх-четырёх лет работы над аккумуляторной батареей. „Мы нумеровали наши опыты по сериям буквами. Начинали от А 1 и шли до А 10 000. Достигнув А 10 000, мы возвращались опять к 1 и шли от В 1 до В 10 000, и т. д. Мы провели несколько серий таких опытов; сколько было их точно, я сейчас не помню; во всяком случае, было выполнено не менее 20 000 опытов”».

По ходу демонстрации действия различных источников тока и рассказа учителя ученики заполняют следующую таблицу:

<i>Источник тока</i>	<i>Какое превращение энергии происходит</i>
Гальванический элемент	Превращение химической энергии в электрическую энергию
Аккумулятор	Обратимое превращение химической энергии в электрическую энергии
Электрический генератор	Превращение механической энергии в электрическую энергию
Термоэлемент	Превращение тепловой энергии в электрическую энергию
Фотоэлемент	Превращение световой энергии в электрическую энергию

(Для экономии времени следует рекомендовать ученикам сокращать записи в таблице, например: *Хим. энергия* → *Эл. энергия*.)

Заключительная часть урока. Учеников знакомят с условными обозначениями на электрических схемах (таблица 10 в учебнике «Физика – 8»).

Далее ученики выполняют практическую работу по сборке электрической цепи. Напоминают, какое направление принято за направление тока, ученикам предлагают указать его на рассмотренной схеме.

§ 5. Сила тока

Первая часть урока. С целью актуализации знаний учащихся проводится «физический диктант». Диктуют предложения, которые ученикам необходимо закончить (для экономии времени ученики могут записывать только свой вариант окончания предложения):

1. Электрическим током называют ...
2. Для существования тока необходимо ...
3. Электрическое поле в проводниках поддерживается ...

4. Источник тока – это прибор ...

5. Электрическая цепь состоит из ...

Знание учениками условных обозначений проверяется следующим образом: ученикам раздаются шаблоны (рис. 7), которые накладываются на листок бумаги, предлагается заполнить пустые ячейки шаблона.

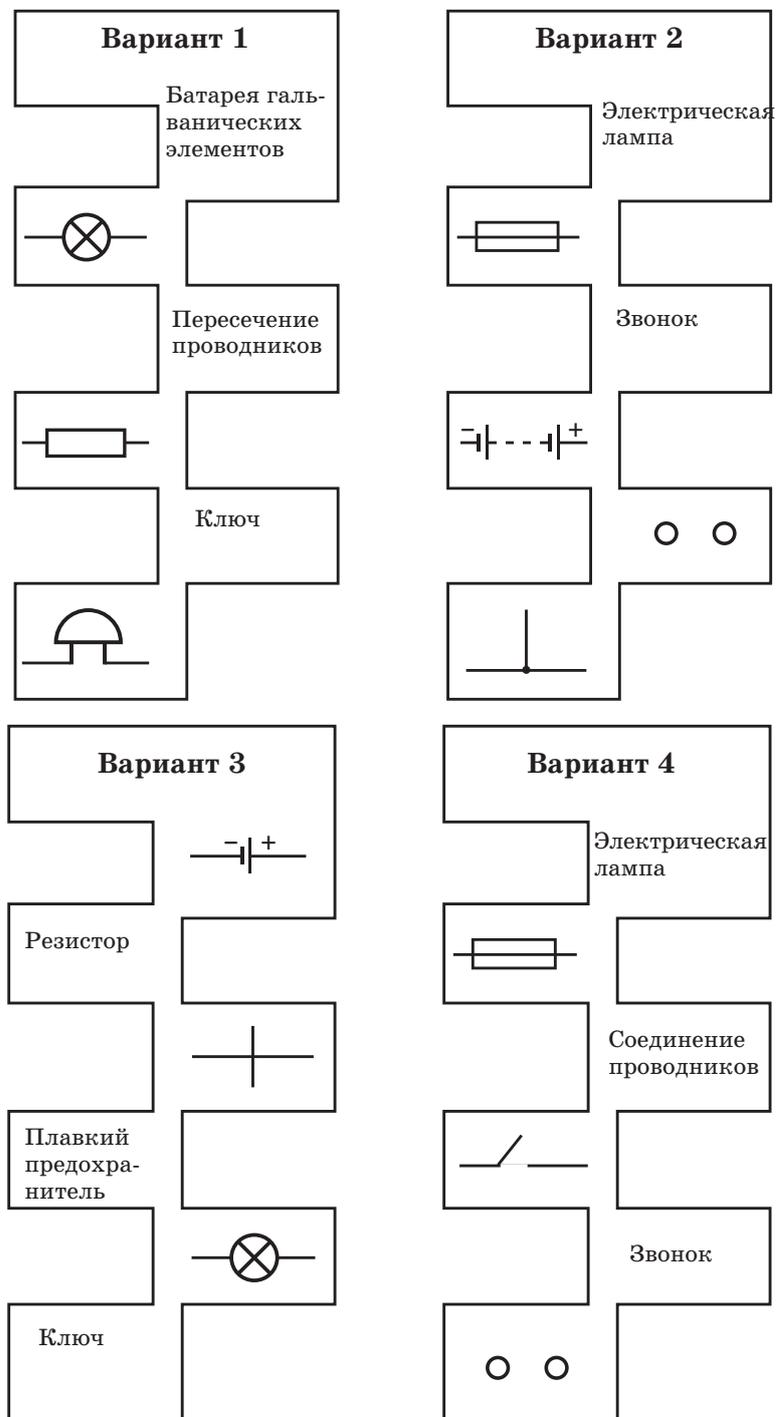


Рис. 7

Эта часть урока завершается воспроизведением правильных ответов.

Вторая часть урока. Приступая к рассмотрению непосредственно темы урока, ученикам демонстрируют электрическую цепь, состоящую из лампочки, демонстрационного амперметра и источника постоянного тока с регулируемым выходом. Обращают внимание на то, что тепловое действие тока (накал лампы), магнитное действие тока (поворот магнитной стрелки, расположенной под проводником) могут быть больше или меньше (опыт по рис. 91 и 92 учебника).

Проведя аналогию с потоком воды, добиваются осознания учениками того факта, что действие тока зависит от величины заряда, прошедшего по цепи за единицу времени. (Ясно, что действие тока также определяется приложенным напряжением. Это обсуждается на следующем уроке.) Говорится, что величина, характеризующая действие тока и определяемая величиной заряда, прошедшего по цепи за единицу времени, называется силой тока.

При этом, на наш взгляд, нет необходимости вводить формулу для расчёта силы тока

$$I = \frac{q}{t}$$

и акцентировать внимание учеников на исчерпывающее определение единицы измерения силы тока, а при том жёстком лимите времени, которым располагает учитель на рассмотрение темы «Электрические явления», основные усилия направить на понимание физического смысла величины «сила тока» и отработку практических навыков по измерению силы тока. (Указанная формула приводится в учебнике в дополнительном материале.) Поэтому ответы по пунктам обобщённого плана ответа о физической величине – силе тока – будут выглядеть следующим образом:

1. Характеризует действие тока.
2. Равна заряду, прошедшему через поперечное сечение проводника за единицу времени.
3. –
4. Сила тока – скалярная величина.
5. Ампер, А (1 мА = 0,001 А; 1 мкА = 0,000001 А).
6. Амперметр.

Рассматривая вопрос об измерении силы тока, включают демонстрационный амперметр в электрическую цепь, изображённую на рис. 94, а – в учебника. При этом ответы по пунктам обобщённого плана ответа о приборе – амперметре – будут выглядеть так:

1. В приборе используется магнитное действие тока.
2. Предназначен для измерения силы тока в электрической цепи.
3. Включается в электрическую цепь последовательно с соблюдением полярности.
4. Лабораторный амперметр: пределы измерений 0–2 А, цена деления прибора 0,05 А.

Для иллюстрации значений силы тока, встречающихся в природе и технике, можно использовать один из ресурсов ЕК ЦОР № 186961 (слайд-шоу «Сила электрического тока»).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики выполняют лабораторную работу «Измерение силы тока» по описанию, приведённому в § 19 учебника.

§ 6. Электрическое напряжение

Первая и вторая части урока. В начале урока заслушивают ответы двух-трёх учеников о силе тока и об амперметре (с использованием обобщённых планов построения ответа). При этом ученики выбирают из числа тех, кто заведомо готов дать чёткий и правильный ответ, что способствует организованному началу занятия и может служить эталоном ответа для других учащихся.

Затем ещё раз указывают на то, что действие тока зависит от величины силы тока, продемонстрировав различное нагревание проволоки при различной силе тока через неё (рис. 99 учебника). Далее демонстрируется опыт, показывающий различное действие тока на различных участках цепи при одинаковой силе тока в них (рис. 100 учебника¹). Перед учениками ставится проблема: «Как объяснить результат опыта?» В процессе разрешения проблемы уместно вернуться к аналогии с потоком воды, мысленно сравнив работу, производимую водой, текущей на горном участке и равнинном участке русла реки.

При введении понятия напряжения, на наш взгляд, нет необходимости записывать формулу

$$I = \frac{q}{t},$$

а следует ограничиться пониманием физической сути величины «напряжение». (Указанная формула приводится в учебнике в дополнительном материале.) Поэтому ответы по пунктам обобщённого плана ответа о физической величине – напряжении – будут выглядеть следующим образом:

1. Характеризует работу электрического поля.
2. Равна работе электрического поля, совершаемой при перемещении единичного заряда на данном участке электрической цепи.
3. –
4. Напряжение – скалярная величина.
5. Вольт, В (1 мВ = 0,001 В; 1 кВ = 1000 В).
6. Вольтметр.

Рассматривая вопрос об измерении напряжения, включают демонстрационный вольтметр в электрическую цепь, изображённую на рис. 102 учебника. При этом ответы по пунктам обобщённого плана ответа о приборе – вольтметре – будут выглядеть так:

1. В приборе используется магнитное действие тока.
2. Предназначен для измерения напряжения в электрической цепи.
3. Включается в электрическую цепь параллельно с соблюдением полярности.

¹ Для проведения опыта можно использовать, например, лампу накаливания 40 или 60 Вт, 220 В и лампочку на 3,5 В, 0,28 А. Лампу, лампочку и амперметр соединяют последовательно и без выключателя подсоединяют к выходу регулятора напряжения. Постепенно увеличивая напряжение, доводят силу тока до требуемого значения. Следует помнить, что зажигать и гасить лампы надо плавно повышая и понижая напряжение. При резком включении тока нить более мощной лампы накаливается не сразу и в это время низковольтная лампа оказывается при повышенном напряжении и перегорает. В дальнейшем аналогичный опыт проводится и при введении понятия «мощность тока» (опыт по рис. 133 учебника).

4. Лабораторный вольтметр: пределы измерений 0–6 В, цена деления прибора 0,1 В.

Для иллюстрации значений электрических напряжений, встречающихся в природе и технике, можно использовать один из ресурсов ЕК ЦОР № 187003 (слайд-шоу «Электрическое напряжение в природе»).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики выполняют лабораторную работу «Измерение напряжения» по описанию, приведённому в § 20 учебника. Дополнительно может быть предложено следующее задание: «После выполнения задания 3 лабораторной работы замените один из резисторов на лампу. Выясните, изменилось ли при этом напряжение на резисторе. Проверьте, выполняется ли соотношение $U = U_1 + U_2$, где U_1 – напряжение на лампе; U_2 – напряжение на резисторе».

§ 7. Закон Ома. Электрическое сопротивление

Первая часть урока. Закон Ома для участка цепи и понятие электрического сопротивления являются одними из наиболее важных в разделе «Электрические явления». Для того чтобы ученики лучше были готовы к изучению нового материала, в начале занятия проводится взаимопрос учащихся по вопросам планов ответа:

I вариант	II вариант
1. Напряжение 2. Амперметр	1. Сила тока 2. Вольтметр

Так как выполнение этих заданий несёт не оценивающую, а обучающую функцию, то оно завершается «проговариванием» правильных ответов.

Далее обсуждается вопрос «Чем определяется сила тока в цепи?» Поиски ответа на поставленный вопрос инициируют постановкой промежуточных вопросов, позволяющих организовать обсуждение проблемы:

1. Какие условия необходимы для возникновения электрического тока?

2. Препятствует ли проводник прохождению тока в электрической цепи? По каким косвенным признакам можно судить об этом?

3. Влияют ли свойства проводника на величину силы тока в электрической цепи?

4. Какова роль источника в электрической цепи?

5. Совершается ли работа электрическим полем для поддержания электрического тока в цепи? По каким косвенным признакам можно судить об этом?

6. Какая физическая величина характеризует работу электрического поля в рассматриваемом случае?

7. Влияет ли напряжение на величину силы тока в электрической цепи?

Высказанное в результате обсуждения предположение о зависимости силы тока от напряжения позволяет учителю сформулировать

проблему: «Исследовать, как зависит сила тока в проводнике от приложенного к нему напряжения». Ученикам предлагается высказать свои соображения о возможности опытного разрешения проблемы.

Вторая часть урока. По результатам обсуждения проектируется соответствующий фронтальный эксперимент. Собираются электрические цепи по схемам, изображённым на рис. 106 учебника «Физика – 8». Ученики, измерив силу тока и напряжение, заносят данные в таблицу и строят график зависимости силы тока от напряжения¹. Проанализировав результаты опытов, делают вывод о том, что сила тока через резистор зависит от напряжения:

$$I \sim Q.$$

Зависимость силы тока на участке электрической цепи от приложенного к этому участку напряжения составляет содержание закона Ома для участка цепи, установленного Георгом Симоном Омом в 1826 г.

Следует отметить, что формулировки закона Ома для участка цепи, приводимые во многих школьных учебниках физики, не являются приемлемыми, так как в них, как правило, упоминается и обратная пропорциональная зависимость силы тока от сопротивления, что не является содержанием закона².

Переходя к математическому выражению закона Ома, демонстрируют опыт, показывающий зависимость силы тока от свойств проводника» (рис. 108 учебника; в качестве проводника, включаемого между точками *C* и *D*, можно использовать проволочные спирали сопротивлением 2 и 4 Ом), предварительно задав вопрос: «Будет ли сила тока одинакова в различных электрических цепях при одном и том же напряжении?» Анализируя результаты последнего опыта, приходят к выводу, что сила тока различна ввиду того, что различные проводники различным образом препятствуют прохождению тока.

Вводят новую физическую величину – сопротивление, указывая, что сопротивление характеризует способность проводника препятствовать прохождению тока. Сообщают единицу измерения сопротивления – ом. После этого записывается формула закона Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Ученики заполняют соответствующий раздел справочника в тематической тетради. Учителем приводятся примеры применения закона Ома на практике, указываются границы применимости данного закона – для участка цепи постоянного тока.

¹ Естественно, проведённые опыты не могут даже в принципе служить доказательством закона Ома, так как для измерения напряжения применяется прибор магнитоэлектрической системы – вольтметр, принцип действия которого такой же, как и принцип действия амперметра: угол поворота стрелки прибора пропорционален силе тока. Для проверки закона Ома следует в качестве вольтметра использовать прибор типа демонстрационного электрометра. Более подробно см.: В.Г. Разумовский, В.В. Майер. Физика в школе. Научный метод познания и обучения. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. – С. 344–348. Введение понятия закона Ома.

² Подробнее см: Физическая энциклопедия. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. – Т. 3. – С. 404–405. Ома закон.

Заключительная часть урока. Рассматриваются примеры решения задач, приведённые в § 21 учебника. Решение задачи 1 необходимо снабдить соответствующей демонстрацией (рис. 109 учебника), и после того, как будет проведён расчёт напряжения, следует сравнить полученное значение напряжения с показанием вольтметра, открыв его шкалу.

§ 8. Лабораторная работа «Определение сопротивления участка цепи»

Перед выполнением лабораторной работы ученики предварительно отвечают о сопротивлении и законе Ома по вопросам планов ответов, затем вниманию учеников предлагают макет электрической цепи, собранной с использованием стрелочных демонстрационных приборов на столе учителя. Арретиром стрелки приборов сдвинуты с нуля, и по «показаниям» приборов ученикам предлагается определить «сопротивление» проводника.

Непосредственно сама лабораторная работа выполняется по описанию, приведённому в § 22 учебника. В качестве дополнительного задания лабораторной работы ученикам предлагается исследовать, изменяется ли сопротивление спирали электрической лампы при изменении яркости её свечения (т. е. при изменении температуры спирали лампы).

§ 9. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Закон Ома»

Первая часть урока. С целью актуализации знаний учащихся по теме «Закон Ома» в первой части урока ученикам может быть предложено выполнение следующего задания (возможно его выполнение в парах или в группах):

На рис. 8 изображена схема электрической цепи.

Придумайте задачу, в условии которой была бы использована данная электрическая цепь. Решите составленную вами задачу¹.

Вторая и заключительная части урока. Далее учениками выполняется самостоятельная работа по теме «Закон Ома», варианты которой приведены в сборнике самостоятельных и контрольных работ.

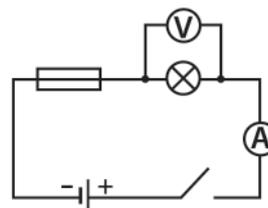


Рис. 8

§ 10. Удельное сопротивление. Реостаты

Первая часть урока. Урок начинают с постановки проблемы: «От чего зависит сопротивление проводника?» Проводя аналогию с группой бегунов – «электронов», движущихся в регулярном парке

¹ Выполнение задания учителю нужно будет проверить и оценить.

и в лесу, по широкой и узкой дороге, по длинной и короткой дистанции, – подводят учеников к выводу, что сопротивление проводников зависит от рода вещества, площади поперечного сечения и его длины. Полученные выводы подтверждают результатами опыта 2/10 – 1 «Зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения, материала» (проектируется совместно с учениками). Записывают формулу для расчёта сопротивления проводника

$$R = \rho \frac{l}{s}.$$

Формула заносится учениками в справочник в тематической тетради.

Для иллюстрации зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и рода материала можно использовать один из ресурсов ЕК ЦОР № 187294 (анимация со звуком «Сопротивление проводника»). Также ученикам предлагают прокомментировать картинку-заставку к § 23 учебника.

С учащимися «проговаривают» ответы на вопросы плана о физической величине применительно к удельному сопротивлению:

1. Характеризует электрические свойства вещества.
2. Удельным сопротивлением вещества называют сопротивление проводника из данного вещества длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм².

3. $R = \rho \frac{l}{s}.$

4. Удельное сопротивление – скалярная величина.

5. Измеряется в $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$

6. Необходимо измерить сопротивление проводника из данного вещества длиной 1 м и площадью поперечного сечения 1 мм².

Проводят работу по справочной таблице 12 учебника «Физика – 8»:

1. Чему равно удельное сопротивление нихрома (нихром – сплав никеля и хрома)? Что означает это число?
2. Назовите металл или сплав с наименьшим удельным сопротивлением.
3. Какие вещества и почему используют для изготовления проводников?

Вторая часть урока. Во второй части урока анализируют задачи, которые ученикам предстоит решить при выполнении домашнего задания – задачи 23.1 и 23.2 после § 23 учебника. Это необходимо, так как формула для расчёта сопротивления проводника с учениками ещё «не обкатывалась».

Заключительная часть урока. В заключительной части урока учеников знакомят с устройством и назначением реостата. Рассматривают различные виды имеющихся в кабинете физики демонстрационных и лабораторных реостатов, магазинов сопротивления, выясняя особенности их конструкции (например, можно сравнить толщину проволоки в демонстрационных реостатах с различными номиналами сопротивления). Показывают опыт по рис. 116 учебника и опы-

ты по регулированию силы тока в электрической цепи с помощью реостата. Можно использовать один из ресурсов ЕК ЦОР №186942 (анимация «Работа реостата»), снабдив демонстрацию анимации вопросом «Как изменяется сопротивление реостата в ходе эксперимента? Что подтверждает вашу точку зрения?»

Затем ученики выполняют практическую работу «Регулирование силы тока реостатом» по описанию, приведённому в учебнике.

§ 11. Решение задач на расчёт сопротивления проводника

Первая часть урока. Основная цель урока – закрепление знаний учеников по темам «Закон Ома», «Удельное сопротивление». Для её достижения ученикам предлагается:

1. Записать формулу закона Ома, указать, какие физические величины входят в данную формулу, каковы их единицы измерения.
2. Выразить из формулы закона Ома напряжение, сопротивление.
3. Записать формулу для расчёта сопротивления проводника, указать, какие физические величины входят в данную формулу, каковы их единицы измерения.
4. Выразить из формулы для расчёта сопротивления проводника удельное сопротивление, длину проводника, площадь поперечного сечения проводника.
5. Дополнительное задание. Записать формулу для расчёта площади поперечного сечения проводника по его диаметру.

После выполнения заданий ученики обмениваются выполненными работами и проводят взаимопроверку.

Далее ученики знакомятся с разделом «Классификация задач» §24 учебника.

Уровень «минимум»

Вторая часть урока. Во второй части урока анализируются задачи 1 и 4 из раздела «Примеры решения задач» § 24 учебника (методика работы учителя здесь традиционна).

Заключительная часть урока. Ученикам может быть предложено решить задачу № 6 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”».

Уровень «максимум»¹

Вторая часть урока. Во второй части урока предлагается экспериментальная задача: «Определите удельное сопротивление вещества, из которого изготовлен проводник». Проводник может быть сделан из константановой проволоки пришедшего в негодность демонстрационного реостата. (Длина проводника 60–80 см, диаметр проволоки 0,3–0,4 мм.) Площадь поперечного сечения или диаметр проводника сообщают ученикам либо они определяют диаметр самостоятельно, используя, например, «метод рядов».

В хорошо подготовленных классах можно ограничиться формулировкой задачи и кратким обсуждением возможного хода решения; для группы менее подготовленных учеников необходим подробный инструктаж типа:

¹ Если класс готов к работе на уровне «максимум», то первую часть урока проводить, по всей видимости, нет необходимости.

Экспериментальная задача «Определение удельного сопротивления проводника»

Цель работы: научиться определять удельное сопротивление вещества проводника.

Теория

Сопротивление проводника зависит от рода вещества, его длины l и площади поперечного сечения s .

$$R = \rho \frac{l}{s},$$

где ρ – удельное сопротивление проводника.

Отсюда

$$\rho = \frac{Rs}{l}. \quad (1)$$

Сопротивление проводника определим из закона Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R},$$

$$R = \frac{U}{I}.$$

Подставляя в формулу (1), имеем

$$\rho = \frac{Us}{Il}. \quad (2)$$

Указания к работе

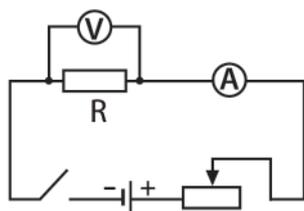


Рис. 9

1. Собрать электрическую цепь по схеме, изображённой на рис. 9. (Исследуемый проводник изображён в схеме как резистор R .)

2. Измерить силу тока I , напряжение U , длину проводника с известной площадью поперечного сечения s .

3. Вычислить по формуле (2) удельное сопротивление проводника. Оценить реальность полученного результата, сравнив его с табличными данными.

Также хотелось бы обратить внимание на интересное предложение использовать в качестве проводника (для проведения лабораторных работ «Изучение зависимости сопротивления проводника от его длины и площади поперечного сечения» и «Изучение последовательного и параллельного соединения проводников» или при выполнении проектной работы) графитовые полоски¹. Графитовые полоски наносят на лист плотной бумаги или картона карандашом повышенной мягкости (например, 4М); для измерения сопротивления используется цифровой мультиметр.

Заключительная часть урока. Ученикам может быть предложено решить задачу 3 из раздела «Примеры решения задач» § 24 учебника.

¹ См.: Скрыбина, Т.Н. Графитовые проводники в лабораторных работах при измерении сопротивления [Текст] / Т.Н. Скрыбина // Физика в школе. – 2008. – № 7. – С. 27–28.

§ 12. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Расчёт сопротивления проводника»

Первая часть урока. Первую часть урока можно посвятить анализу задачи 2 из раздела «Примеры решения задач» § 24 учебника, что позволяет повторить учебный материал, соответствующий теме самостоятельной работы.

Вторая и заключительная части урока. Далее учениками выполняется самостоятельная работа по теме «Расчёт сопротивления проводника», варианты которой приведены в сборнике самостоятельных и контрольных работ.

§ 13. Последовательное и параллельное соединение проводников

Первая часть урока. Урок может быть начат с выполнения учениками следующих заданий.

Задание 1. На схеме электрической цепи (рис. 10) укажите направление тока. Как соединены потребители на участках AB и BC ? Как соединены участки AB и BC между собой?

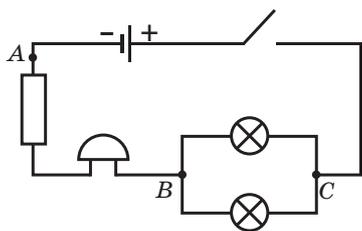


Рис. 10

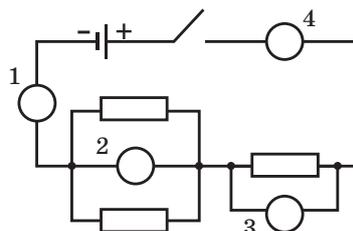


Рис. 11

Задание 2. В электрической цепи, схема которой изображена на рис. 11, использованы амперметры и вольтметры, включённые в электрическую цепь с соблюдением правил подключения электроизмерительных приборов. Укажите обозначения приборов на схеме.

Вторая часть урока. Рассмотрение особенностей последовательного и параллельного соединения проводников весьма важно ввиду большой практической значимости этого вопроса, поэтому для его изучения необходимо организовать активные формы работы, например фронтальный эксперимент, позволяющий основательно изучить данный вопрос.

План работы по изучению последовательного и параллельного соединений может быть следующим¹.

¹ Соответствующие записи результатов эксперимента ученикам, возможно, удобнее вести при «альбомной ориентации» листа рабочей тетради.

Последовательное соединение (рис. 12).

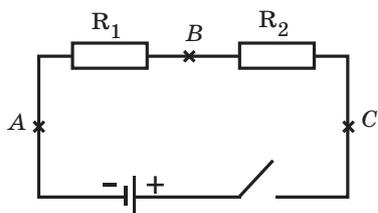


Рис. 12

Параллельное соединение (рис. 13).

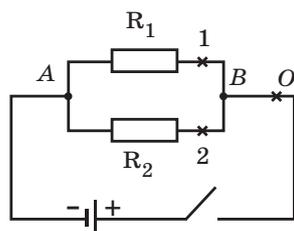


Рис. 13

1. Измерьте силу тока в точках A, B, C. Убедитесь, что сила тока одинакова	1. Измерьте напряжение на участке AB
2. Измерьте напряжение на участках $AB - U_1$; $BC - U_2$; $AC - U$	2. Измерьте силу тока в точках 0 - I ; 1 - I_1 ; 2 - I_2
3. Проверьте, выполняется ли соотношение $U = U_1 + U_2$	3. Проверьте, выполняется ли соотношение $I = I_1 + I_2$
4. Вычислите сопротивление участка $AB - R_1$; $BC - R_2$; $AC - R$	4. Вычислите сопротивление R_1 , сопротивление R_2 и общее сопротивление R участка AB
5. Проверьте, выполняется ли соотношение $R = R_1 + R_2$	5. Проверьте, что $R < R_1$; $R < R_2$

Все измерения в ходе фронтального эксперимента выполняются по указаниям учителя, с тем чтобы «синхронизировать» темп их проведения учениками и иметь возможность сформулировать выводы по каждому этапу работы, провести анализ физических причин, по которым сила тока одинакова при последовательном соединении проводников, напряжение на отдельных ветвях цепи одинаково при параллельном соединении и общее сопротивление параллельно соединённых резисторов меньше сопротивления любого из них¹.

Если учитель, зная уровень познавательных возможностей конкретного класса, посчитает затруднительным организовать продук-

¹ Не лишней на этом уроке будет и помощь учеников-консультантов, которые сделали под руководством учителя эту работу заблаговременно.

тивную работу на основе фронтального эксперимента, то в таком случае можно ограничиться демонстрационными опытами по рис. 125 и 126 учебника¹.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики знакомятся с разделом «Пример расчёта сопротивления электрической цепи» § 25 учебника.

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в § 25 учебника приведён вывод формул для расчёта сопротивления цепи при последовательном и параллельном соединении проводников.

§ 14. Лабораторная работа **«Изучение последовательного соединения проводников»**

Первая и вторая части урока. Основной целью урока является закрепление умений и навыков учеников по вопросу «Последовательное соединение проводников» в ходе выполнения ими соответствующей лабораторной работы. Описание работы, содержащее ряд заданий различного уровня сложности, приведено в § 26 учебника.

В случае если учениками на предыдущем уроке выполнялся фронтальный эксперимент по изучению последовательного и параллельного соединения проводников, то задание 1 лабораторной работы ученики могут не выполнять. (Либо оно может быть предложено тем ученикам, кто ещё имеет недостаточные навыки по сборке электрических цепей.)

Заключительная часть урока. Навыки расчёта параметров электрических цепей с последовательным соединением проводников ученики дополнительно закрепляют при решении задачи № 7 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”»².

Дополнительно может быть также предложена следующая экспериментальная задача: «В вашем распоряжении имеются источник тока, амперметр, резистор известного сопротивления, реостат, полное сопротивление которого известно, соединительные провода, ключ, полоска миллиметровой бумаги. Вам необходимо собрать электрическую цепь, состоящую из последовательно соединённых резистора и реостата (введённого частично) так, чтобы напряжение на реостате соответствовало значению, заданному учителем».

Идея решения заключается в том, что вначале ученик собирает электрическую цепь, состоящую из резистора и реостата, полностью введённого в цепь. Измерив силу тока в такой цепи и зная сопро-

¹ При подведении итогов работы по изучению последовательного и параллельного соединения проводников можно использовать ресурсы ЕК ЦОР № 186896 (анимация «Последовательное соединение проводников»), № 186855 (видеоролик-анимация «Параллельное подключение потребителей тока»), необходимо иметь в виду, что в видеоролике приведён неудачный текст, касающийся объяснения роста тока при подключении потребителей).

² Возможно, учитель сочтёт целесообразным начать урок с решения многовариантной задачи с целью актуализации знаний учащихся по вопросу параллельного соединения проводников, а затем уже приступит к лабораторной работе.

тивление резистора и полное сопротивление реостата¹, ученик может определить напряжение источника тока. Тем самым становится известным напряжение на резисторе в случае сборки электрической цепи, удовлетворяющей условию задачи. Это позволяет рассчитать, какая сила тока будет в такой электрической цепи (ведь сопротивление резистора известно). Останется только рассчитать, каким должно быть при этом сопротивление реостата и затем выставить на реостате требуемое сопротивление (тут пригодится полоска миллиметровой бумаги).

§ 15. Лабораторная работа «Изучение параллельного соединения проводников»

Первая и вторая части урока. Знания учеников по вопросу «Параллельное соединение проводников», умение собирать схемы соответствующих электрических цепей закрепляются в ходе проведения соответствующей лабораторной работы. Описание этой работы, содержащее ряд заданий различного уровня сложности, приведено в § 27 учебника. (Целесообразность выполнения учениками задания 1 лабораторной работы определяется учителем исходя из уровня владения данным учебным материалом конкретным классом.)

Заключительная часть урока. Умение проводить расчёт параметров электрических цепей с параллельным соединением проводников ученики дополнительно закрепляют при решении задачи № 8 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”».

При изучении последовательного и параллельного соединений также могут быть использованы задачи-проблемы. Говоря о месте использования проблемных задач, Р.И. Малафеев подчёркивал, что «задачи-проблемы учащиеся могут успешно решать лишь после того, как они достаточно хорошо освоят материал темы и приобретут некоторые навыки в решении задач. После этого наступает этап, когда знания должны стать активными, действенными. Таким образом, творческие задачи используют обычно на завершающем этапе изучения материала темы»².

Покажем это на примере задач, связанных с исследованием и (или) нахождением характеристик неизвестной электрической цепи – «чёрного ящика»³. Применение таких задач является удачным способом активизации познавательной деятельности учащихся, развития их интереса к учебной работе. Одновременно исследовательские задачи способствуют не только развитию практических навыков учеников, но и позволяют продемонстрировать значимость теоретических знаний для успешного анализа физических ситуаций.

¹ Перед проведением работы учителю следует проверить, совпадает ли фактически полное сопротивление реостата с его номинальным значением, указанным на реостате.

² Малафеев, Р. И. Проблемное обучение физике в средней школе: кн. для учителя [Текст] / Р. И. Малафеев. – 2-е изд., дораб. – М.: Просвещение, 1993. – С. 108.

³ Условия целого ряда таких задач, в том числе и задачи, описанной в данном параграфе, приведены в пособии «Физика в опытах и задачах: факультативный курс к учебнику «Физика. 8 кл.» (автор С. М. Андрюшечкин).

Приведём условие одной из таких задач: «В „чёрном ящике” с двумя клеммами находятся реостат и лампа накаливания (она выведена наружу). Как – последовательно или параллельно – соединены реостат и лампа? Начертите схему предполагаемой электрической цепи. Ответ обосновать. Чему равно сопротивление резистора и лампы? В вашем распоряжении имеются амперметр, вольтметр, источник постоянного тока, соединительные провода».

Примечание. В «чёрном ящике» находятся лабораторный реостат и низковольтная лампа на подставке, соединённые параллельно. Сам «чёрный ящик» легко изготовить из листа плотной бумаги формата А4. Лист перегибают пополам. На нижней части листа располагают реостат и лампу на подставке, соединённые параллельно. К клеммам реостата крепят дополнительно соединительные провода. В верхней части листа делают отверстие, через которое стойка с лампой выводится наружу. Края бумажного листа склеиваются или, что удобнее, соединяются скобами степлера – и «чёрный ящик» готов. В итоге за пределами «чёрного ящика» оказываются свободные концы соединительных проводов и стойка с лампой. (Для повышения «режима секретности» под лист бумаги можно подложить картон.)

Приступая к решению подобных задач, необходимо совместно с учениками выработать некоторые общие приёмы анализа «чёрных ящиков», обобщив их в «памятке исследователя». (Для учеников с развитыми творческими способностями можно предложить составить подобную «памятку» самостоятельно.) В случае, когда исследуются цепи постоянного тока и в распоряжении учащихся имеются источник питания, амперметр и вольтметр, алгоритм исследования может выглядеть следующим образом (приведён упрощённый вариант алгоритма – не проверяется наличие конденсаторов и диодов в исследуемой цепи):

<i>Что исследуется</i>	<i>Что используется</i>	<i>Действия исследователя</i>	<i>Выводы по результату исследования</i>
Наличие в «чёрном ящике» источников тока	Вольтметр	Вольтметр подсоединяют к каждой паре клемм	Если есть источник, то вольтметр позволит определить значение напряжения на клеммах источника и полярность клемм источника
Сопротивление участка цепи «чёрного ящика»	Источник тока, амперметр и вольтметр	К паре клемм подсоединяют источник (через резистор) и последовательно с ним амперметр, параллельно подключают вольтметр	Определяют сопротивление между выбранной парой клемм

Организация работы учащихся при решении таких задач может осуществляться следующим образом: ученики выполняют задачу самостоятельно, а в случае возникновения затруднений получают карточку-подсказку. Тем самым сохраняется проблемный характер решаемых задач, но, благодаря подобной дифференциации учащихся при выполнении работы, она становится посильной для всех учеников. В качестве примера приведём содержание карточек-подсказок к рассмотренной задаче.

Карточка 1.

Подключите «чёрный ящик» к источнику тока, измерьте силу тока через него и напряжение на нём. Начертите схему электрических цепей в случае последовательного и в случае параллельного соединения реостата и лампы в «чёрном ящике».

Карточка 2.

Имеется ли у вас возможность каким-либо способом изменить электрическую цепь «чёрного ящика»? Если да, то как это сделать?

Карточка 3.

Допустим, вы удалили (выкрутили) лампу. Будет ли ток в цепи «чёрного ящика» в случае последовательного соединения резистора и лампы? Будет ли ток в цепи «чёрного ящика» в случае параллельного соединения резистора и лампы? Дайте ответ на первый вопрос задачи.

Карточка 4.

Измерьте напряжение на резисторе. Измерьте силу тока через резистор. (Должна ли при этом лампа быть включена в электрическую цепь?) Рассчитайте сопротивление R резистора.

Включите лампу в электрическую цепь. Измерив напряжение на «чёрном ящике» и силу тока через него, рассчитайте общее сопротивление $R_{\text{парал}}$ параллельно соединённых резистора и лампы.

Рассчитайте сопротивление $R_{\text{л}}$ лампы. Используйте формулу для расчёта сопротивления проводников при их параллельном соединении. Дайте ответ на второй вопрос задачи.

§ 16. Мощность и работа тока

Первая часть урока. При рассмотрении вопроса «Мощность и работа тока» урок начинают с демонстрации какого-либо электронагревательного прибора, включённого в электрическую цепь, и обсуждения вопроса «Почему происходит выделение тепловой энергии?» Можно использовать и один из ресурсов ЕК ЦОР № 187064 (видеоролик-анимация «Электрический ток в проводнике»). После того как выясняется, что выделение энергии обусловлено работой электрического поля, напоминают, что для практических целей важно знать быстроту совершения работы – мощность. Ученикам предлагается ответить на вопросы плана ответа о физической величине мощности, воспользовавшись текстом § 20 учебника физики для 7 класса.

Вторая часть урока. При введении понятия «мощность тока» учитель проводит проблемное изложение нового учебного материала.

Ставится проблема «От чего зависит мощность тока» и разрешается самим учителем, в данном случае с опорой на эксперимент (по рис. 133 учебника), позволяющим сделать вывод о том, что мощность тока P определяется силой тока I и напряжением U .

Воспользовавшись формулой, определяющей мощность, записывают выражения, позволяющие вычислить работу электрического тока (точнее, работу электрического поля):

$$P = \frac{A}{t},$$

$$A = Pt,$$

$$A = UIt.$$

Находится связь между единицей измерения работы джоулем и внесистемной единицей киловатт-час:

$$1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}.$$

Заполняются соответствующие разделы справочника тематической тетради.

Заключительная часть урока. Далее выполняется лабораторная работа «Определение мощности и работы тока». При выполнении работы ученики собирают электрическую цепь, схема которой изображена на рис. 134 учебника, производят необходимые измерения и вычисляют мощность и работу тока. Полученные данные удобно занести в таблицу, приведённую в указаниях к лабораторной работе в § 28 учебника физики. Учитель, контролируя выполнение работы, имеет возможность убедиться – не возникают ли у учащихся затруднения по расчёту мощности и работы тока и, при необходимости, оказать им помощь.

По мере завершения лабораторной работы ученики приступают к решению задач 1 и 2 из раздела «Примеры решения задач» § 28 учебника.

§ 17. Закон Джоуля и Ленца. Электронагревательные приборы

Первая часть урока. С целью актуализации знаний учащихся по теме «Мощность и работа тока» ученикам предлагается решить задачу № 9 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”».

Вторая часть урока. При рассмотрении вопроса «Закон Джоуля и Ленца» ставится проблема (смотрите § 22 учебника), и в процессе её разрешения ученики приходят к математическому выражению закона. В качестве примера, иллюстрирующего закон Джоуля и Ленца, демонстрируют опыт по рис. 136 учебника. Для демонстрации опыта может быть использована самодельная комбинированная спираль, представляющая собой последовательно соединённые медные и константановые проводники (в качестве последних используется

часть обмотки негодного реостата) приблизительно одинаковой длины и толщины. При проведении опыта ученики видят, что сильнее нагреваются участки спирали с бóльшим сопротивлением. (Для увеличения наглядности опыта можно на отдельные участки спирали повесить небольшие узкие полоски бумаги, из которых перегорят лишь те, что будут расположены на «горячих» участках спирали.) Внимание учеников обращают также на то, что нагрев спирали зависит и от силы тока.

Заполняется соответствующий раздел справочника тематической тетради.

Рассматривается задача 1 из раздела «Примеры решения задач» § 29 учебника в случае уровня «минимум» (анализ задачи не представляет труда) или задача 2 в случае уровня «максимум».

Далее рассматриваются различные электронагревательные приборы, демонстрируется соответствующая презентация, с учениками обсуждают вопрос, почему нагревательные элементы электрических приборов изготавливают, как правило, из нихрома.

Если учитель сочтёт необходимым рассмотреть вопрос о различных типах осветительных приборов (лампа накаливания, люминесцентная лампа, светодиодная лампа), то обязательно нужно акцентировать внимание учеников на том, что высокий КПД того или иного технического прибора и его дальнейший рост по мере усовершенствования конструкции прибора определяются тем, какие физические процессы лежат в основе функционирования прибора. Это особенно наглядно демонстрирует пример лампы накаливания и её последующей технической эволюции.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока необходимо уделить внимание такому практически важному вопросу, как короткое замыкание, и роли предохранителей в электрической цепи. Внимание учеников обращают на тот факт, что уменьшение сопротивления за счёт большого числа параллельно соединённых потребителей (или при коротком замыкании) ведёт к увеличению силы тока в цепи, а значит, и к увеличению количества теплоты, выделяющейся в электрической цепи, что может служить причиной аварии. Следует продемонстрировать опыт 2/17 – 1 «Перегорание предохранителя при коротком замыкании», показать ученикам различные виды электрических предохранителей. Можно использовать и один из ресурсов ЕК ЦОР № 187131 (видеоролик «Плавкие предохранители»).

§ 18. Лабораторная работа «Определение КПД электронагревателя»

Первая часть урока. В начале урока ученикам предлагают ответить на вопросы 30.1 и 30.2 § 29 учебника. Далее выводится формула для расчёта КПД электронагревателя воды.

Вторая часть урока. Во второй части урока учениками выполняется лабораторная работа по описанию, приведённому в учебнике. Результаты измерений ученикам следует занести в таблицу.

Масса воды в калориметре m , кг	
Начальная температура воды t_1 , °C	
Конечная температура воды t_2 , °C	
Сила тока в спирали нагревателя I , А	
Напряжение на спирали нагревателя U , В	
Время нагревания воды t , с	

Заключительная часть урока. По мере завершения лабораторной работы ученики приступают к решению задач № 10 и 11 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика. 8 класс”».

Можно также использовать ресурс ЕК ЦОР № 184529 (мультимедиа «Нагревание и кипение жидкости»). В карточке ресурса сообщается, что цифровой ресурс представляет собой моделирующую программу по теме «Нагревание и кипение жидкости». Учащийся может задавать материал и объём кастрюли и соответственно массу находящейся в ней жидкости. Модель позволяет строить график зависимости температуры воды в кастрюле от времени нагревания и измерять расход электроэнергии, при этом имеется возможность задавать мощность обогревателя и регулировать скорость анимации. График может быть оцифрован. Кроме того, текущие параметры процесса выводятся на цифровые индикаторы и во встроенную таблицу, данные из которой можно копировать в отдельный файл. Это позволяет использовать модель как для качественных, так и для количественных экспериментов. Моделирующая программа включает краткое описание теории процесса и утилиту для диагностики соответствия компьютера пользователя необходимым требованиям.

§ 19. Решение задач по теме «Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца»

Первая часть урока. Ученикам предлагаются задачи, условия которых приведены ниже.

Задача 1. На открытую спираль электроплитки было случайно пролито небольшое количество воды. Изменится ли при этом мощность, выделяющаяся в спирали электроплитки?

Решение этой задачи даст определённый обучающий эффект при выполнении нескольких условий.

Во-первых, необходимо организовать активное обсуждение задачи, например, в процессе рассмотрения следующих вопросов:

1. От чего зависит мощность, выделяющаяся в спирали электроплитки?
2. Электроплитка включена в электрическую сеть 220 В. Меняется ли напряжение на спирали электроплитки, если на неё пролита вода?
3. От чего зависит сила тока в спирали электроплитки?

4. От чего зависит сопротивление спирали электроплитки?

5. Почему в таблице 12 «Удельное сопротивление некоторых веществ» в учебнике указано, что численные значения удельных сопротивлений веществ приведены для конкретной температуры (20 °С)?

6. Изменится ли температура того участка спирали, где будет пролита вода? Как это повлияет на сопротивление этого участка спирали? Как это повлияет на сопротивление всей спирали?

Ясно, что необходимость обсуждения того или иного вопроса, размер логических «шагов», совершаемых учениками в процессе решения задачи, определяются спецификой того или иного учебного коллектива.

Во-вторых, необходимо подтвердить решение задачи экспериментально. Для этого можно использовать проволочную спираль сопротивлением порядка 0,5 Ом, изготовленную из железной¹ проволоки диаметром 0,3–0,4 мм. Проволоку, скрученную в спираль, подключают последовательно с демонстрационным амперметром к источнику постоянного или переменного тока, рассчитанного на силу тока 5–10 А. Наблюдают, что действительно сила тока, а значит, и мощность, выделяющаяся в проволочной спирали, увеличиваются, если на неё пролить небольшое количество воды.

Задача 2. Автоматический выключатель на входе в электрическую цепь квартиры имеет ток срабатывания 16 А. Сколько электрических утюгов мощностью 1,2 кВт могут быть одновременно включены в квартире? Считать, что другие потребители электроэнергии в этот момент в квартире не включаются.

Решение задачи не представляет труда и ученики должны справиться с ней самостоятельно (либо при минимальной помощи учителя).

Задача 3. На сколько градусов повысится температура 100 г воды при нагревании её электрическим нагревателем, спираль которого изготовлена из константановой проволоки длиной 1 м и площадью поперечного сечения 0,1 мм²? Время работы нагревателя 7 мин. Считать, что на нагревание воды идёт половина энергии, выделяющейся при работе нагревателя. Вода не кипит.

Учитель контролирует ход решения задачи учениками, комментируя затруднения, если таковые возникают в ходе работы. Те из учеников, кто первыми справляются с решением задачи, ассистируют учителю, помогая остальным ученикам в решении задачи.

Вторая часть урока. Учеников знакомят с опорным конспектом 4 «Электрический ток», который приведён в тематической тетради к учебнику.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока проводится анализ примерного варианта самостоятельной работы по теме «Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца», приведённого в тематической тетради к учебнику.

¹ Железо, сталь имеют значительный температурный коэффициент удельного электрического сопротивления.

§ 20. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца»

Первая часть урока. В первой части урока возможно проведение физического диктанта.

Примерные вопросы физического диктанта

Номер вопроса	I вариант	II вариант
1	Запишите формулу закона Ома. Поясните обозначения величин	
2	Из формулы закона Ома выразите	
	электрическое напряжение	электрическое сопротивление
3	Запишите формулу для сопротивления проводника, если известны длина и площадь поперечного сечения проводника. Поясните обозначения величин	
4	Из формулы для расчёта сопротивления проводника выразите	
	площадь поперечного сечения проводника	длину проводника
5	Запишите формулу для расчёта мощности тока. Поясните обозначения величин	
6	Из формулы для расчёта мощности тока выразите	
	силу тока	электрическое напряжение
7	Укажите единицы измерения	
	напряжения, удельного сопротивления, работы тока	силы тока, сопротивления, мощности
8	Запишите формулу для расчёта работы тока	
9	Из формулы для расчёта работы тока выразите	
	электрическое напряжение	силу тока
10	Запишите формулу закона Джоуля и Ленца. Поясните обозначения величин	

После завершения работы ученики обмениваются листами, на которых они писали диктант, и производят взаимопроверку, сличая ответы с эталонами, предъявленными учителем.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Мощность и работа тока. Закон Джоуля и Ленца».

Ученикам напоминают, что следующие несколько уроков будут посвящены обобщению материала, изученного в разделе «Электрические явления», и контролю знаний учащихся.

§ 21. Повторение и обобщение материала.

Выполнение теста по разделу «Электрические явления»

При повторении и обобщении изученного материала следует повторить с учениками опорный конспект 3 «Электрический заряд.

Электрическое поле» и опорный конспект 4 «Электрический ток», организовав работу в группах по «проговариванию» конспектов.

Затем ученики выполняют тест по разделу «Электрические явления» из соответствующего дидактического пособия.

§ 22. Зачёт по разделу «Электрические явления»

Методика проведения зачёта по разделу «Электрические явления» традиционна. Отличительной особенностью зачёта является наличие вопросов, позволяющих проверить сформированность практических умений и навыков учеников по изученному разделу.

§ 23. Контрольная работа по разделу «Электрические явления»

Контрольная работа по разделу «Электрические явления» проводится по вариантам, которые приведены в пособии «Самостоятельные и контрольные работы», входящем в дидактический комплекс «Физика – 8».

§ 24. Урок коррекции знаний

Итоги изучения раздела «Электрические явления» подводятся на уроке коррекции знаний. Устраняются пробелы в знаниях учеников, которые обнаружены в результате поэлементного анализа выполнения теста и при проведении зачёта. Анализируются типичные ошибки, допущенные учениками при выполнении контрольной работы.

Следует уделить время анализу кратких итогов раздела и заключительных замечаний к разделу (с. 158–160 учебника).

Часть урока можно отвести на решение качественных задач, демонстрацию занимательных опытов, например опытов № 197 [«пляска» мелких кусочков фольги, помещённых на одну из двух (нижнюю) горизонтально расположенных пластин раздвижного конденсатора, подключённого к источнику высокого напряжения], № 227 (вспышка неоновой лампочки, поднесённой к шару заряженного электрометра), № 248 («картофельный элемент» – к клеммам гальванометра демонстрационного амперметра присоединяют медные провода, к концу одного из них прикрепляют железный гвоздь; если воткнуть медный провод и гвоздь в картофелину, то гальванометр фиксирует ток), № 259 («выливание» электричества из чайника – железный чайник и алюминиевый стаканчик калориметра соединяют проводниками с гальванометром; переливая чай, наблюдают возникновение тока), № 282 (сравнение яркости свечения двух ламп, рассчитанных на напряжение 220 В, но разной мощности, при их последовательном соединении) из книги Л. А. Горева «Занимательные опыты по физике»¹.

¹ Горев, Л. А. Занимательные опыты по физике в 6–7 классах средней школы: кн. для учителя [Текст] / Л. А. Горев. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1985. – 175 с.

Раздел 3. Ток в различных средах

Как правило, раздел электродинамики «Ток в различных средах» систематически изучается в старших классах средней школы. По мнению автора, если учитывать важнейшее практическое значение данной темы, подобное расположение этого учебного материала в структуре школьного курса физики не является бесспорным. Действительно, оставлять на столь длительное время учеников, изучающих физику, в неведении о существовании, например, полупроводников, используемых чуть ли не в каждом устройстве, с которыми «общается» человек в его повседневной жизни, вряд ли целесообразно. По этой причине вполне естественно, что в учебнике физики 8 класса после раздела «Электрические явления» расположен раздел «Ток в различных средах», в котором изложены основные сведения о природе тока в металлах, в газах, электролитах и полупроводниках.

Ещё одно немаловажное достоинство данного раздела заключается в том, что изучаемый материал предоставляет возможность выбора широкого круга тем исследовательских проектов. Темы таких проектов легко удовлетворяют критериям «успешности», которые могут быть сформулированы следующим образом:

1. *В процессе выполнения проекта учащийся углубляет уже имеющиеся у него знания по школьному курсу физики.*

2. *В итоге выполнения проекта должна реализоваться ситуация успеха.* В качестве обоснования приведём широко известную цитату: «Резерфорд считал, что начинающему учёному не следует давать технически трудную работу. Для начинающего работника, даже если он и талантлив, нужен успех, не то может произойти необоснованное разочарование в своих силах. Если у ученика есть успех, то надо его справедливо оценить и отметить»¹.

3. *Тема исследовательского проекта по физике должна давать возможность выполнить экспериментальное исследование изучаемой проблемы и провести теоретический анализ полученных результатов.* Вновь за аргументами обратимся к классику науки: «Естествознание движется вперёд на двух ногах – теории и эксперименте. ... Иной раз то одна, то другая нога выдвигается вперёд, но длительный прогресс возможен только тогда, когда обе они в ходу»².

4. *Исследуемая при выполнении проекта физическая ситуация должна иметь субъективную новизну.*

§ 1. Ток в металлах

Первая часть урока. В начале урока учеников знакомят с тем, какова природа тока в металлах. Изучаются (качественно) основные черты модели «электронный газ в металлах». Соответствующий ма-

¹ Капица, П. Л. Эксперимент. Теория. Практика: статьи и выступления [Текст] / П. Л. Капица. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Наука, 1987. — С. 303.

² Милликен, Р. А. Электрон и световой квант с экспериментальной точки зрения. Нобелевская речь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/1926/1/b/> (дата обращения: 16.02.2016).

териал изложен в разделе «Какова природа тока в металлах» § 31 учебника. При этом опираются на сведения о внутреннем строении металлов, уже известные ученикам из рассмотрения вопроса о теплопроводности металлов. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186963 (видеоролик-анимация «Электрический ток в металлах»).

Вторая часть урока. Во второй части урока ученики работают с текстом учебника (с. 163–164), знакомясь с экспериментальным доказательством электронной проводимости металлов. В соответствии с технологией читательской деятельности реализуются три этапа работы с текстом. На первом этапе (работа с текстом до чтения) ученикам предлагается рассмотреть иллюстрацию на рис. 150 учебника. Их внимание обращают на то, что на рисунке показано, что при торможении катушки в цепи возникает электрический ток. Это позволяет ученикам предположить, что в тексте будет рассмотрено и объяснено данное явление. На втором этапе (работа с текстом во время чтения) ученикам предлагается при анализе текста придерживаться обобщённого плана построения ответа о физическом опыте, что позволяет им выделить цель опыта, схему опыта, условия, при которых осуществляется опыт, его ход и результаты. На третьем этапе (работа с текстом после чтения) подводятся итоги работы с текстом, формулируется вывод о том, что электронная природа тока в металлах экспериментальна подтверждена. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 133582 (гипертекст с иллюстрациями, анимация «Опыт Толмена и Стьюарта»)¹.

Приведём для справки сведения об историческом опыте Толмена и Стьюарта².

На рис. 14 воспроизведена схема электрической цепи, приведённая в их статье³. *ABC* – проволочная катушка, которая может вращаться вокруг своей оси в «прямом» и «обратном» направлениях, совершая 3700–4200 оборотов в минуту. Катушку можно было резко тормозить, останавливая за десятые доли секунды. Катушка содержала 465,5 м медной проволоки и имела средний диаметр 24,65 см. В последующих экспериментах часть проволоки была удалена и длина оставшейся части проволоки составила 303,7 м при среднем диаметре катушки 24,1 см. (Также в дальнейших опытах применялась катушка с алюминиевой и серебряной проволокой.) Концы медной проволоки были выведены к центру катушки (точки *D* и *E* на рис. 14), где осуществлялось соединение катушки с внешней цепью (на рис. 14 показано пунктиром), состоящей из компенсирующей катушки *F* и гальванометра *G*.

¹ Следует продемонстрировать анимацию опыта, в которой массивная катушка с проводом резко тормозится специальным стопором, а чувствительный гальванометр фиксирует кратковременный ток, возникающий от движущихся по инерции зарядов.

² Ричард Чейз Толмен (Richard Chase Tolman) (1881–1948) – американский физик-математик и физикохимик, специалист в области статистической механики, внёс существенный вклад в теоретическую космологию. Томас Дейл Стьюарт (Thomas Dale Stewart) (1890 – 1958) – американский учёный-химик, автор новаторской работы в области кислотно-основных равновесий органических соединений азота, а также в изучении механизмов реакций и кинетики реакций галогенирования.

³ Tolman, R., Stewart, T. The electromotive force produced by the acceleration of metals // Phys. Rev. – 1916. V. 8. – No 2. – P. 97.

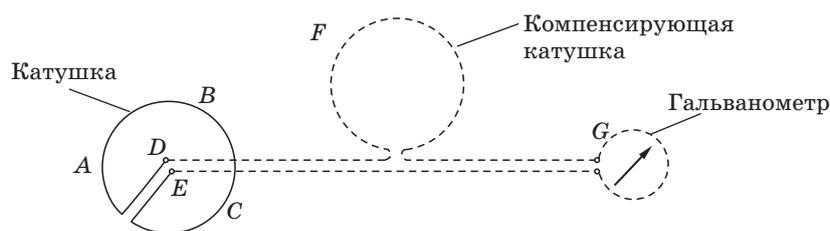


Рис. 14

На рис. 15 показан общий вид экспериментальной установки.

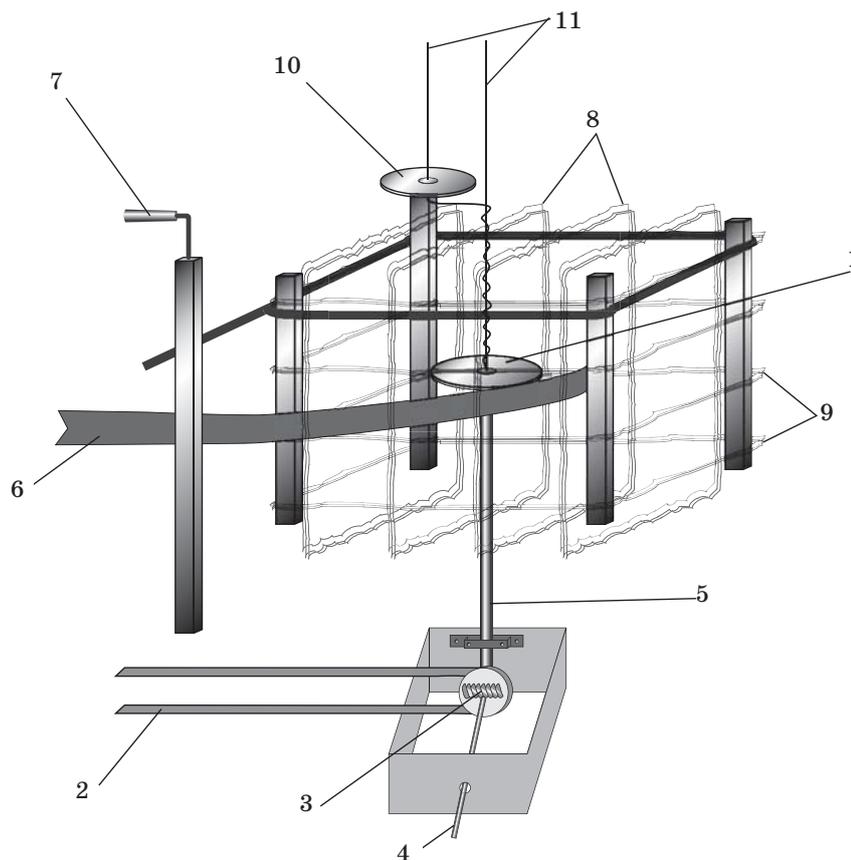


Рис. 15. Экспериментальная установка Толмена и Стьюарта:

1 – вращающаяся катушка, которая была намотана на диск, «склеенный под очень большим давлением из нескольких слоёв берёзового шпона, толщиной 1/8 дюйма». «Проволочная катушка наматывалась в канавку, глубиной около 1 дюйма и шириной 15/16 дюйма»; 2 – приводной ремень от трёхфазного двигателя 440 В мощностью 1,5 л. с. Двигатель обеспечивал вращение катушки в «прямом» и «обратном» направлениях; 3 – редуктор. «Зубчатые колеса и шестерни наращивали скорость в соотношении 3 к 29»; 4 – вал магнето. Напряжение, вырабатываемое магнето, пропорционально частоте его вращения, что позволяло определять скорость движения катушки; 5 – бронзовый вал «3/4 дюйма в диаметре», на который крепилась вращающаяся катушка; 6 – тормозной ремень «из толстой бельтинговой ткани»; 7 – ручка тормоза; 8 – проволочные катушки для компенсации горизонтальной составляющей магнитного поля Земли; 9 – проволочные катушки для компенсации вертикальной составляющей магнитного поля Земли; 10 – компенсирующая катушка; 11 – закручивающиеся при вращении катушки провода, с помощью которых осуществлялась связь вращающейся катушки с гальванометром

При создании экспериментальной установки учёным пришлось преодолеть ряд трудностей:

– Необходимо было использовать немагнитные материалы. Каркас установки был изготовлен из брусков, скрепленных латунными болтами. Бронзовый вал работал в латунных подшипниках, в этих подшипниках использовались бронзовые детали взамен стальных. (Стальные шарики подшипника были единственными железными элементами вблизи вращающейся катушки.)

– Нужно было решить проблему соединения вращающейся катушки с гальванометром. Скользящие контакты могли быть источником существенной ЭДС, и по этой причине катушка была соединена с гальванометром без использования скользящих контактов, «напрямую» с помощью длинных проводов, которые закручивались при вращении катушки. Были использованы провода с двухслойной и трёхслойной шёлковой изоляцией. Причем направление намотки изоляции подбиралось так, чтобы при закручивании провода сама изоляция раскручивалась. Как пишут Толмен и Стюарт, «по этой причине мы должны были использовать различные провода при вращении катушки „вперёд” и „назад”. Запустив установку с этими скручивающимися проводами в режиме короткого замыкания катушки, мы обнаружили, что их скручивание не приводит к какой-либо заметной электродвижущей силе в цепи. Мы также обнаружили, проверив скрученную проволоку после опыта, что изоляция между проводами остаётся совершенно удовлетворительной».

– Нужен был чувствительный гальванометр. Учёные использовали баллистический зеркальный гальванометр с периодом колебаний зеркальной системы около 10 с. Первоначально высокая чувствительность гальванометра была дополнительно увеличена за счёт удлинения оптического пути. Свет от вольфрамовой нити 100-ваттной лампы отражался от вогнутого зеркала гальванометра и давал изображение на шкале, расположенной на расстоянии 10 м от гальванометра. В итоге в опытах световой «зайчик» гальванометра «отбрасывался» по шкале на несколько миллиметров.

– Необходимо было компенсировать магнитное поле Земли. Для нейтрализации постоянной горизонтальной составляющей магнитного поля Земли были изготовлены три катушки, по ним пропустили постоянный ток, создающий магнитное поле, противоположное по направлению горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.

После этого при подключении гальванометра экспериментаторами были обнаружены быстрые колебания величины магнитного поля Земли, которые приводили к столь значительным отклонениям «зайчика» гальванометра, что измерения были невозможны. «Мы не знаем, является ли причиной постоянного изменения магнитного поля Земли близость города Беркли с возможными утечками блуждающих и переменных токов через землю или же явления наблюдались бы в любом месте на поверхности Земли. ... Тема будет чрезвычайно интересной для дальнейшего изучения». Возникшая проблема была преодолена путём соединения последовательно с вращающейся катушкой неподвижной компенсирующей катушки, подобранной так, что в ней возникала ЭДС, противоположная по знаку той ЭДС,

что возбуждалась во вращающейся катушке при скачке магнитного поля.

После нейтрализации «скачков» магнитного поля компенсирующей катушкой и нейтрализации горизонтальной составляющей магнитного поля Земли соответствующими токовыми катушками экспериментаторы в течение нескольких месяцев проводили опыты и вели сбор данных, пока не осознали, что наличие постоянной (неизменной) вертикальной составляющей магнитного поля Земли ведёт к ошибке измерений, сравнимой с измеряемым эффектом. Дело в том, что при резком торможении катушки она сжималась, и это приводило к изменению магнитного потока, пронизывающего катушку, а значит, и к возникновению «лишней» ЭДС. Для устранения этой ошибки в конструкцию установки были добавлены четыре катушки, с помощью которых, подбирая соответствующую силу тока в катушках, удалось компенсировать вертикальную составляющую магнитного поля Земли с высокой точностью (до 1 %).

В результате кропотливого экспериментального исследования Толмен и Стьюарт сделали вывод, что «...отклонение гальванометра всегда происходило в направлении, которое обусловлено возникновением тока, создаваемого подвижными отрицательно заряженными электронами. ... Математическое соотношение¹, которое проверялось в работе, было получено в предположении, что электрический ток в металлах представляет собой дрейф свободных электронов под воздействием электрического поля, и тот факт, что данное математическое соотношение соответствует экспериментальным фактам, является подтверждением этого предположения».

Заключительная часть урока. Вопрос о зависимости удельного сопротивления металлов от температуры изложен в соответствующем разделе § 31 учебника с опорой на занимательный опыт (рис. 151 учебника). По возможности опыт следует продолжить, включив в электрическую цепь вольтметр. Это позволит измерить напряжение на лампе и силу тока в спирали лампы при различных значениях напряжения, подаваемого на лампу, и выяснить, во сколько раз возрастает сопротивление лампы².

Уровень «максимум». В дополнительном материале § 31 учебника рассказывается о явлении сверхпроводимости.

§ 2. Ток через вакуум

Первая часть урока. Урок начинают с работы с текстом учебника (раздел «Что такое вакуум» § 32). После прочтения данного раздела ученики должны уметь ответить на поставленный вопрос о том, какое же состояние газа называют вакуумом. После этого их внимание

¹ Величина заряда, прошедшего через баллистический гальванометр при торможении катушки, прямо пропорциональна длине провода в катушке, скорости вращения и обратно пропорциональна сопротивлению электрической цепи, в которую включен гальванометр.

² Так как в опыте используется лампа со снятым баллоном, то для того чтобы открытая спираль не перегорела на воздухе, на лампу нужно подавать напряжение меньше 12 В.

обращают на то, что основное содержание урока – это рассмотрение условий, при которых возможен ток через вакуум.

Вторая часть урока. При рассмотрении вопроса о токе через вакуум основной методической проблемой может стать наглядная демонстрация явления термоэлектронной эмиссии.

Явление предлагается демонстрировать следующим образом. Используется автомобильная лампа накаливания. Лампа имеет две нити накала (рис. 16). Один конец каждой из нитей накала 1 и 2 имеет контакт с металлическим цоколем 3 лампы. Другие концы нитей подведены к отдельным контактам 4 и 5 соответственно.

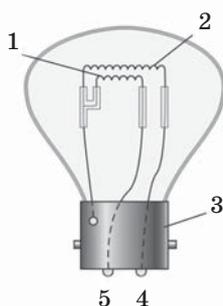


Рис. 16

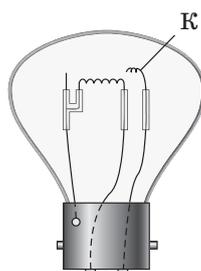


Рис. 17

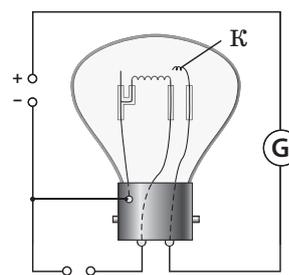


Рис. 18

Подадим на нить накала 2 лампы (цоколь – контакт 4) напряжение больше 12 В и добьёмся того, чтобы спираль 2 перегорела. Тогда лампа превратится в лампу с одной нитью накала 1 и отдельным изолированным контактом К (рис. 17).

Включим «испорченную» лампу в электрическую цепь (рис. 18). Подадим напряжение между спиралью и контактом К так, чтобы на контакт приходился положительный потенциал. Стрелка гальванометра G находится на нуле, тока в цепи нет. Но как только мы подадим напряжение и на нить накала лампы так, чтобы нить накала была раскалена, гальванометр фиксирует ток. При этом сила тока увеличивается при увеличении накала спирали. Возникновение тока обусловлено явлением термоэлектронной эмиссии. С раскалённой нити накала испаряются электроны; электрическое поле, существующее между спиралью и контактом К, создаёт их упорядоченное движение от спирали к контакту К. Так возникает ток через вакуум. (Описание опыта 3/2 – 1 «Явление термоэлектронной эмиссии» приведено в приложении.)

Следует привлечь учеников к анализу результатов опыта на основе обсуждения ряда вопросов:

1. Возникновение тока через вакуумный промежуток в лампе свидетельствует о появлении в лампе неких свободных носителей заряда. При каком условии появляются носители заряда? (Возможный ответ: когда нить лампы раскалена и имеет высокую температуру.)

2. Каково внутреннее строение металлов? Какие частицы являются свободными носителями заряда в металлах?

3. О чём свидетельствует высокая температура нити накала лампы?

(Возможный ответ: это свидетельствует о значительной тепловой энергии и скорости движения частиц металла.)

4. Масса каких частиц металла – ионов, составляющих кристаллическую решётку металла, или электронов – меньше?

5. Скорость каких частиц металла – ионов, составляющих кристаллическую решётку металла, или электронов – больше?

Заключительная часть урока. Далее необходимо познакомить учащихся на примере электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) с практическим применением явления термоэлектронной эмиссии. При этом большая часть рассказа должна быть посвящена работе осциллографа, так как вакуумные кинескопы цветных телевизионных приёмников в настоящее время повсеместно уступили позицию жидкокристаллическим экранам.

С устройством ЭЛТ ученики знакомятся по рис. 154 учебника. Если в распоряжении учителя имеется пришедшая в негодность ЭЛТ, то, разбив стеклянную колбу трубки, её можно превратить в наглядный макет. Тогда имеется возможность воочию показать ученикам, как выглядит электронная пушка трубки и отклоняющие пластины.

Анализируя движение электронного луча в трубке, следует предложить ученикам провести опыт по рис. 155 учебника. Поперёк узкого листа бумаги сверху кладётся линейка. Один ученик, придерживая линейку (не прижимая её сильно к листу бумаги), проводит вдоль линейки карандашом; другой ученик в это время вытягивает лист бумаги из-под линейки. На листе останется след карандаша – временная развёртка его движения. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 133582 (видеоролик «Электронный пучок в ЭЛТ»).

После того как ученики уяснили, как «работают» вертикально и горизонтально отклоняющие пластины ЭЛТ, им демонстрируют осциллограмму переменного напряжения (опыт 3/2 – 2 «Осциллограмма переменного напряжения»).

Уровень «максимум». В дополнительном материале § 32 учебника на доступном для ученика 8 класса уровне излагаются принципы телевидения (передачи видимого изображения с помощью радиоволн).

§ 3. Ток в газах

Одной из возможных форм проведения учебного занятия по теме «Ток в газах» является организация учебной конференции. Несмотря на то, что это связано с существенными затратами времени учителя (подготовка значительного числа демонстрационных опытов, предварительная работа с учениками-докладчиками по проверке и репетиции их выступлений, ознакомление с подготовленными ими презентациями и т. д.), безусловно, «овчинка стоит выделки».

В вводной части конференции ученики выясняют (первый абзац текста § 33 учебника), что такое газовый разряд, почему возможны различные виды газового разряда. Далее рассматриваются особенности протекания и примеры практического применения дугового, искрового, коронного и тлеющего разрядов.

Дуговой разряд.

Первый докладчик комментирует опыт 3/3 – 1 «Электрическая дуга». (Здесь и далее демонстрационные опыты проводятся учителем либо учеником под руководством учителя и с его непосредственным участием.) При отсутствии возможности продемонстрировать опыт можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187486 (видеофрагмент «Дуговой разряд»). Внимание слушателей акцентируют на том, каков механизм дугового разряда; указывают, что форма разряда (дуга) обусловлена архимедовой силой, действующей на область разряда со стороны окружающего воздуха. Второй докладчик подготавливает краткое сообщение о Н.Г. Славянове (1854–1897) – российском электротехнике, изобретателе электродуговой сварки плавящимся металлическим электродом. Третий докладчик демонстрирует презентацию, в которой приводятся примеры практического применения дугового разряда.

При подведении итога по этой части урока (и в дальнейшем) ученики заполняют соответствующий раздел таблицы сравнения различных видов газового разряда (задание 33.1 учебника).

Искровой разряд.

Первый докладчик комментирует опыт 3/3 – 2 «Искровой разряд», рассказывает о том, что такое электронная лавина. Второй докладчик излагает правила безопасного поведения во время грозы, принцип действия молниеотвода. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187189 (видеофрагмент «Молния»). Третий докладчик приводит примеры практического применения искрового разряда, например в системе зажигания автомобиля (демонстрируется воспламенение ватки, смоченной эфиром), для обработки деталей (демонстрируют пробивание отверстий в бумаге). На производстве при обработке металлической детали её включают в электрическую цепь (рис. 19), и между анодом (обрабатываемая деталь) и катодом возникает разряд. При этом происходит нагрев небольшого участка анода до очень высокой температуры (10 000–15 000 °С), в результате чего металл расплавляется и даже испаряется с поверхности обрабатываемой детали.

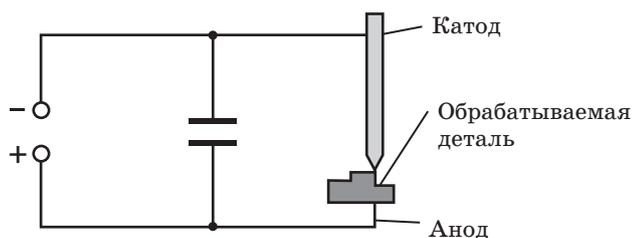


Рис. 19

Современные промышленные искровые станки – это устройства с числовым программным управлением на базе современных ЭВМ, что позволяет вести на таких станках обработку деталей со сложной геометрией поверхности (рис. 20)¹.

¹ Необходимую информацию по данному вопросу можно посмотреть, например, на сайте научно-промышленной корпорации «Дельта – Тест» (Россия) – производителя оборудования для электроэрозионной обработки материалов.

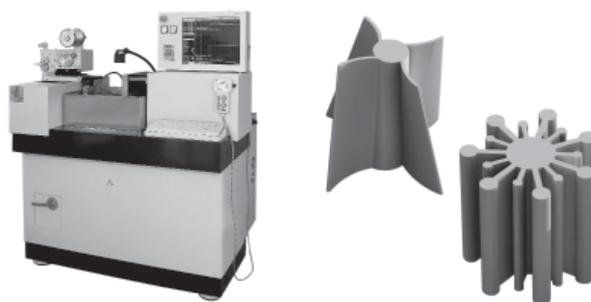


Рис. 20

Коронный разряд.

Докладчик комментирует опыт 3/3 – 3 «Коронный разряд», указывая на то, что разряд возникает в резко неоднородном электрическом поле вблизи острия или тонкого провода. Отмечают, что коронный разряд находит техническое применение в электрофильтрах.

Тлеющий разряд.

Докладчик комментирует опыт 3/3 – 4 «Разряд при пониженном давлении». При отсутствии возможности продемонстрировать опыт можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187484 (видеофрагмент «Тлеющий разряд»). Как и в предыдущих случаях, при рассмотрении других видов газового разряда основное внимание уделяют механизму возникновения разряда, объясняя, почему тлеющий разряд происходит именно при пониженном давлении.

Демонстрируют примеры практического применения тлеющего разряда – свечение неоновой лампы, люминесцентной лампы (опыт 3/3 – 5 «Применение тлеющего разряда»).

§ 4. Ток в электролитах

Первая часть урока. Урок следует начать с демонстрации опытов по рис. 165, а, б учебника, снабдив их комментариями, аналогичными тем, что изложены в первой части раздела «Проводимость электролитов» § 34 учебника. Аналогичный опыт также демонстрируют, используя раствор серной или соляной кислоты¹. Формулируется проблема: «Почему водные растворы солей, кислот, оснований (электролиты) проводят электрический ток?» Так как проблема сложна для самостоятельного разрешения учениками, учитель организует проблемное изложение материала. При этом может быть рекомендован ресурс ЕК ЦОР № 125036 (анимация «Механизм электролитической диссоциации»).

Вторая часть урока. Во второй части урока демонстрируется (повторно) опыт 2/3 – 1 «Химическое действие тока», часть 1; даётся определение электролиза. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187057 (видеоролик-анимация «Электролиз»), в котором показан процесс выделения меди на катоде при прохождении тока через

¹ Соль и кислоту добавляют в воду постепенно, чтобы показать, что проводимость раствора увеличивается при увеличении концентрации растворённого вещества.

раствор медного купороса. Также будет интересен ресурс ЕК ЦОР № 32527 (видеофрагмент «Электролиз воды»)¹.

Заключительная часть урока. Для закрепления изученного материала проводится фронтальная практическая работа по наблюдению процесса электролиза (инструкция приведена ниже).

Практическая работа по теме «Ток в электролитах»

1. Какие вещества относятся к электролитам? Приведите примеры.
 2. Соберите электрическую цепь, включив в неё источник тока, ключ, кювету с двумя электродами, миллиамперметр на 50 мА.
 3. Заполните кювету водой. Есть ли ток в цепи? Чему равна сила тока?
 4. Растворите в воде небольшое количество поваренной соли. Какие физические процессы происходят при растворении соли? Опишите эти процессы, изобразите их схематически. Изменилась ли сила тока в цепи? Почему? Чему равна сила тока? Какие частицы являются носителями заряда в данном случае?
 5. Сблизьте металлические электроды. Изменилась ли сила тока в цепи? Почему? Чему равна сила тока?
 6. Частично вытащите один или оба электрода из воды, уменьшив глубину их погружения. Изменилась ли сила тока в цепи? Почему? Чему равна сила тока?
 7. На одном из электродов оседают пузырьки газа – это водород, образующийся при разложении воды под действием тока. На каком электроде – катоде или аноде – скапливаются пузырьки газа?
 8. В чём заключается процесс электролиза? Приведите примеры.
 9. Изменяя расстояние между электродами, установите силу тока в цепи в 20 мА, а затем 40 мА. В каком случае на электроде скапливается больше пузырьков газа? Почему?
 10. Как зависит количество пузырьков газа, скапливающихся на электроде, от продолжительности эксперимента? Дайте объяснение.
- В ходе выполнения работы ученики выполняют экспериментальные задания и письменно отвечают на поставленные вопросы.

§ 5. Повторение материала. Выполнение теста «Ток в различных средах»

Первая часть урока. При изучении разделов «Тепловые явления» и «Электрические явления» выполнение учениками итогового теста по разделу как одной из форм итогового контроля проходило после завершения изучения всего раздела, на одном из последних уроков, отведённых на изучение раздела. Раздел же «Ток в различных средах» в поурочном планировании разделён на два подраздела. В первом из них рассматривается природа тока в металлах, газах, электролитах и процесс прохождения тока через вакуум; во втором – ток в полупроводниках и примеры практического применения полупроводников. Для актуализации знаний по рассмотренным темам ученикам предлагается заполнить обобщающую таблицу (следует предложить ученикам расположить тетрадь в «альбомной» ориентации).

¹ Можно этот опыт продемонстрировать и «вживую».

<i>Среда</i>	<i>Свободные носители заряда</i>	<i>Как возникают свободные носители заряда</i>	<i>Примеры практического применения</i>
Металлы	Электроны	При образовании твёрдых тел часть электронов становится свободными («электронный газ»)	Проводники в электрических цепях, нагревательные элементы
Вакуум	Электроны	Термоэлектронная эмиссия	Электронно-лучевая трубка
Газы	Электроны, положительные и отрицательные ионы	Термоэлектронная эмиссия, электронная лавина	Электросварка, система зажигания автомобиля, электрические фильтры очистки, источники света
Электролиты	Положительные и отрицательные ионы	Распад молекул в растворе на отдельные ионы под воздействием молекул воды	Электролиз

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют тест по теме «Ток в различных средах» из соответствующего дидактического пособия.

§ 6. Полупроводники

Первая часть урока. Одним из ключевых вопросов в изучаемом разделе является, безусловно, вопрос о проводимости и практическом применении *полупроводников*. Рассмотрение электрических свойств полупроводников следует начать с демонстрации зависимости сопротивления полупроводников от температуры и демонстрации зависимости сопротивления от освещённости полупроводников (опыты по рис. 169, 170 учебника). Подробно условия проведения данных опытов изложены в описании опыта 3/6 – 1 «Зависимость электропроводности полупроводников от температуры» и опыта 3/6 – 2 «Зависимость электропроводности полупроводников от освещённости».

Обращают внимание учеников на то, что уменьшение сопротивления полупроводника при повышении его температуры или при освещённости полупроводника свидетельствует об увеличении числа свободных носителей заряда. Делают вывод, что при увеличении внутренней энергии полупроводника число свободных носителей заряда в веществе увеличивается.

Вторая и заключительная части урока. Подробное объяснение зависимости проводимости чистого беспримесного полупроводника от температуры и освещённости приводится в разделе «Проводимость

полупроводников» § 35 учебника. В этом же разделе параграфа вводятся понятия электронной и дырочной проводимости полупроводников. При изучении данных вопросов следует использовать комментированное чтение соответствующего текста учебника.

Понятие дырочной проводимости является совершенно новым и неожиданным, а потому сложным для учеников 8 класса. По этой причине при изложении данного понятия использовано образное сравнение «перескоков» ученика по незанятым местам за ученическими столами в кабинете физики с перемещением электрона по вакантным местам в структуре полупроводника. Такое движение электрона эквивалентно движению положительно заряженной частицы – «дырки» (рис. 171 учебника).

Рассмотрение вопроса о дырочной проводимости полупроводников следовало бы подкрепить красочной анимацией, однако среди ресурсов ЕК ЦОР в настоящее время такой анимации нет. Может быть, будет уместным «оживить» образное сравнение, превратив его в небольшую инсценировку: одному из учеников в синей бейсболке предлагается встать, выйти из-за стола и двигаться по кабинету между ученическими столами (движение «свободного электрона»). Одновременно на тот же стол, за которым раньше сидел ученик, кладётся красная бейсболка и ученики, пересеживаясь, перекладывают эту бейсболку на вновь освободившееся место (движение «дырки»). Можно «повысить температуру» или «осветить кристалл полупроводника», тогда по кабинету будут блуждать уже два «электрона» и две «дырки». «Кристалл полупроводника» можно «подключить к источнику тока». Пусть, к примеру, демонстрационный стол – это «анод», а противоположная стена учебного кабинета – «катод» «источника тока». Тогда возникнет «электрический ток» в «полупроводнике» – направленное движение «электронов» и «дырок».

§ 7. Примесная проводимость полупроводников. P–n-переход. Практическая работа «Односторонняя проводимость диода»

Первая часть урока. В первой части урока организуется работа с текстом учебника (раздел «Роль примеси в полупроводниках» § 36 учебника). В результате этой работы ученики должны уяснить, что такие полупроводники *n*- и *p*-типа, какой – электронной или дырочной – проводимостью обладают эти полупроводники. Работа может быть организована путём обсуждения следующих вопросов, ответы на которые ученики находят самостоятельно в тексте учебника:

1. Что такое собственная проводимость полупроводника?
2. Почему при комнатной температуре электронная проводимость чистого (не содержащего примесей) полупроводника невелика? (Подтвердите свой ответ на этот вопрос численным примером из текста учебника.)
3. Почему при комнатной температуре дырочная проводимость чистого (не содержащего примесей) полупроводника невелика?
4. Сколько внешних электронов содержат атомы таких полупроводников, как германий и кремний?

5. Сколько внешних электронов содержат атомы такого химического элемента, как мышьяк?

6. Приведите расчёт, показывающий, что добавление даже незначительного количества мышьяка в качестве примеси к полупроводникам (германию или кремнию) значительно изменяет число свободных электронов в полупроводнике.

7. Что такое примесная проводимость полупроводника?

8. Какой полупроводник называют полупроводником n -типа?

9. Какую примесь необходимо добавить в чистый полупроводник, чтобы получить полупроводник n -типа?

10. Какой полупроводник называют полупроводником p -типа?

11. Какую примесь необходимо добавить в чистый полупроводник, чтобы получить полупроводник p -типа?

12. Какой проводимостью обладает полупроводник n -типа? Какой проводимостью обладает полупроводник p -типа?

13. К какому выводу пришли учёные-физики, изучая влияние примеси на электрические свойства полупроводников?

Вторая часть урока. При изучении учебного материала на уровне «максимум» вторая часть урока начинается с анализа процессов, протекающих на p - n -переходе. Необходимый для рассмотрения данного вопроса материал изложен в соответствующем разделе § 36 учебника. Объясняется свойство односторонней проводимости p - n -перехода. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186939 (слайд-шоу «Проводимость p - n -контакта»). Рассматривается устройство полупроводникового диода, его вольт-амперная характеристика.

При изучении учебного материала на уровне «минимум» ученикам сообщают, что на контакте (сплаве) полупроводников разного типа образуется особая область со специфическими электрическими свойствами – p - n -переход. Рассматривается устройство полупроводникового диода, обращают внимание на то, что основой прибора является p - n -переход. Ученикам сообщают, что основное свойство p - n -перехода, а значит, и полупроводникового диода – это его односторонняя проводимость. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186939 (слайд-шоу «Проводимость p - n -контакта»).

Заключительная часть урока. Проводится практическая работа «Изучение характера проводимости диода» по описанию, приведённому в учебнике. В работе может быть использован любой выпрямительный диод средней мощности (ток от 0,3 до 10 А).

Уместна также будет и демонстрация осциллограммы переменного тока и осциллограммы однополупериодного выпрямления тока на участке цепи, содержащей полупроводниковый диод (уровень «максимум», возможно также проведение подобной демонстрации на следующем уроке).

§ 8. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Ток в полупроводниках»

Первая часть урока. С целью повторения учебного материала, изученного по теме «Ток в полупроводниках», в первой части урока ученикам может быть предложено объяснить результаты следующих демонстрационных опытов:

1. Используется установка для опыта 3/6 – 1 «Зависимость электропроводности полупроводников от температуры». Термистор поочередно опускают в стаканы с водой различной температуры. Ученики должны объяснить, в каком из стаканов, по их мнению, температура выше.

2. Используется установка для опыта 3/6 – 2 «Зависимость электропроводности полупроводников от освещённости». На пути пучка света от осветителя к фоторезистору устанавливают стеклянную прозрачную кювету с плоскопараллельными стенками. В кювету наливают чистую воду, а затем по каплям добавляют в воду чернила или молоко. Ученики должны объяснить, почему в этом случае гальванометр показывает меньшее значение силы тока.

3. Опыт «Выпрямление переменного тока полупроводниковым диодом» (к источнику переменного напряжения 4–5 В подключают последовательно низковольтную лампу и полупроводниковый диод; с помощью электронного осциллографа наблюдают осциллограмму переменного напряжения на лампе в отсутствие диода в цепи и осциллограмму однополупериодного выпрямления переменного тока при включении диода в цепь). Ученики должны объяснить, почему меняется вид осциллограммы тока при включении в цепь полупроводникового диода (уровень «максимум»).

Вторая и заключительная части урока. Далее учениками выполняется самостоятельная работа по теме «Ток в полупроводниках», варианты которой приведены в сборнике самостоятельных и контрольных работ.

Раздел 4. Магнитные явления

Курс физики 8 класса завершается изучением раздела «Магнитные явления». Ученикам показывают, что взаимодействие движущихся электрических зарядов обусловлено существованием материальной среды – магнитного поля, существующей вокруг движущегося заряда. Тем самым подводятся определенный итог рассмотрения вопроса об основных свойствах электрического и магнитных полей.

Изучение на завершающих уроках раздела явления электромагнитной индукции позволяет ученикам узнать о взаимосвязи магнитного и электрического полей. При этом акцент делается на раскрытие физической сути явления как порождение вихревого электрического поля переменным магнитным полем.

Практическое применение рассматриваемых вопросов иллюстрируется целым рядом разнообразных технических устройств: электродвигателем постоянного тока, электромагнитами, реле, жёстким диском компьютера и т. д.

§ 1. Магнитное поле

Первая часть урока. Урок необходимо начать с того, что напомнить ученикам о существовании электрических сил и электрического поля, продемонстрировав ещё раз отклонение стрелки электромметра

при сообщении ему заряда, притяжение разноимённо заряженных электростатических маятников.

Далее демонстрируется опыт по взаимодействию проволочных полурамок, по которым пропущен электрический ток (рис. 183, 184 учебника). Описание опыта 4/1 – 1 «Взаимодействие проводников с током» приведено в приложении¹.

Внимание учеников акцентируют на особенностях наблюдаемого в опыте взаимодействия:

- взаимодействие проводников наблюдается только в том случае, когда цепь замкнута, когда заряженные частицы движутся;
- если токи в полурамках направлены противоположно, то проводники отталкиваются;
- при одинаковом направлении токов (несмотря на то, что в каждом из проводников движутся отрицательно заряженные частицы – электроны) проводники притягиваются.

Таким образом, очевидно, что результаты опыта не могут быть объяснены электрическим взаимодействием.

Ученикам сообщают, что анализ результатов различных опытов привёл ученых к выводу о существовании вокруг проводников с током (движущихся заряженных частиц) особой формы материи – магнитного поля. Подводится итог первой части урока: «Вокруг неподвижных электрических зарядов существует электрическое поле, а вокруг движущихся электрических зарядов существует ещё и магнитное поле. Силы взаимодействия между движущимися зарядами называют магнитными силами».

Вторая часть урока. Далее ученикам демонстрируют взаимодействие магнитной стрелки и катушки, по которой течёт ток, демонстрируют взаимодействие магнитной стрелки и постоянного магнита (рис. 185, 186 учебника). Формулируется проблема: «Вправе ли мы считать, что внешне столь различные случаи взаимодействия действительно относятся именно к магнитному взаимодействию?»² Разрешая поставленную проблему, в рамках проблемного изложения материала учителю следует опираться на вопросы 37.5 – 37.7, приведенные в тексте § 37 учебника, а также на следующие вопросы:

- Существует ли ток внутри атома?
- Как называют силы взаимодействия между движущимися зарядами (токами)?

Анализ приведённых выше вопросов позволит учителю подвести учеников к выводу о том, что магнитные свойства постоянных магнитов обусловлены «элементарными токами», обусловленными внутриатомным движением электронов.

Заключительная часть урока. С особенностями взаимодействия проводника с током с постоянным магнитом (опыт Эрстеда) ученики знакомятся, выполняя соответствующую лабораторную работу. Указания к лабораторной работе приведены в § 37 учебника.

¹ Если отсутствует возможность показать данный опыт, то можно использовать, например, ресурс ЕК ЦОР № 187531 (видеофрагмент «Взаимодействие параллельных проводников с током»), хотя, безусловно, это не будет равноценной заменой.

² Вопрос 37.4 в тексте § 37 учебника.

§ 2. Постоянные магниты.

Лабораторная работа «Получение „изображения” магнитного поля». Магнитное поле Земли

Первая часть урока. В начале урока следует продемонстрировать взаимодействие катушек электромагнита, когда по ним пропущен электрический ток и взаимодействие керамических магнитов (опыт 4/2 – 1 «Взаимодействие катушек электромагнита» и опыт 4/2 – 2 «Взаимодействие постоянных магнитов»). Это позволит актуализировать знания учеников о магнитном взаимодействии и магнитном поле.

Организуется работа с текстом учебника (раздел «Свойства постоянных магнитов» § 38 учебника) с опорой на следующие вопросы:

1. Кем и когда были осуществлены первые научные исследования постоянных магнитов? Что было положено в основу данных исследований?

2. Каковы основные свойства постоянных магнитов?

Обсуждение ответа на этот вопрос сопровождается выполнением (желательно фронтально) опыта по рис. 190, а, б учебника.

3. Как осуществляется магнитное взаимодействие?

4. Как получить наглядную картину распределения магнитного поля в пространстве?

Далее ученики выполняют лабораторную работу «Получение «изображения» магнитного поля» по описанию, приведенному в § 38 учебника. После выполнения работы учеников знакомят с понятием «силовые линии магнитного поля»¹ и правилом, определяющим направление силовых линий.

Вторая часть урока. Продолжая рассмотрение свойств постоянных магнитов, учеников знакомят с особенностями ферромагнетиков. При рассмотрении этого вопроса на уровне «минимум» достаточно ограничиться перечислением основных свойств ферромагнетиков, упомянутых в тексте § 38 учебника, и продемонстрировать опыты по рис. 194, а, б учебника.

При рассмотрении вопроса на уровне «максимум» следует дополнительно сообщить ученикам, что в ферромагнетиках существуют области самопроизвольного намагничивания (домены). При этом следует воспользоваться удачным ресурсом ЕК ЦОР № 133512 (гипертекст с иллюстрациями, анимация «Домены в ферромагнетиках»). Разрушение «магнитного порядка» при высокой температуре демонстрируют, проводя опыт по рис. 197, а, б учебника².

¹ Следует отметить, что термин «силовые линии» применительно к магнитному полю не представляется удачным. Действительно, в отличие от силовых линий (линий напряжённости) электростатического поля касательная к силовой линии магнитного поля не совпадает по направлению с силой, действующей со стороны магнитного поля на элементарный виток с током или миниатюрную магнитную стрелку. Вполне возможно, что более удачными были бы термины «линии магнитного поля» или «линии магнитной индукции» (при введении этого термина в старших классах школы). Однако термин «силовые линии магнитного поля» является общепринятым, определён, например, в Физическом энциклопедическом словаре и по этой причине обязателен к употреблению, несмотря на возможное «неприятие» его преподавателем.

² Учитывая высокую практическую значимость вопроса о ферромагнетизме, необходимо, на наш взгляд, найти время и возможность изложить учащимся материал, отнесённый в учебнике к уровню «максимум».

Заключительная часть урока. Заключительную часть урока о роли магнитного поля Земли в формировании условий жизни на планете можно начать с демонстрации ресурса ЕК ЦОР №186982 (видеоролик-анимация «Магнитное поле Земли»). В видеоролике, в частности, говорится о существовании магнитного поля Земли и рассказывается о положении магнитных полюсов относительно географических полюсов Земли.

Влияние солнечного ветра на форму магнитного поля Земли можно проиллюстрировать ресурсом ЕК ЦОР № 187171 (анимация «Действие солнечного ветра на магнитное поле Земли»)¹.

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в § 38 учебника приведён ряд сведений о магнитных полях планет Солнечной системы, переполосовке магнитного поля Земли, магнитных бурях и магнитных аномалиях.

§ 3. Движение заряженной частицы в магнитном поле

Первая часть урока. Урок начинают с демонстрации смещения светящейся точки на экране осциллографа при поднесении к экрану постоянного магнита (рис. 200, *а, б* учебника). Ученикам предлагается объяснить наблюдаемое явление. Далее им предлагается предложить аналогичный опыт, при проведении которого экспериментатор мог бы изменять величину магнитного поля, действующего на электроны, движущиеся в ЭЛТ осциллографа. В результате приходят к опыту с электромагнитом (опыт 4/3 – 1 «Действие магнитного поля электромагнита на поток электронов»). С учениками подробно обсуждают результаты опыта и, резюмируя, сообщают им, что сила, действующая на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле, определяется величиной магнитного поля, скоростью движения частицы и взаимной ориентацией направления магнитного поля и скорости частицы.

Анализируют исторические фотографии, полученные П. Л. Капицей в 1922 году (они воспроизведены на рис. 201 учебника). Исходя из того, что направление силы, действующей на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле, перпендикулярно направлению скорости частицы, и привлекая соответствующие аналогии (камень, привязанный к упругому шнуру, движется по окружности; Луна движется вокруг Земли), обосновывают криволинейный характер траектории частицы, движущейся в магнитном поле. Сказанное выше иллюстрируют ресурсом ЕК ЦОР № 187530 (видеофрагмент «Искривление траекторий электронов в магнитном поле»). В видеофрагменте демонстрируется установка, основным элементом которой является колба, в которой находится водород при пониженном давлении. Внутри колбы расположена электронная пушка, излучающая узкий пучок электронов. Электроны способны вызвать свечение газа, наблюдая которое, можно судить об их траектории. С по-

¹ Среди ресурсов ЕК ЦОР имеется также анимация «Солнечное излучение и магнитное поле Земли» (№ 187296) аналогичного содержания.

мощью внешней катушки создаётся магнитное поле, что приводит к искривлению траектории электронов¹.

Вторая и заключительная части урока. В качестве дополнительного материала в § 39 учебника рассказывается о возникновении полярных сияний, устройстве масс-спектрографа и принципе действия ускорителя заряженных частиц. На наш взгляд, учеников следует ознакомить с данными вопросами, это будет способствовать расширению их физического кругозора². К сожалению, в Единой коллекции ЦОР нет достаточного числа подходящих материалов, иллюстрирующих рассматриваемые вопросы, но их можно почерпнуть, например, на YouTube:

– *полярное сияние*. Имеется большое число видеороликов, на которых запечатлено это захватывающее и красивое зрелище;

– *масс-спектрограф*. Следует продемонстрировать ученикам виртуальную лабораторную работу «Масс-спектрометр», в которой моделируется движение ионов различной массы в магнитном поле. В видеообзоре «Масс-спектрометр МС-400» подробно рассказывается об устройстве и функциональных возможностях прибора. Следует посмотреть только вступительную часть обзора, чтобы ученики смогли составить представление о габаритах, внешнем виде и основных узлах прибора;

– *ускорители заряженных частиц*. Рассказ о современных ускорителях заряженных частиц можно иллюстрировать фильмом «Большой адронный коллайдер – как устроен и зачем нужен». Хотя в фильме мало говорится непосредственно о магнитной системе коллайдера и слух режут фразы «увеличение массы протонов при их разгоне до скорости, близкой к скорости света³», но доступно рассказано в общих чертах о том, как устроен коллайдер. Представляет интерес фильм «Большой адронный коллайдер. Суперсооружение». Первые минуты фильма позволят составить впечатление о масштабе этого грандиозного сооружения и отдельных этапах его строительства. Также особо следует выделить фрагмент фильма (временной интервал: 30 мин 15 с – 31 мин 30 с), в котором рассказывается о магнитной системе ускорителя и системе охлаждения его сверхпроводящих магнитов.

Для активизации работы учащихся перед демонстрацией соответствующих видеоматериалов необходимо ставить перед учениками ряд вопросов, на которые они должны ответить после просмотра видеоматериала.

¹ Так как в комментарии к видеофрагменту звучат слова «вектор магнитной индукции», то при демонстрации ресурса звук нужно отключить и учителю следует самому прокомментировать наблюдаемое в видеофрагменте изменение радиуса траектории движения электронов при «усилении и ослаблении магнитного поля».

² Рекомендация ознакомить учащихся с данными вопросами не подразумевает в дальнейшем обязательного включения их в контрольно-измерительные материалы.

³ Сошлёмся на статью Л. Б. Окуня «Понятие массы (масса, энергия, относительность)» (журнал «Успехи физических наук». Т. 158, вып. 3. 1989. С. 511–530). Автор статьи отмечает, что «понятие массы, зависящей от скорости, возникло в начале XX века в результате незаконного распространения ньютоновского соотношения между импульсом и скоростью на область скоростей, сравнимых со скоростью света, в которых оно несправедливо. ... С понятием массы, зависящей от скорости, пора окончательно распрощаться».

Могут быть предложены следующие вопросы:

– по теме «Полярные сияния»:

1. Как возникают полярные сияния?

2. Какой термин – северное сияние или полярное сияние – более точно, по вашему мнению, соответствует природе данного явления?

– по теме «Масс-спектрограф»:

1. Почему в масс-спектрографе ионы движутся по дугам окружностей?

2. Однозарядные ионы, имеющие массу соответственно 39 и 41 атомных единиц, влетают в масс-спектрографе в область магнитного поля перпендикулярно силовым линиям с одинаковыми скоростями. Какие из ионов будут двигаться по окружностям меньшего радиуса?

3. Как изменятся – увеличатся или уменьшатся – радиусы движения ионов в масс-спектрографе при усилении магнитного поля в приборе?

– по теме «Ускорители заряженных частиц»:

1. С какой целью в ускорителях заряженных частиц учёные производят разгон элементарных частиц до гигантских скоростей?

2. Крупнейший ускоритель заряженных частиц Европейской организации по ядерным исследованиям называется Большим адронным коллайдером. Для ускорения каких частиц он предназначен? Благодаря чему происходит разгон частиц? Благодаря чему происходит движение разгоняемых частиц по круговой траектории?

§ 4. Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель. Практическая работа «Изучение электродвигателя постоянного тока»

Первая часть урока. Вопрос о действии магнитного поля на проводник с током начинают рассматривать с выполнения учениками лабораторной работы «Изучение взаимодействия витка с током с магнитным полем постоянного магнита», описание которой приведено в § 40 учебника.

Может быть предложен и иной вариант выполнения данной работы по описанию, приведённому ниже.

Лабораторная работа «Изучение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле»

Оборудование: источник тока, реостат, амперметр, постоянный дугообразный магнит, ключ, соединительные провода с зажимами типа «крокодил», штатив с лапкой, П-образная рамка из медной проволоки.

Указания к работе

Задание 1. Закрепите в лапке штатива наконечники двух соединительных проводов с зажимами типа «крокодил»¹ и подвесьте к ним П-образную рамку из медной проволоки так, чтобы она свободно могла совершать колебательное движение в вертикальной плоско-

¹ Для удобства крепления П-образной рамки можно также на планке из изолирующего материала закрепить две приборные клеммы, под которые подвёрнуты куски медной проволоки, скрученные в спираль из трёх-четырёх витков.

сти (рис. 21). Включите рамку в электрическую цепь, расположите рядом с горизонтальным проводником рамки постоянный дугообразный магнит.

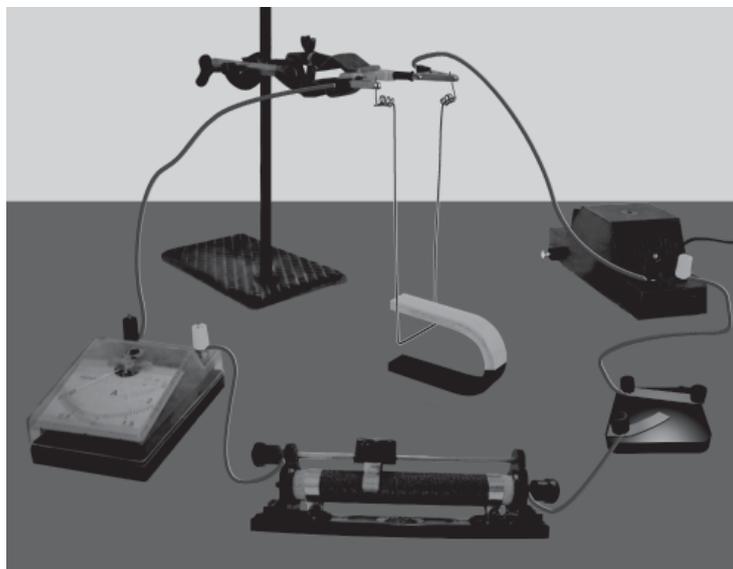


Рис. 21

Выясните, как сила, действующая на проводник с током в магнитном поле, зависит:

- от силы тока в проводнике;
- от длины проводника, находящегося в магнитном поле (поставьте рядом два постоянных магнита);
- от величины магнитного поля (если удалить магнит на некоторое расстояние от горизонтального проводника, то проводник будет находиться в более слабом магнитном поле);
- от угла между магнитом и направлением тока в проводнике.

Задание 2. Предложите способ измерения силы тока, используя в качестве основного элемента измерительного прибора данную рамку.



Рис. 22

Примечание для учителя. Успешность выполнения работы во многом зависит от надёжности электрического контакта в точках подвеса рамки. Для надёжного контакта рамку следует включить в цепь так, как это показано на рис. 22.

Если лабораторная работа выполнялась по описанию, приведённому в § 40 учебника, то далее демонстрируется опыт по рис. 212 учебника. Также для проведения демонстрации можно использовать прибор для демонстрации вращения рамки в магнитном поле (с магнитами). Результаты опыта позволяют сделать вывод о том, как направлена сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током.

Вторая часть урока. Переходя к рассмотрению практического применения рассмотренного выше явления (действие магнитного поля на проводник с током), ещё раз обращают внимание учеников на принцип действия электроизмерительных приборов (используют демонстрационный амперметр). Далее знакомят учеников с устройством и принципом действия электродвигателя постоянного тока. Демонстрируется соответствующий опыт (опыт 4/4 – 1 «Устройство и действие электродвигателя»). Итоги данной работы подводят, обсуждая пункты обобщённого плана построения ответа «О приборе, механизме, машине» (см. передний форзац учебника).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики выполняют практическую работу «Изучение электродвигателя постоянного тока» по описанию, приведённому в § 40 учебника.

§ 5. Электромагниты. Лабораторная работа «Измерение подъёмной силы электромагнита»

Первая часть урока. Урок начинают выполнением лабораторной работы «Измерение подъёмной силы электромагнита» по описанию, имеющемуся в § 41 учебника¹. Обсуждают результаты работы. При этом можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187151 (интерактивный рисунок «Работа электромагнита»). Данное интерактивное задание содержит модель для исследования работы электромагнита при подъеме металлических предметов различной массы (сила электромагнита регулируется изменением силы тока в нем, добавлением сердечника и количества витков).

Вторая часть урока. После выполнения лабораторной работы ученикам предлагают прочитать текст учебника на странице 214, посвящённый вопросу применения электромагнитов. Им предлагается ответить на вопросы:

1. Какие свойства электромагнитов позволяют широко использовать их в технических устройствах?

2. Что такое грузоподъёмные электромагниты? Для чего их используют?

Демонстрируется опыт 4/5 – 1 «Применение электромагнита для извлечения магнитных примесей из сыпучих материалов»). Удачным дополнением к опыту будет ресурс ЕК ЦОР № 187124 (видеоролик «Электромагнитный кран»).

Заключительная часть урока. Основным вопросом, рассматриваемым на заключительной части урока, является вопрос об устройстве и применении электрического реле. Демонстрируется работа реле (опыт по рис. 221 учебника); наблюдают действие модели реле, основным элементом которой является разборный электромагнит с сердечником (опыт по рис. 222 учебника). С учениками обсуждают пункты обобщённого плана построения ответа «О приборе, механизме, машине» применительно к электрическому реле.

¹ В случае отсутствия технической возможности выполнения учениками фронтальной лабораторной работы следует провести соответствующий демонстрационный опыт и организовать обсуждение его результатов.

Рассматриваются примеры применения электромагнитов (телеграфный аппарат, электрический звонок). Также здесь могут быть использованы ресурсы ЕК ЦОР № 158827 (видеофрагмент «Телеграф пишущий Морзе») или № 158744 (видеофрагмент «Телеграф буквопечатающий Юза»), в которых демонстрируются экспонаты Политехнического музея.

§ 6. Повторение материала. Выполнение теста по теме «Магнитное поле»

Первая часть урока. Урок может быть начат демонстрацией следующего опыта. Используя две бытовые полиэтиленовые крышки и изолированную медную проволоку (например, ПЭЛШО) подходящего сечения, изготавливают «цилиндр» высотой 70–80 см, боковую поверхность которого образуют 12 проволочных проводников, соединённых последовательно так, что ток в них идёт в одном направлении (рис. 23, а)¹. «Цилиндр» подключают к источнику постоянного напряжения, рассчитанного на силу тока 8–10 А, последовательно с реостатом 7,5 Ом, 10 А и демонстрационным амперметром. Замкнув цепь и пропустив по проводникам ток, наблюдают «сжатие цилиндра» (рис. 23, б), которое тем сильнее, чем больше сила тока в цепи.

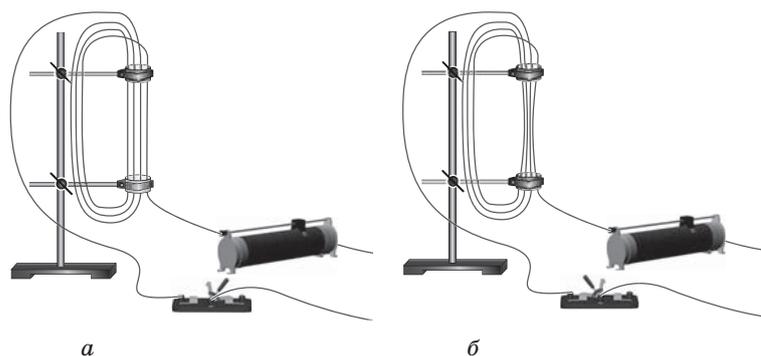


Рис. 23

Ученикам предлагается проанализировать ход и результаты опыта (тут возможна организация работы в группах) и письменно изложить свои объяснения. Затем учащихся знакомят с некоторыми из высказанных соображений (не оглашая их авторства) и проводят коллективное обсуждение опыта. Любопытно отметить, что условие одной из задач из знаменитого сборника задач П. Л. Капицы² звучит следующим образом: «Громоотвод соединен с землей через круглую медную трубку диаметром 2 см и толщиной стенки 2 мм. После удара молнии трубка превратилась в круглый стержень. Объясните это явление и оцените силу тока грозового разряда».

¹ При изготовлении «цилиндра» провод пропускается (через надрезы в верхней и нижней крышках) сверху вниз. Далее провод «уводят» в сторону и вновь пропускают (через соседние надрезы в верхней и нижней крышках) сверху вниз и т. д.

² Капица, П. Л. Физические задачи [Текст] / П. Л. Капица. – М. : Знание, 1966.

Вторая часть урока. Повторение материала, изученного учениками на предыдущих уроках, проводят в ходе анализа опорного конспекта по теме «Магнитное поле».

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики выполняют тест по теме «Магнитное поле» из соответствующего дидактического пособия.

§ 7. Явление электромагнитной индукции

Одним из ключевых вопросов в разделе «Магнитные явления» является вопрос, связанный с изучением явления электромагнитной индукции. Разрабатывая план проведения данного урока, учителю необходимо учесть несколько моментов.

Во-первых, организация самостоятельной мыслительной деятельности учащихся на уроках такого вида представляет для учителя определённые методические затруднения. Ниже показано, как эти затруднения могут быть преодолены путём организации проблемного изложения учебного материала. При предлагаемом подходе к изучению физического явления учащиеся работают (самостоятельно и под руководством учителя) в условиях высокой интеллектуальной активности. Это позволит им усвоить изучаемые закономерности и способы мыслительной деятельности как обобщенные.

Во-вторых, отличительной особенностью урока является акцентирование внимания учащихся на физической сути изучаемого фундаментального явления – возникновении электрического поля при изменении магнитного поля. Это, по мнению автора, выгодно отличает урок от традиционных подходов, когда в первую очередь описываются опыты по возникновению индукционного тока, вводится правило Ленца, формулируется закон электромагнитной индукции и лишь затем, в лучшем случае, говорится о первопричине – возникновении вихревого электрического поля. Предлагаемая же структура изучения физического явления позволяет осуществить развитие такого качества мышления, как критичность.

В-третьих, цели и задачи урока могут быть реализованы только с опорой на реальный демонстрационный физический эксперимент, роль и место которого подчас умалчивается в современной практике преподавания физики в школе.

Первая часть урока. Урок следует начать с беседы, которую организует учитель с опорой на текст учебника. Это делает её посильной для всех учеников (ниже приведены вопросы учителя и планируемые ответы учащихся):

Учитель: Откройте тематическую тетрадь и выясните, какова тема сегодняшнего урока.

Ученик: Явление электромагнитной индукции.

Учитель: Явление электромагнитной индукции было открыто выдающимся английским физиком М. Фарадеем в 1831 году (демонстрируется соответствующий слайд презентации к уроку). С этим именем при изучении физики мы уже встречались, когда познакомились с понятием «электрическое поле». Прочитайте слова Фарадея, являющиеся эпиграфом к изучаемой сегодня теме (§ 42 учебника «Физика – 8»).

Ученик: Искусство экспериментатора состоит в том, чтобы уметь задавать природе вопросы и понимать её ответы.

Учитель: Зададим же и мы некоторые вопросы природе. Прочитайте вводное предложение к § 42 учебника.

Ученик: Вам уже известно, что вокруг заряженных частиц существует электрическое и магнитное поле.

Учитель: Каковы основные свойства электрического поля (смотрите с. 93 учебника «Физика – 8»)?

Ученик: Вокруг электрически заряженных частиц существует электрическое поле... Электрическое поле одной заряженной частицы действует на другую заряженную частицу, и наоборот, электрическое поле второй заряженной частицы действует на первую частицу. Таким образом, главное свойство электрического поля – его действие на заряженные частицы с некоторой силой (текст учебника, с. 93).

Учитель: Каковы основные свойства магнитного поля (смотрите с. 194–195 учебника)?

Ученик: Учёными установлено, что вокруг движущихся зарядов (электрического тока) существует магнитное поле. Были выявлены основные свойства магнитного поля:

1. Магнитное поле существует вокруг движущихся зарядов (электрического тока).

2. Магнитное поле действует с некоторой силой на движущиеся заряды (электрический ток) (текст учебника, с. 194–195).

Вторая часть урока. Учитель демонстрирует ряд известных в методике преподавания физики опытов (опыты по рис. 227–229 учебника).

С целью актуализации имеющихся у учеников знаний организуется работа с учебником по вопросам 42.1–42.4 § 42 учебника. Ученикам предлагается:

– проанализировать опыты и выделить их отдельные элементы (замкнутый проводник – контур, источник магнитного поля – постоянный магнит или электромагнит, электроизмерительный прибор);

– сравнить опыты и выделить сходное во всех опытах (возникновение тока в проводнике в случае относительного движения проводника и источника магнитного поля);

– обобщить и выразить основные результаты опытов в общем положении (результат опыта не зависит от того, движется ли проводник или движется источник магнитного поля);

– сделать вывод (известно, что в металлическом проводнике имеются свободные заряженные частицы – электроны; при движении проводника вместе с проводником движутся и электроны; на движущиеся электроны в магнитном поле действует сила, перпендикулярная скорости и направленная вдоль проводника¹; под действием силы электроны смещаются вдоль проводника. В проводнике возникает электрический ток).

В этой части урока учебная деятельность класса организуется учителем с опорой на демонстрационный эксперимент. Изучение явления осуществляется по обобщённому плану действий: анализ – сравнение – обобщение – вывод. Результаты продемонстрированных опытов удаётся объяснить в рамках известной ученикам на тот мо-

¹ См. рисунок 230 учебника.

мент системы научных понятий: действие магнитного поля на движущуюся в магнитном поле заряженную частицу.

Далее демонстрируется опыт по рис. 231 учебника. Организуется проблемный диалог, в ходе которого подробно обсуждаются результаты опыта.

Учитель: Прделаем опыт. На общий железный сердечник наденем две катушки. Первую (нижнюю) катушку включим в электрическую цепь последовательно с амперметром и реостатом. Вторую (верхнюю) катушку подключим к электроизмерительному прибору. Как можно изменить ток в первой (нижней) катушке?

Ученик: Силу тока можно изменить или с помощью реостата, изменяя сопротивление цепи, или размыкая цепь ключом.

Учитель: Изменим величину тока в первой катушке. При этом во второй катушке возникает ток! Если же ток в первой катушке неизменен, то во второй катушке тока нет. Ток во второй катушке возникает при регулировке тока в первой катушке реостатом или в моменты замыкания или размыкания цепи. Что общего в данных опытах?

Ученик: Ток во второй (верхней) катушке возникает только при изменении тока в первой (нижней) катушке.

Учитель: Как объяснить результаты этого опыта?

Ученик: При прохождении тока по первой катушке вокруг неё возникает магнитное поле. Это магнитное поле пронизывает витки второй катушки (обе катушки находятся на одном железном сердечнике). Но магнитное поле не будет действовать на свободные электроны, находящиеся в проводнике второй катушки. Эти заряженные частицы неподвижны. А магнитное поле, как известно, действует только на движущиеся заряженные частицы. Причина возникновения тока пока нами не выявлена.

Учитель: При каких условиях в электрической цепи существует ток?

Ученик: Во-первых, электрическая цепь должна быть замкнута. Во-вторых, необходимо наличие свободных заряженных частиц, которые могут перемещаться по цепи, создавая ток. В-третьих, в проводнике необходимо создать электрическое поле. Электрическое поле будет действовать на свободные заряженные частицы, что приведёт к возникновению тока.

Учитель: Выполняются ли эти условия в рассматриваемом опыте?

Ученик: Первое условие выполнено – витки второй катушки замкнуты на электроизмерительный прибор. Выполнено и второе условие – катушка изготовлена из медной проволоки, а медь – один из лучших проводников. Но каким образом выполнено третье условие?! Каким образом в проводнике создаётся электрическое поле?

Учитель: Еще раз проанализируем условия опыта. Изменяя ток в первой катушке, мы тем самым изменяем магнитное поле, пронизывающее вторую катушку. Только в том случае, когда вторую катушку пронизывает переменное магнитное поле, в ней возникает ток.

Ученик: Можно высказать предположение, что переменное магнитное поле порождает электрическое поле. И возникшее электрическое поле, действуя на неподвижные заряды, приводит к появлению тока в замкнутой цепи.

Учитель: Вы правы!

Ученикам сообщают, что явление возникновения электрического поля при изменении магнитного поля называется явлением электромагнитной индукции. Будучи уверенным в единой природе магнитных и электрических явлений, Фарадей поставил задачу: «Превратить магнетизм в электричество». И эта задача была им успешно решена – на опыте обнаружена взаимосвязь магнитного и электрического полей.

В продолжение диалога:

Учитель: По какому признаку обнаруживается явление электромагнитной индукции?

Ученик: Явление электромагнитной индукции обнаруживается по возникновению тока в замкнутом проводнике, который находится в переменном магнитном поле.

Учитель: Подтвердим ваше утверждение опытом (опыт по рис. 232 учебника). Первую катушку подключим к источнику переменного тока, а вторую плоскую катушку замкнём на лампочку. Лампочка светится. Почему?

Ученик: В промышленной сети ток меняется как по величине, так и по направлению. Создаваемое этим током переменное магнитное поле порождает электрическое поле. Благодаря явлению электромагнитной индукции во второй катушке возникает ток, лампочка светится.

Учитель: Если разомкнуть цепь второй катушки, то лампочка светиться не будет. Может быть, теперь явление электромагнитной индукции не происходит?

Ученик: Нет. Просто нами не созданы необходимые условия для обнаружения явления.

Учитель: Пронаблюдаем ещё один опыт (опыт по рис. 233 учебника). На концах легкой алюминиевой пластинки, которая может вращаться вокруг вертикальной оси, закреплены два алюминиевых кольца. Одно из них сплошное, а другое с разрезом. Поднесём магнит к сплошному кольцу. В опыте отчётливо видно, как кольцо отталкивается от магнита. Почему?

Ученик: При приближении магнита замкнутый проводник – кольцо – пронизывает нарастающее, то есть переменное магнитное поле. В соответствии с явлением электромагнитной индукции в проводящем кольце возникает ток. На проводник с током в магнитном поле, как известно, действует сила.

Учитель: Разрезанное кольцо с магнитом не взаимодействует. Почему?

Ученик: Ясно, что разрез препятствует возникновению тока в кольце – электрическая цепь не замкнута.

Прокомментируем выполненную на этом этапе урока работу. Была создана проблемная ситуация (дидактическая значимость проблемного обучения, его влияние на развитие мышления учащихся общеизвестны). Разрешение проблемы осуществлялось путём организации проблемного диалога (приведён один из возможных сценариев диалога). Ученикам предлагалось:

– проанализировать опыты и выделить их отдельные элементы (замкнутый проводник – контур, источник магнитного поля – электромагнит, средство для изменения магнитного поля электромагнита – ключ, реостат);

– сравнить опыты и выделить сходное во всех опытах (возникновение тока в контуре в случае изменения магнитного поля, пронизывающего контур);

– обобщить и выразить основные результаты опытов в общем положении (результат опыта не зависит от того, меняется ли величина или направление магнитного поля, пронизывающего контур);

– сделать вывод (магнитное поле не оказывает силовое действие на неподвижные заряженные частицы; возникновение упорядоченного движения заряженных частиц – электрического тока – свидетельствует о наличии электрического поля, возникающего при изменениях магнитного поля).

Таким образом, для объяснения наблюдаемого явления электромагнитной индукции ученики с неизбежностью приходят к необходимости расширения известной им системы научных понятий.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока идёт обобщение, подведение итогов и осознание новизны изученного материала. Предложенная форма обобщения, безусловно, является достаточно сложной. Однако неожиданный «поворот сюжета», привлечение необычного исторического персонажа позволяют удержать внимание учеников:

Учитель: В истории науки известна фигура английского мыслителя, писателя, монаха Уильяма Оккама (около 1285–1349). Ему принадлежит изречение, устанавливающее правило научного мышления и получившее название «бритва Оккама»: «Не умножай сущности без надобности».

Применим «бритву Оккама» к изученному нами сегодня материалу. Первоначально мы пронаблюдали несколько опытов¹. Необходимо ли нам было «умножать сущности», высказывать какие-либо новые предположения для объяснения результатов этих опытов? Или нам удалось дать объяснения, используя уже имевшийся «багаж знаний»?

Ученик: Результаты опытов объяснены действием магнитного поля на движущиеся вместе с проводником электроны. Например, раньше мы наблюдали действие магнитного поля на электроны, движущиеся в электронно-лучевой трубке осциллографа. Никаких новых дополнительных предположений для объяснения опытов не требуется.

Учитель: Далее мы пронаблюдали совершенно иные опыты². Какой же главный вывод был сделан нами исходя из результатов этих опытов?

Ученик: Переменное магнитное поле порождает вокруг себя электрическое поле. Это явление названо явлением электромагнитной индукции.

Учитель: Подведём итог. На сегодняшнем уроке мы «умножили физические сущности», известные нам. Мы на опыте убедились в существовании фундаментального физического явления, устанавливающего взаимосвязь переменного магнитного поля и электриче-

¹ Демонстрируются слайды, содержание которых повторяет рис. 227–229 учебника.

² Демонстрируются слайды, содержание которых повторяет рис. 231 и 232 учебника.

ского поля. Теперь нам известно, что «источником» электрического поля являются не только электрически заряженные частицы, но и изменяющееся магнитное поле!

Обсудим, насколько важно явление электромагнитной индукции, «открытое» нами на сегодняшнем уроке. Сам Фарадей считал, что его открытию принадлежит большое будущее. Во многих книгах по истории физики приводится ответ Фарадея на вопрос министра финансов Англии того времени: «Какая же, в конце концов, от всего этого польза?» Фарадей ответил: «Сэр, не лишено возможности, что вы в ближайшем будущем из всего этого будете извлекать налоги». Оправдалось ли предвидение Фарадея? Для ответа на вопрос используйте текст учебника.

У ч е н и к : Явление электромагнитной индукции нашло самое широкое практическое применение. Оно лежит в основе всей современной электро- и радиотехники. Генераторы электрической энергии, трансформаторы, преобразующие переменный ток, промышленные электродвигатели переменного тока – вот только некоторые из множества устройств, работающих благодаря явлению электромагнитной индукции. Без этого явления были бы невозможны радиосвязь, телевидение, средства связи (текст учебника, с. 231).

§ 8. Вихревое электрическое поле.

Лабораторная работа «Изучение явления электромагнитной индукции»

Первая часть урока. Анализ явления электромагнитной индукции продолжается при рассмотрении вопроса «Вихревое электрическое поле». Ученики должны уяснить, что источником вихревого электрического поля (в отличие от электростатического поля) являются не электрические заряды, а переменное магнитное поле. С этой целью организуется работа с текстом учебника (раздел «Два источника электрического поля» § 43 учебника), демонстрируется опыт по рис. 235, а, б учебника. По результатам работы ученики заполняют таблицу:

<i>Тип поля</i>	Вихревое электрическое поле	Электрическое поле вокруг неподвижных зарядов
<i>Источник поля</i>	Переменное магнитное поле	Положительные и отрицательные электрические заряды
<i>Как обнаруживается поле</i>	По силовому действию на электрически заряженные частицы (возникновение тока в замкнутой цепи)	По силовому воздействию на электрически заряженные частицы
<i>Обладает ли поле энергией</i>	Да, совершает работу при перемещении зарядов по замкнутой цепи	Да, совершает работу при перемещении зарядов между двумя точками, на отдельном участке цепи

Вторая часть урока. Во второй части урока ученики выполняют лабораторную работу «Изучение явления электромагнитной индукции» по описанию, приведённому в § 43 учебника. Выполнение данной лабораторной работы позволяет ученикам «открыть» (на качественном уровне) закон электромагнитной индукции.

Для обобщения результатов проведённой работы используют план ответа о физическом законе:

1. Закон устанавливает взаимосвязь между переменным магнитным полем и вихревым электрическим полем.

2. Величина вихревого электрического поля определяется быстротой изменения магнитного поля. Математическая формула, выражающая содержание закона, не рассматривалась.

3. Опыты, подтверждающие справедливость закона, составляют содержание выполненной лабораторной работы «Изучение явления электромагнитной индукции».

4. Примеры учёта и применения закона на практике (генераторы электрической энергии электростанций; трансформаторы, преобразующие переменный ток; промышленные электродвигатели переменного тока) будут рассмотрены при дальнейшем изучении явления.

5. Закон применяется для явления электромагнитной индукции.

Заключительная часть урока. К заключительной части урока можно перейти, предложив ученикам вновь прочитать последний абзац текста на с. 221 учебника, где перечислены примеры практического применения явления электромагнитной индукции. Далее в качестве примера практического применения явления электромагнитной индукции следует рассмотреть устройство жёсткого диска компьютера. Хотя данный материал в учебнике и приведён как материал для дополнительного изучения, но практика работы показывает, что опора на текст учебника (раздел «Практическое применение явления электромагнитной индукции» § 43 учебника), демонстрация ученикам «внутренностей» жёсткого диска (из числа пришедших в негодность или устаревших винчестеров), а также использование соответствующего ресурса ЕК ЦОР, например, № 135012 (анимация «Накопитель на жёстких магнитных дисках») позволяют доступно изложить этот вопрос.

§ 9. Повторение материала по теме «Явление электромагнитной индукции»

Первая часть урока. Урок следует начать с анализа конспекта «Явление электромагнитной индукции», приведённого в тематической тетради к учебнику 8 класса.

Вторая и заключительная части урока. Оставшееся время урока может быть посвящено анализу демонстрационных опытов. При этом можно воспользоваться известным методическим приёмом: ученикам, работая в группе, предлагается проанализировать ход и результаты опыта и письменно изложить свои объяснения, затем проводится коллективное обсуждение опыта. Обсуждение опыта завершается оценкой, какая из групп дала наиболее полный и правильный ответ.

1. Демонстрируется индукционный фонарик (рис. 24). Предлагается объяснить принцип его действия.



Рис. 24

2. Демонстрируется опыт «Устройство и действие трансформатора». Первоначально ученикам рассказывают, что прибор состоит из двух катушек (их называют первичной и вторичной обмотками трансформатора), которые насажены на железный сердечник, снабжённый железной перемычкой (рис. 25).



Рис. 25

Первичная обмотка трансформатора включается в цепь переменного тока¹. При прохождении переменного тока по первичной обмотке вокруг первичной обмотки и в железном сердечнике возникает переменное магнитное поле. Переменное магнитное поле пронизывает и вторичную обмотку. В соответствии с явлением электромагнитной индукции пере-

менное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле и если вторичная обмотка замкнута (например, на лампочку), то в ней возникнет электрический ток.

Ученикам предлагают объяснить:

- почему накал лампочки, включённой во вторичную обмотку, уменьшается при уменьшении напряжения на первичной обмотке;
- почему накал лампочки уменьшается, если удалить перемычку железного сердечника;
- почему накал лампочки уменьшается, если лампочку подключить к меньшему числу витков вторичной обмотки.

3. Демонстрируется опыт «Зажигание неоновой лампы». Ученикам объясняют, что для возникновения газового разряда в лампе и свечения газа (неона), заполняющего лампу, необходимо напряжение около 100 В. При подключении к источнику постоянного напряжения 4–10 В лампа светиться не будет. Если же параллельно лампе подсоединить катушку на железном сердечнике, то при размыкании

¹ Принцип действия трансформатора разъясняется не в ходе монолога учителя, а в ходе его диалога с учениками.

цепи лампа вспыхивает (рис. 26). Ученикам предлагается объяснить наблюдаемое явление.

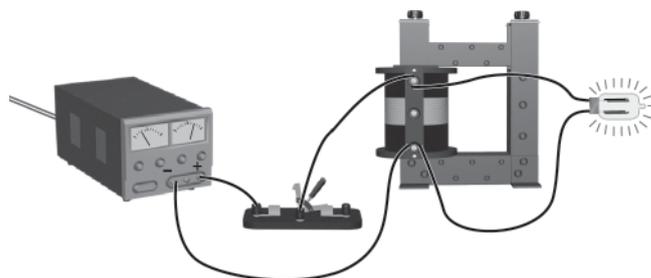


Рис. 26

§ 10. Самостоятельная работа по теме «Явление электромагнитной индукции»

Первая часть урока. В начале урока может быть проведён взаимопрос учеников по обобщенному плану ответа о физическом явлении (явление электромагнитной индукции) и о физическом законе (закон электромагнитной индукции). Ученики работают в паре: один из учеников, выслушав ответ [при необходимости можно продемонстрировать слайды с правильными (эталонными) ответами], оценивает работу, а затем ученики меняются ролями.

Вторая и заключительная части урока. Во второй части урока (при наличии времени) ученикам предлагается объяснить результат демонстрационного опыта 4/10 – 1 «Зажигание неоновой лампы, подключенной к электрическому звонку».

Далее учениками выполняется самостоятельная работа по теме «Явление электромагнитной индукции», варианты которой приведены в сборнике самостоятельных и контрольных работ.

§ 11. Зачёт по разделу «Магнитные явления»

Методика проведения зачёта по разделу «Магнитные явления» традиционна. Особенностью зачёта, как и на зачёте по разделу «Электрические явления», является наличие вопросов, позволяющих проверить сформированность практических умений и навыков учеников по изученному разделу (вопросы 6, 8, 9, 11 зачёта).

§ 12. Контрольная работа по разделу «Магнитные явления»

Контрольная работа по разделу «Магнитные явления» проводится по вариантам, которые приведены в пособии «Самостоятельные и контрольные работы», входящем в дидактический комплекс «Физика – 8».

§ 13. Урок коррекции знаний

Итоги изучения раздела «Магнитные явления» подводятся на уроке коррекции знаний. Устраняются пробелы в знаниях учеников, которые обнаружены в результате поэлементного анализа выполнения теста и при проведении зачёта. Анализируются типичные ошибки, допущенные учениками при выполнении контрольной работы.

Часть времени на уроке коррекции знаний можно посвятить выполнению лабораторной работы «Определение КПД электродвигателя», инструкция к которой приводится ниже.

Лабораторная работа «Определение КПД электродвигателя»

Повторение

1. Как рассчитывается сила тяжести, действующая на тело известной массы? Запишите соответствующую формулу.

2. Чему равна сила тяжести, действующая на тело массой 550 г? Приведите расчёт.

3. К вертикальной нити прикреплен груз массой 200 г. Сделайте чертёж и укажите силы, действующие на груз. Чему равна сила натяжения нити при равновесии груза? при равномерном движении груза вертикально вверх?

4. Как рассчитывается механическая работа постоянной силы в случае, если направление силы и направление перемещения совпадают? Запишите соответствующую формулу.

5. Под действием горизонтально направленной силы 12 Н санки переместились по горизонтальной дороге на 5 м. Какая механическая работа при этом совершена? Приведите расчёт.

6. К грузу массой 150 г прикрепили нить и, потянув за нить, подняли груз равномерно вверх на высоту 80 см. Какая механическая работа совершена при этом силой упругости? Приведите расчёт.

7. Как рассчитывается работа тока? Запишите соответствующую формулу.

8. При включении электрического двигателя сила тока в цепи 0,6 А, напряжение на электродвигателе 4 В. Какая работа будет совершена током за 2 мин? Приведите расчёт.

9. Что такое КПД? Приведите определение величины.

10. Пусть с помощью электродвигателя, включённого в электрическую цепь, поднимают груз на некоторую высоту. На что расходуется при этом энергия электрического поля (работа тока)? *Во-первых*, на совершение работы по подъёму груза (увеличение потенциальной энергии груза). *Во-вторых*, на нагревание проводника – ротора электродвигателя (увеличение внутренней энергии вещества).

Рассмотрим пример: допустим, электрическим током совершена работа 200 Дж, работа по подъёму груза составляет 80 Дж, а количество теплоты, выделившееся при прохождении тока, 120 Дж. Чему равен в этом случае КПД двигателя? Приведите расчёт.

КПД электродвигателя, совершающего работу при подъёме груза массой m на высоту h , рассчитывается по формуле

$$\text{КПД} = \frac{mgh}{IUt} \cdot 100\%,$$

где I – сила тока в роторе электродвигателя;

U – напряжение на зажимах электродвигателя;

t – время работы электродвигателя.

Обоснуйте данную формулу.

Указания к лабораторной работе

1. Перечислите приборы, которые вам необходимо будет использовать для определения КПД электродвигателя.

2. Соберите электрическую цепь, соединив последовательно источник тока, ключ, реостат, электродвигатель, амперметр. Параллельно электродвигателю подключите вольтметр. Прикрепите нить к валу электродвигателя. Закрепите на нити груз. Регулируя силу тока, добейтесь равномерного подъёма груза.

3. Измерьте, за какое время груз поднимается на определённую высоту. Измерьте, чему равны при этом сила тока и напряжение. Вычислите КПД.

4. Определите КПД при иной массе груза. Сделайте вывод, изменится ли КПД электродвигателя.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В приложении приведено описание опытов, которые, по мнению автора, должны быть продемонстрированы ученикам при изучении курса физики 8 класса. Описание большинства опытов заимствованы из пособий для учителей, которые по праву относятся к «классике жанра». Соответствующий библиографический список приведён в конце приложения. Описание части опытов почерпнуто из других источников, ссылки на которые даны непосредственно в тексте приложения. При проведении некоторых демонстрационных опытов предлагается использовать приборы, которые в настоящее время не выпускаются промышленностью и не входят в перечни типового оборудования кабинетов физики, но сохранились в ряде школ. По этой причине автор счёл возможным «продлить жизнь» таких опытов и включить их описание в приложение.

Опыт 1/1 – 1 [1, с. 49, опыт 8]. Модель хаотического движения молекул

Оборудование: 1) прибор для демонстрации модели броуновского движения; 2) проекционный аппарат с приспособлением для горизонтального проецирования или кодоскоп.

При проведении опыта резиновую пробку из прибора нужно удалить и тогда он будет служить только для демонстрации «теплового движения молекул». Прибор (рис. 27) устанавливают на проекционном аппарате, подготовленном для горизонтального проецирования, или кодоскопе. Проецируют прибор на экран, добиваясь резкости изображения стальных шариков, помещённых внутри прибора. Объясняют учащимся устройство прибора и что он моделирует. При объяснении устройства прибора полезно несколько раз возбудить пружину щелчком и показать, как отскакивают от неё отдельные шарики, изображающие молекулы.

Вращая ручку ударного механизма, приводят в хаотическое движение шарики и наблюдают, как вследствие соударений шарики приходят в некоторое беспорядочное движение.

Можно показать различный характер «теплового движения молекул», что соответствует различной «температуре» (меняя частоту вращения ручки ударного механизма).

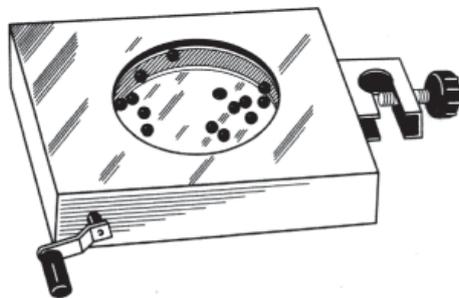


Рис. 27

Опыт 1/2 – 1 [2, с. 123, опыт 68]. **Воздушное огниво**

Оборудование: 1) воздушное огниво; 2) вата гигроскопическая; 3) спички.

Воздушное огниво (рис. 28) представляет собой полый прозрачный цилиндр 1 с плотно пригнанным поршнем 2. Поршень соединён металлическим стержнем 3 с рукояткой 4. Опыт с огнивом состоит в следующем. На дно цилиндра опускают небольшой кусочек ваты, предварительно обугленной¹. Затем, сосредоточив внимание учащихся на установке, резким, но не очень сильным нажимом руки вгоняют поршень внутрь цилиндра.

Воздух при сжатии сильно нагревается, и ватка воспламеняется. При демонстрации опыта полезно частично затемнить класс для лучшей видимости результата опыта.

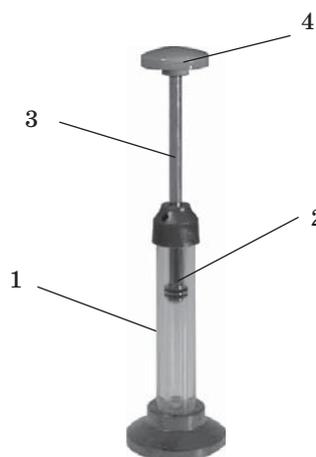


Рис. 28

Опыт 1/3 – 1 [1, с. 162, опыт 90, часть 2]. **Теплопроводность различных тел**

Оборудование: 1) короткий металлический стержень от универсального штатива; 2) деревянный стержень таких же размеров, как предыдущий; 3) спиртовка; 4) спички; 5) бумага, клей канцелярский.

Металлический стержень плотно обёртывают в один слой тонкой писчей бумаги (края бумаги удобно закрепить клеем), вносят в пламя спиртовки и держат в нём некоторое время (его можно замерить). Обращают внимание, что бумага не загорается и даже не обугливается. Затем такой же опыт повторяют с деревянным стержнем. Бумага в этом случае загорается.

Опыт 1/3 – 2 [1, с. 164, опыт 92]. **Конвекция в жидкостях и газах**

Оборудование: 1) прибор для демонстрации конвекции в жидкости; 2) штатив универсальный; 3) спиртовка или таблетка сухого горючего; 4) кристаллики марганцовокислого калия; 5) экран настольный; 6) вертушка на острие; 7) осветитель для теневой проекции; 8) лист картона 25×15 см.

Перед опытом прибор для демонстрации конвекции жидкости укрепляют вертикально (рис. 29), располагая сзади белый экран. Наливают в прибор холодную воду, заполняя ею всю верхнюю горизонтальную трубку. На сетчатое дно каждой ложечки, прилагаемой к прибору, кладут кри-

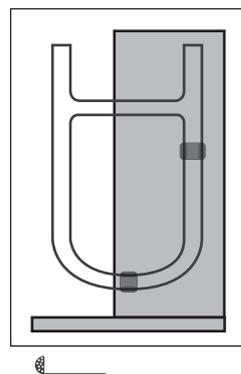


Рис. 29

¹ Для обугливания кусочек ваты необходимо поджечь и тут же затушить, хлопнув коробком спичек. С обугленным кусочком ваты описанный опыт получается удачно практически всегда, в отличие от смачивания ватки серным эфиром.

сталлики марганцовокислого калия. Ложечки с красителем опускают в оба колена прибора и подвешивают их за край трубки.

Для демонстрации конвекции под прибор подставляют спиртовку: её пламя должно охватывать угол прибора под одной из ложечек. В подогреваемой таким образом воде возникают конвекционные потоки. В этом опыте следует обратить внимание учащихся на направление конвекционных потоков и их одновременное возникновение в любом сечении трубки.



Рис. 30

Конвекцию в газах легко продемонстрировать, если наблюдать восходящий поток воздуха с применением теневого проецирования (рис. 30).

Конвекцию в воздухе также легко обнаруживают с помощью самодельной вертушки, посаженной на острие и расположенной под пламенем спиртовки. Вертушку для этого опыта можно изготовить из плотной бумаги или фольги: вырезают круг радиусом 40–50 мм и вписывают в него окружность радиусом 15–20 мм. Затем круг делят на 12 частей и надрезают его по радиальным линиям до

малой окружности. Полученные лепестки следует немного прогнуть относительно их продольной оси, а в центре вертушки сделать небольшое углубление (но не отверстие) для опоры.

Опыт 1/7 – 1. Модель двигателя Герона Александрийского

Оборудование: 1) модель двигателя Герона Александрийского (самодельная); 2) спиртовка; 3) спички.

Для изготовления модели потребуется коническая колба 100 мл, пробка подходящего размера с двумя отверстиями под стеклянные трубки, два кусочка стеклянной трубки, предварительно изогнутые в пламени газовой горелки или спиртовки под прямым углом, две пипетки, два небольших отрезка резиновой трубки, кусок медной проволоки.

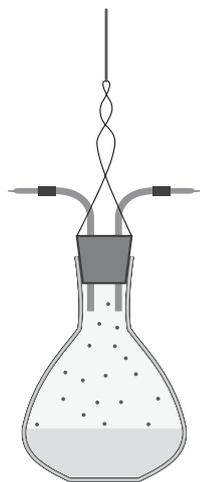


Рис. 31

В колбу наливают некоторое количество воды и закрывают колбу пробкой, в которую вставлены стеклянные трубки. На стеклянные трубки, используя отрезки резиновых трубок, насаживают пипетки (рис. 31). Из медной проволоки изготавливают держатель. К держателю прикрепляют нить, и колбу подвешивают к лапке или кольцу штатива так, чтобы она могла вращаться вокруг нити. С помощью спиртовки нагревают воду в колбе (для сокращения времени нагрева в колбу следует наливать горячую воду) и наблюдают, как колба приходит во вращение, когда пар, образующийся при кипении воды, вылетает из отверстий пипеток.

Опыт 1/7 – 2. Биметаллическая пластина как тепловой двигатель
Оборудование: 1) пластина биметаллическая со стрелкой; 2) блок; 3) нить; 4) небольшой груз; 5) спиртовка; 6) спички.

Прибор изготовлен из двух тонких пластин из стали и меди, склепанных вместе и укрепленных одним концом на стержне-основе (рис. 32). Другой конец биметаллической пластины шарнирно соединен со стрелкой, ось которой вместе со штифтом для установки прибора на штативе закреплена на стержне-основе. На стержне-основе укреплена шкала. При нагревании биметаллическая пластина изгибается и стрелка перемещается по шкале.

При проведении опыта к концу стрелки необходимо привязать нить, а к ней – небольшой груз. В этом случае при нагревании стрелки («передаче двигателю некоторого количества теплоты от нагревателя») груз будет поднят на определённую высоту («совершение полезной механической работы рабочим телом двигателя»), а затем после охлаждения («сброс энергии в холодильник») стрелка – «тепловой двигатель» – вернётся в исходное положение.

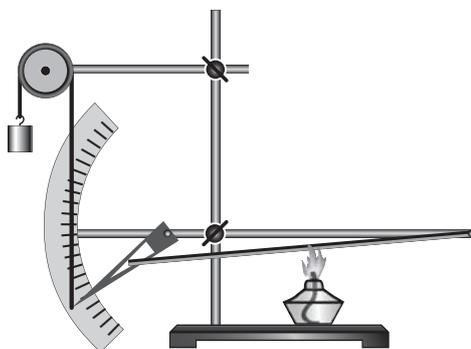


Рис. 32

При отсутствии описанного выше прибора можно изготовить самодельную биметаллическую пластину. В полосках латуни и железа длиной 250 мм, шириной 20 мм просверливают совпадающие отверстия на расстоянии 25 мм друг от друга и скрепляют пластины, используя подходящие болтики и гайки либо с помощью заклёпок, изготовленных из отрезков алюминиевой проволоки (рис. 33).

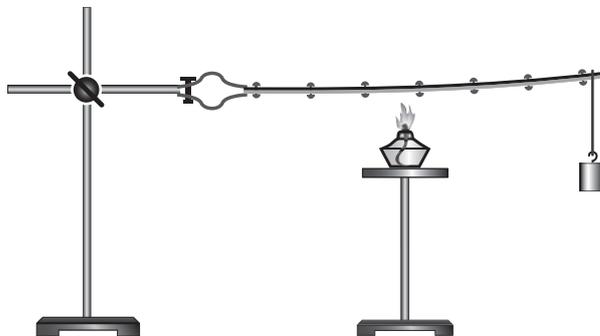


Рис. 33

Опыт 1/7 – 3. Модель теплового двигателя

Оборудование: 1) узкий длинный тонкостенный стеклянный сосуд; 2) стеклянная пробирка с пробкой и трубкой; 3) мензурка; 4) сосуд с водой; 5) кусочки льда; 6) поваренная соль; 7) алюминиевый стаканчик калориметра; 8) электроплитка лабораторная; 9) штатив лабораторный с муфтой и лапкой.

Демонстрационная установка состоит из «картезианского водолаза» 1 и узкого длинного тонкостенного стеклянного сосуда 2, наполненного водой 3 (рис. 34). Нижняя часть стеклянного сосуда опущена в алюминиевый стаканчик калориметра 4 с водой, которая подогревается электроплиткой 5. Сверху в сосуд 1 кладут несколько кусочков льда 6.

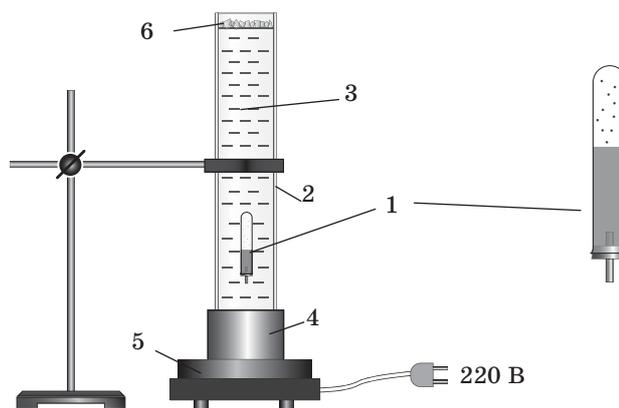


Рис. 34

В качестве узкого длинного тонкостенного сосуда можно использовать колбу люминесцентной лампы длиной 1200 мм. На открытом воздухе колбу лампы с одного конца вскрывают, удаляя выводные штырьки и концевую панельку, очищают лампу от слоя люминофора, покрывающего её изнутри. «Картезианского водолаза» изготавливают из пробирки длиной 120 мм и диаметром 13 мм, стеклянной трубки длиной 80 мм с внутренним диаметром 6 мм (указаны ориентировочные размеры). Пробирку с помощью шприца частично заполняют водой так, чтобы «водолаз» всплывал в горячей воде и тонул в холодной воде. Плавуемость «водолаза» проверяют, погружая его в мензурку с водой.

При проведении демонстрации сосуд (колбу люминесцентной лампы) с помощью штатива закрепляют вертикально, опустив нижнюю часть сосуда в алюминиевый стаканчик калориметра, наполненный водой, подогреваемой электроплиткой. В сосуд насыпают небольшое количество поваренной соли, наполняют сосуд водой комнатной температуры, кладут в сосуд кусочки льда.

Если теперь в сосуд опустить «картезианского водолаза», то в верхних, более холодных слоях воды (там, где плавают кусочки льда), воздух в «водолазе» охлаждается, его давление уменьшается – «водолаз» наполняется водой и погружается в нижние слои воды. В нижних горячих слоях воды воздух в «водолазе» прогревается, вытесняет некоторое количество воды из «водолаза» и он всплывает,

совершая механическую работу (по поднятию воды, находящейся в пробирке)¹.

Таким образом, «водолаз» и колба с «горяче-холодной» водой являются моделью теплового двигателя. Двигатель будет совершать работу («водолаз» «возит» воду снизу вверх) до тех пор, пока температура «нагревателя» (нижних горячих слоёв воды) больше температуры «холодильника» (верхних слоёв воды).

Опыт 1/10 – 1. Сравнение теплоёмкостей различных металлов

Оборудование: 1) алюминиевый и железный диски одинакового диаметра и массы²; 2) электрическая плитка; 3) кружка металлическая для кипячения воды; 4) весы; 5) пинцет; 6) парафиновая пластина.

Ранее школьные кабинеты физики располагали прибором для демонстрации теплоёмкости металлов (прибор Тиндаля) и имелась возможность провести опыт по сравнению теплоёмкостей различных металлов [1, с. 172, опыт 99, часть 2].

В отсутствие данного прибора сравнение теплоёмкости металлов можно провести следующим образом. На различные чашки весов кладут алюминиевый и железный диски и убеждаются, что массы дисков одинаковы. Диски на некоторое время опускают в кипящую воду, а затем пинцетом вынимают диски из кипятка и кладут плашмя на поверхность парафиновой пластинки. После охлаждения дисков убеждаются, что полученные «отпечатки» – следы плавления парафина – различны: под алюминиевым диском расплавилось больше парафина. Это свидетельствует о различном количестве теплоты, отданном дисками при остывании на одинаковое число градусов. Так как массы дисков одинаковы, это позволяет сделать вывод о различной теплоёмкости металлов, в данном случае алюминия и железа. Для того чтобы все ученики имели возможность оперативно ознакомиться с результатом опыта, следует заготовить достаточное количество парафиновых пластин, на которых должны быть «запечатлены следы» заблаговременно проведённых опытов.

Опыт 1/16 – 1 [1, с. 184, опыт 109]. Кипение жидкостей

Оборудование: 1) датчик температур; 2) плитка электрическая или спиртовка; 3) штатив универсальный; 4) стакан химический на 500 мл; 5) пробирка с проволочным держателем; 6) палочка стеклянная; 7) эфир серный 20 мл; 8) поваренная соль; 9) вата.

В стакан наливают приблизительно 300 мл воды, предварительно подогретой до 60–70 °С и, опустив в воду датчик температуры, замечают начальную температуру воды. Затем начинают нагревать воду.

Обращают внимание учеников на появление пузырьков воздуха на стенках сосуда (этот воздух был растворён в воде). По мере повышения температуры наблюдают появление пузырьков пара, быстро поднимающихся вверх, внутри жидкости, и, наконец, обильное и

¹ Для повышения наглядности опыта воду в пробирке «водолаза» можно подкрасить.

² Ориентировочно размеры дисков таковы: диаметр дисков 25–30 мм, высота железного диска 10 мм, высота алюминиевого – 29 мм.

бурное выделение пара, т. е. кипение воды. Температура в это время близка к 100 °С. На опыте убеждаются, что температура воды при кипении не изменяется. Если же нагревание воды прекратить, то вода перестанет кипеть, и температура будет падать. Сообщают ученикам, что при нормальном атмосферном давлении температура кипения чистой воды 100 °С.

Затем в сильно кипящую воду следует насыпать поваренную соль. Вода перестаёт кипеть. Добавляют соли и, перемешивая стеклянной палочкой, получают насыщенный раствор. Через некоторое время солёная вода закипает, и термометр показывает температуру больше 100 °С. Делают вывод, что солёная вода кипит при более высокой температуре.

После этого ученикам показывают кипение серного эфира. В химический стакан наливают воду температурой 40–50 °С (температуру контролируют термометром) и в стакан опускают на проволочном держателе пробирку. Наливают в неё до половины серный эфир и закрывают ватой. Через некоторое время эфир закипит, что будет видно классу. Тем самым убеждаются, что температура кипения серного эфира меньше температуры кипения воды.

Опыт 2/2 – 1. «Обнаружение» электрического поля

Оборудование: 1) высоковольтный источник регулируемого напряжения; 2) набор спектральных трубок; 3) люминесцентная лампа.

При проведении демонстрации включают высоковольтный источник напряжения и подносят к клемме источника трубку на расстояние 10–15 см. В электрическом поле, существующем вокруг клеммы высоковольтного источника, трубка светится. Также при демонстрации можно воспользоваться люминесцентной лампой.

Опыт 2/3 – 1 [1, с. 213, опыт 131]. Химическое действие тока

Оборудование: 1) вставка для электролиза с двумя угольными электродами; 2) электрод медный; 3) два стакана на 0,5 л; 4) источник тока; 5) выключатель демонстрационный; 6) провода соединительные; 7) раствор медного купороса; 8) раствор поваренной соли; 9) электрод изогнутый; 10) шприц 50 мл с обрезанной нижней частью; 11) штатив с муфтой и лапкой; 12) спички.

Часть 1. Установка для демонстрации опыта аналогична той, что изображена на рис. 78 учебника. Установка собирается на глазах учеников, причём их внимание обращают на совершенно чистую чёрную поверхность обоих угольных электродов.

Наполняют стакан раствором медного купороса, включают на некоторое время ток, а затем вынимают электроды из стакана и показывают, что на катоде выделилась медь. После опыта угольный электрод, покрытый медью, включают в цепь так, чтобы он служил анодом, а в качестве катода вставляют медный электрод. Через короткое время после замыкания цепи угольный электрод полностью очищается от меди.

Часть 2. Далее демонстрируется электролиз водного раствора поваренной соли. Для сбора выделяющегося при электролизе водорода используют изогнутый электрод (он служил катодом) и шприц с обрезанной нижней частью. Шприц частично опускают в раствор поваренной соли. Надавив на шток, смещают поршень вниз до нулевой

отметки, затем тянут за шток, чтобы поршень шприца сместился до упора вверх и жидкость из стакана под действием атмосферного давления заполнила шприц. Закрепляют шприц в лапке штатива так, чтобы изогнутый электрод находился внутри шприца (рис. 35). Включив ток, наблюдают выделение водорода, который постепенно вытесняет раствор из шприца. Одновременно раствор в стакане приобретает зеленоватый оттенок, что обусловлено растворением хлора в воде.

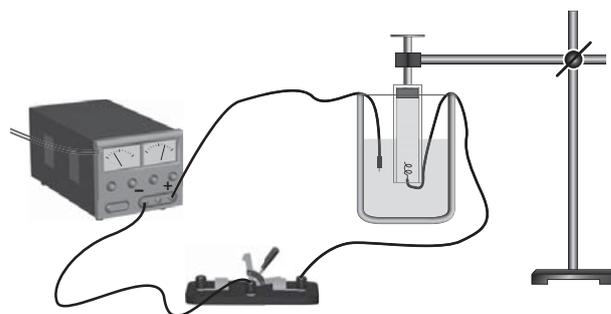


Рис. 35

Если после проведения опыта не переворачивая шприц поднять его над раствором и поднести к открытому концу горящую спичку, то раздастся хлопок, обусловленный сгоранием гремучего газа – смеси водорода и воздуха.

Опыт 2/3 – 2 [1, с. 213, опыт 130]. Магнитное действие тока

Оборудование: 1) катушка от разборного электромагнита; 2) штатив универсальный; 3) источник тока; 4) провода соединительные; 5) выключатель демонстрационный; 6) гвозди железные 40 мм в картонной коробке.

Установка для демонстрации изображена на рис. 36. Сначала закрепляют в лапке штатива короткий стальной стержень (можно использовать кольцо от штатива) и, поднося к нему гвозди и другие железные предметы, показывают отсутствие у стержня магнитных свойств. Затем надевают на стержень катушку, присоединяют её через выключатель к источнику тока напряжением 4 В и вновь подносят снизу к стержню коробку с гвоздями. Гвозди притягиваются к стержню. При выключении тока часть гвоздей отваливается и падает в коробку.

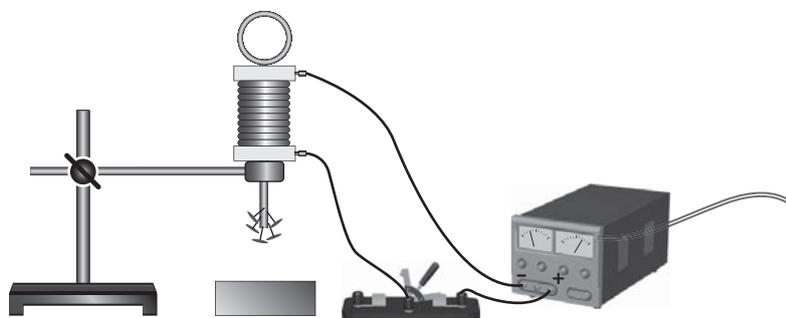


Рис. 36

Опыт 2/4 – 1 [1, с. 209–211, опыты 125–127]. **Источники тока**

Гальванический элемент. Аккумулятор

Оборудование: 1) стакан толстостенный на 0,5 л; 2) вставка для электродов; 3) электрод медный; 4) электрод цинковый; 5) электрод угольный; 6) электроды свинцовые – пара; 7) лампочка на подставке; 8) раствор серной кислоты 0,5 л (плотностью 1,06 г/см³); 9) источник постоянного тока 3–4 В; 10) выключатель демонстрационный; 11) соединительные провода.

Для демонстрации элемента Вольта (ЭДС 1,1 В) в стакан наливают раствор серной кислоты и опускают в него цинковый и медный электроды, закреплённые в специальной вставке. К зажимам элемента присоединяют через выключатель лампочку и наблюдают её горение.

Заменяв медный электрод угольным, повторяют опыт и замечают, что лампочка горит немного ярче (ЭДС элемента 1,4 В). (Наблюдая за горением лампочки, можно заметить, что вскоре её яркость уменьшается и она наконец гаснет. Но стоит только вынуть электроды из электролита и протереть мягкой кистью угольный электрод, как после погружения электродов в электролит лампочка вновь горит по-прежнему ярко. Этот опыт показывает явление поляризации, заключающееся в выделении водорода на поверхности положительного электрода. Нет необходимости подробно разъяснять учащимся это явление, однако надо указать на необходимость борьбы с ним. В проведённом опыте водород был удалён механическим путём, обычно же применяют различные химические соединения, связывающие водород и называемые деполаризаторами.)

Для демонстрации принципа действия аккумулятора показывают учащимся два свинцовых электрода и обращают внимание, что электроды совершенно одинаковы. Затем закрепляют их в специальной вставке и опускают в раствор серной кислоты, налитой в стакан (модель аккумулятора). Данное устройство пока не может служить источником тока, так как оба электрода в нём совершенно одинаковы. И действительно, присоединяя к зажимам лампочку, убеждаются, что она не горит¹.

Отключив лампочку, присоединяют модель аккумулятора к какому-либо источнику постоянного тока напряжением 3–4 В. Через 1–2 мин ток выключают и, вынув электроды, обращают внимание учащихся на изменение их окраски: электрод, который был присоединён к плюсу источника, теперь имеет шоколадный оттенок, а второй электрод, присоединённый к минусу, – светло-серый.

Снова погружают электроды в раствор кислоты и присоединяют к ним лампочку. Лампочка горит, постепенно угасая, приблизительно в течение 1 мин.

После полной разрядки модели аккумулятора (для этого её замыкают на некоторое время накоротко) пластины почти восстанавливают свой прежний свет.

¹ Разумеется, в этом случае пользоваться гальванометром нельзя, так как электроды обычно не вполне однородны и чувствительный гальванометр может обнаружить наличие тока.

Генератор тока

Оборудование: 1) магнитоэлектрическая машина; 2) лампочка на подставке; 3) выключатель демонстрационный; 4) соединительные провода.

Для демонстрации опыта используется магнитоэлектрическая машина, изображённая на рис. 84 учебника, либо магнитоэлектрическая машина, показанная на рис. 37.

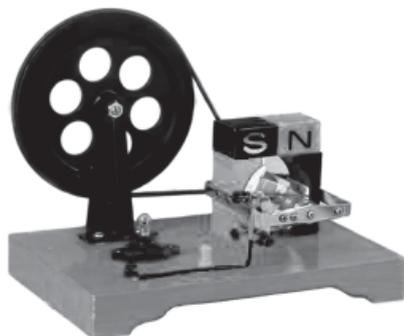


Рис. 37

В ходе опыта демонстрируют зависимость напряжения, вырабатываемого магнитоэлектрической машиной, от скорости вращения её ротора: увеличивая скорость вращения ротора, отмечают увеличение яркости свечения лампы.

Термоэлемент

Оборудование: 1) термопара; 2) гальванометр от демонстрационного вольтметра; 3) спиртовка; 4) спички.

Превращение внутренней энергии нагревателя в электрическую энергию демонстрируют, подключив термопару к зажимам гальванометра с малым сопротивлением (т. е. от демонстрационного вольтметра) и нагревая пламенем спиртовки один из спаев термопары. Термопару можно сделать из железной проволоки и двух медных проволок диаметром около 1 мм (рис. 38). Концы медных и железных проволок сваривают (в пламени электрической дуги), а свободные концы медных проволок загибают крючками для крепления в зажимах гальванометра. Термопару можно также изготовить из константановой проволоки (кусочек константановой проволоки берут от пришедшего в негодность демонстрационного реостата), к концам которой приваривают два куска железной проволоки.

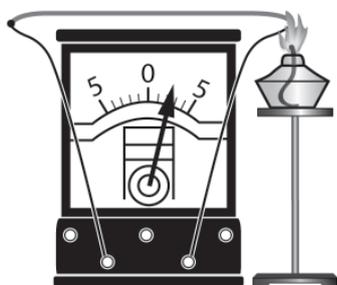


Рис. 38

Фотоэлемент

Оборудование: 1) фотоэлемент из демонстрационного набора «Полупроводниковые приборы» или солнечная батарея; 2) гальванометр от демонстрационного амперметра; 3) лампочка на подставке; 4) осветитель теневой проекции или лампа.

Преобразование энергии света в электрическую энергию демонстрируют с помощью фотоэлемента, который подключают к зажимам гальванометра с большим сопротивлением (т. е. от демонстрационного амперметра). В ходе проведения опыта регистрируют ток, величина которого определяется освещенностью фотоэлемента. Можно также использовать солнечную батарею, к которой подключают низковольтную лампочку на подставке.

Опыт 2/10 – 1 [1, с. 222, опыт 139]. Зависимость сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения материала

Оборудование: 1) панель с проволочными сопротивлениями; 2) источник тока; 3) гальванометр от вольтметра; 4) выключатель демонстрационный; 5) кусок медной проволоки диаметром 1 мм, длиной 90 см; 6) провода соединительные.

Для демонстрации опыта используется панель с четырьмя натянутыми на ней проволоками:

- 1) железная проволока ($L = 50$ см; $d = 0,5$ мм; $R = 0,56$ Ом);
 - 2) константановая проволока ($L = 50$ см; $d = 0,5$ мм; $R = 1,3$ Ом);
 - 3) две константановые проволоки, соединённые параллельно ($L = 50$ см; $d = 0,5$ мм; $R = 0,65$ Ом);
 - 4) константановая проволока ($L = 25$ см; $d = 0,5$ мм; $R = 0,65$ Ом).
- Приборы устанавливают так, как показано на рис. 39.

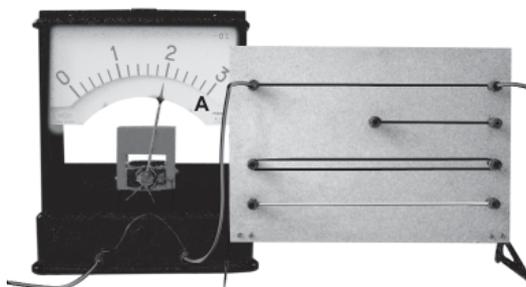


Рис. 39

Перед включением гальванометра левый зажим панели с проволочными сопротивлениями соединяют непосредственно с выключателем куском медной проволоки, указанной в перечне оборудования. Затем отвёртывают немного зажимы гальванометра и поджимают под них короткий участок этой проволоки. Включают на панели одну из проволок с наименьшим сопротивлением, замыкают цепь и, увеличивая постепенно участок медной проволоки между зажимами гальванометра, добиваются отклонения стрелки почти на всю шкалу. (Такой способ включения шунта исключает возможность случайной порчи гальванометра.) После этого установка готова к работе.

В собранной установке включают поочерёдно в электрическую цепь натянутые на панели проволоки. Результаты опыта позволяют сделать надлежащие выводы о зависимости сопротивления проводников от их размеров и материала.

Для сравнения показаний гальванометра можно воспользоваться любой из шкал, так как в опыте измеряют силу тока в некоторых условных единицах (при этом обозначение вольтметра – букву V – следует закрыть).

При подготовке опыта надо учесть, что сила тока будет обратно пропорциональна сопротивлению испытываемой проволоки только при условии, что вся остальная часть цепи имеет пренебрежимо малое сопротивление: сопротивление шунтированного гальванометра от вольтметра, сопротивление соединительных проводов и внутреннее сопротивление источника тока. По этой причине ранее в методических пособиях в качестве источника тока с малым внутренним сопротивлением предлагалось использовать свежезаряженный аккумуляторный элемент НКН-10. В настоящее время в качестве источника тока можно рекомендовать блок питания с плавно регулируемым выходом, позволяющим выставить напряжение порядка 1 В и поддерживать это напряжение неизменным в ходе всего опыта.

Опыт 2/17 – 1. Перегорание предохранителя при коротком замыкании

Оборудование: 1) панель с лампами и плавким предохранителем; 2) источник тока; 3) провода соединительные; 4) кусок медной проволоки диаметром $0,15\text{ мм}$; 5) отвёртка; 6) вертикальная панель с закреплёнными на ней розетками осветительной цепи; 7) амперметр демонстрационный; 8) несколько электронагревательных приборов.

Чтобы показать действие плавкого предохранителя, устанавливают на панели тонкую медную проволочку диаметром $0,15\text{ мм}$ (рис. 40). Выкручивают верхнюю лампу и в свободный ламповый патрон вставляют отвёртку. При замыкании проволочка перегорает. (Естественно, предохранители источника тока должны быть рассчитаны на большую силу тока, чем сила тока при таком коротком замыкании.)

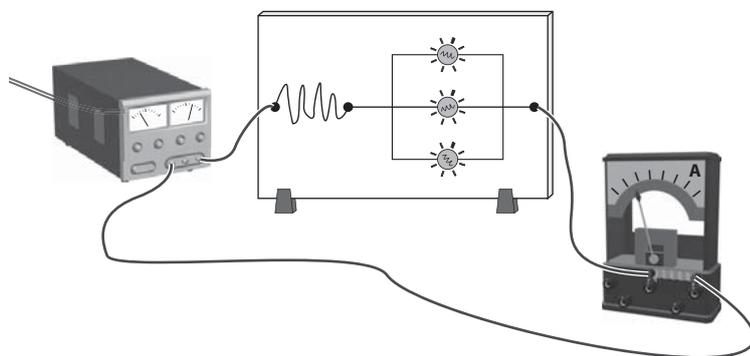


Рис. 40

Для демонстрации действия плавкого предохранителя полезно также иметь вертикальную панель с закреплёнными на ней розетками осветительной сети. Розетки должны быть соединены между собой параллельно и подключаться к сети через плавкий предохранитель, представляющий собой тонкую медную проволочку (клеммы, к которым крепится проволочка, и сам предохранитель должны быть закрыты прозрачным кожухом, исключающим возможность случайного прикосновения к оголённым тоководам). При проведении опыта панель подключают к сети через амперметр переменного тока и в розетки включают несколько электронагревательных приборов, что приводит к возрастанию тока в цепи и перегоранию предохранителя.

Опыт 3/2 – 1. Явление термоэлектронной эмиссии

Оборудование: 1) автомобильная лампа типа 12V 21/5 W Nord YADA (бесцокольная автомобильная лампа, используется для стоп-сигнала и габаритных огней в автомобилях японского производства); 2) регулируемый источник постоянного напряжения 0–24 В; 3) регулируемый источник напряжения 0–12 В; 4) микроамперметр 0–100 мкА; 5) соединительные провода; 6) штатив лабораторный с муфтой и лапкой; 7) светофильтр с проволочным держателем; 8) объектив; 9) экран.



Рис. 41

Многие автомобильные двухнитевые 12-вольтовые лампы имеют металлический цоколь, на который замкнут один конец каждой из нитей накала лампы. По этой причине перед проведением опыта одну из нитей накала пережигают, и опыт проводится так, как это описано в § 2 раздела 3 данного пособия.

Однако наиболее удобны бесцокольные лампы, в которых нити накала имеют независимые выводы (рис. 41).

В этом случае нет необходимости пережигать одну из нитей накала (верхнюю, по рис. 41) лампы. При демонстрации опыта на нижнюю нить накала лампы подают напряжение 10–12 В. (Чтобы лампа не слепила учащихся, устанавливают светофильтр.) С помощью объектива на экране получают увеличенное изображение лампы и объясняют, что лампа содержит две нити накала, разделённые вакуумным промежутком¹. Между нитями накала включают источник постоянного напряжения и микроамперметр так, чтобы на верхнюю нить накала приходился положительный потенциал (рис. 42).

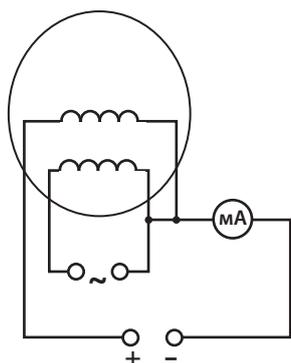


Рис. 42

¹ Если располагать несколькими такими лампами (6–7 ламп), то можно показать их ученикам «вживую», что предпочтительнее.

Когда на нижнюю нить накала напряжение не подано и она холодная, стрелка микроамперметра находится на нуле, тока между нитями накала нет. Если же нижняя нить накала лампы раскалена, то микроамперметр фиксирует ток в десятки микроампер¹. При этом сила тока заметно увеличивается при увеличении температуры нити накала лампы (плавно увеличивая напряжение, подаваемое на нижнюю нить накала, его можно довести до 15 В).

Опыт 3/2 – 2. Осциллограмма переменного напряжения

Оборудование: 1) осциллограф; 2) источник переменного тока; 3) лампочка на подставке; 4) выключатель демонстрационный; 5) соединительные провода.

Лампочку подключают к источнику переменного тока и к клеммам лампочки подключают осциллограф. Замыкают ключ и на экране осциллографа демонстрируют осциллограмму переменного напряжения.

Опыт 3/3 – 1 [2, с. 245, опыт 144; 3, с. 233, опыт 148]. Электрическая дуга

Оборудование: 1) угли для электрической дуги диаметром 5 мм – пара; 2) штативы изолирующие – пара; 3) светофильтры темные на металлических держателях – пара; 4) реостат 20 Ом, 10 А; 5) источник постоянного или переменного напряжения, рассчитанный на напряжение до 50–60 В и силу тока 8–10 А; 6) провода соединительные; 7) объектив для проецирования; 8) экран.

Установку для ознакомления с явлением образования электрической дуги собирают по рис. 43.



Рис. 43

Угли с помощью двух самодельных держателей из медной проволоки диаметром 2 мм (держатель для угольного стержня на рисунке показан отдельно) укрепляют на изолирующих штативах.

¹ При отсутствии подходящего демонстрационного прибора для измерения силы тока можно использовать технический прибор, например М 2027-М1 или М93, М96, М97, М903, М906. Шкалы этих приборов достаточно крупные и смещение стрелки прибора на несколько десятков микроампер будет заметно ученикам.

Чтобы устранить нагревание в месте контакта держателей с углями, концы последних предварительно омедняют электролитическим способом. (Опускают конец угольного стержня и медный электрод в стакан с раствором медного купороса; присоединяют угольный стержень к минусу источника постоянного тока напряжением 3–4 В, а медный электрод – к его плюсу и наращивают электролитически на конце угольного стержня слой меди. Затем подбирают металлический стержень, одинаковый по диаметру с угольным стержнем, и навивают на него несколько витков медной проволоки. Сняв спиральку со стержня, плотно вставляют в неё покрытый медью конец угольного стержня.) Смотреть на электрическую дугу и демонстрировать её учащимся без защитного фильтра нельзя, так как ослепительный свет дуги, богатый ультрафиолетовыми лучами, вредно действует на зрение. Поэтому концы угольных стержней (область электрической дуги) закрывают стеклянными фильтрами, которые крепятся на самодельных держателях из медной или алюминиевой проволоки подходящей толщины.

Соединение с реостатом и подводку тока от источника тока выполняют сравнительно толстыми проводами, так как для питания дуги требуется ток 6–8 А.

Перед тем как включить ток, ползун реостата устанавливают так, чтобы в цепь было введено сопротивление приблизительно 10 Ом, и сближают угли до соприкосновения. Затем закрывают угольные стержни фильтрами, подают напряжение (50–60 В) и слегка раздвигают изолирующие штативы. При этом между концами угольных стержней возникает электрическая дуга. Для более интенсивного горения дуги сопротивление реостата можно постепенно уменьшить до 7–8 Ом.

Наилучший способ демонстрации дуги – проекция её на экран. Для этого используют объектив (ученикам следует пояснить, что объектив даёт перевёрнутое изображение).

Опыт 3/3 – 2 [2, с. 244, опыт 143]. Искровой разряд

Оборудование: высоковольтный источник высокого напряжения.

Искровой разряд учащиеся наблюдали неоднократно. Однако, приступая к его изучению, следует воспроизвести это явление с высоковольтным источником высокого напряжения.

С искрой можно показать общеизвестные опыты: пробивание отверстий в бумаге, воспламенение ваты, смоченной эфиром.

Опыт 3/3 – 3 [2, с. 242, опыт 142]. Коронный разряд

Оборудование: 1) высоковольтный источник высокого напряжения; 2) ампервольтметр с гальванометром; 3) штативы изолирующие (пара); 4) скамья изолирующая; 5) проволока медная без изоляции диаметром 0,1 – 0,2 мм; 6) соединительные провода.

Между двумя изолирующими штативами, установленными на расстоянии приблизительно 40 см друг от друга, натягивают две тонкие медные проволоки, не соединённые между собой. Одну из проволок соединяют через гальванометр с одним полюсом высоковольтного преобразователя, а другую – с другим. Гальванометр устанавливают на изолирующую подставку (рис. 44).

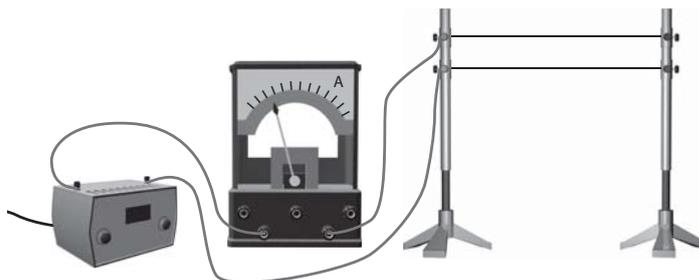


Рис. 44

Постепенно увеличивая напряжение, наблюдают, что с некоторого момента гальванометр начинает показывать наличие тока утечки: чем больше напряжение, тем больше ток. Затем затемняют класс и наблюдают свечение вокруг проводов (коронирование).

Опыт 3/3 – 4 [2, с. 248, опыт 145]. Разряд при пониженном давлении

Оборудование: 1) двухэлектродная трубка для демонстрации электрического разряда; 2) насос вакуумный; 3) высоковольтный источник высокого напряжения; 4) ампервольтметр с гальванометром; 5) резиновый шланг толстостенный; 6) резистор ограничительный порядка 2–3 МОм; 7) штатив с лапкой и муфтой; 8) соединительные провода.

Двухэлектродную трубку с присоединённым шлангом от вакуумного насоса укрепляют в лапке штатива. Последовательно с трубкой включают в цепь через ограничительный резистор 2–3 МОм гальванометр, установленный на изолирующей подставке. Источником тока служит высоковольтный источник высокого напряжения (рис. 45).

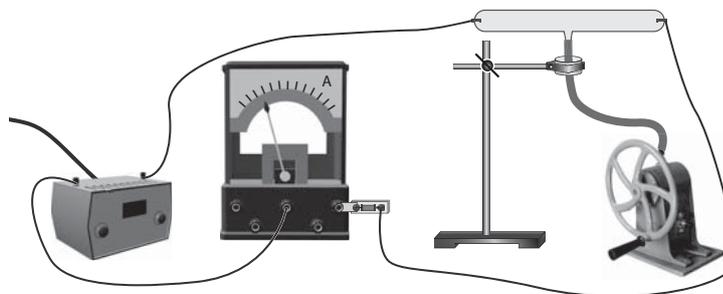


Рис. 45

Сначала показывают, что воздух при нормальном давлении не проводит электрический ток. Для этого включают высоковольтный источник и постепенно увеличивают напряжение на электродах до максимального. Гальванометр не обнаруживает тока.

Затем откачивают воздух из трубки. Начиная с некоторого момента гальванометр показывает наличие тока в цепи, а далее в затемнённом классе становится заметным и возникающее свечение в трубке.

Опыт 3/3 – 5. Применение тлеющего разряда

Оборудование: 1) высоковольтный источник высокого напряжения; 2) люминесцентная лампа; 3) отвёртка-индикатор.

Свечение газа при тлеющем разряде широко применяется на практике, например в люминесцентных лампах (рис. 46).



Рис. 46

Такие лампы наполнены инертным газом аргоном и парами ртути под давлением 400 Па. Тлеющий разряд, происходящий в лампе, сопровождается появлением ультрафиолетового излучения. Поэтому внутренняя поверхность стеклянного баллона лампы покрыта специальным веществом – люминофором (например, смесью галофосфата кальция с другими элементами), которое поглощает ультрафиолет и излучает видимый свет.

При проведении опыта люминесцентную лампу помещают между электродами высоковольтного источника высокого напряжения и наблюдают свечение лампы.

Ещё один распространённый прибор, в котором используется тлеющий разряд, – это отвёртка-индикатор (рис. 47, а).

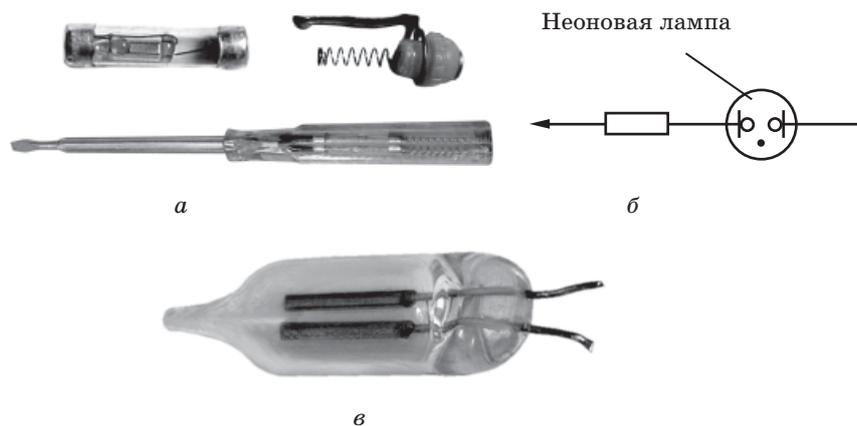


Рис. 47

Чаще всего в такую отвёртку встроена неоновая лампа, последовательно с которой включен резистор сопротивлением около 1 МОм (рис. 47, б). Неоновая лампа представляет собой стеклянный баллон (рис. 47, в), внутри которого помещены два металлических электрода. Баллон заполнен инертным газом неона, находящимся под давлением в несколько сотен паскалей.

При проведении опыта отвёртку-индикатор помещают между электродами высоковольтного источника высокого напряжения и наблюдают свечение неоновой лампы отвёртки.

Опыт 3/6 – 1 [2, с. 269, опыт 154]. Зависимость электропроводности полупроводников от температуры

Оборудование: 1) термистор; 2) ампервольтметр с гальванометром; 3) регулируемый источник постоянного напряжения 0–12 В; 4) выключатель демонстрационный; 5) спиртовка; 6) спички; 7) штатив с лапкой и муфтой; 8) соединительные провода; 9) стакан со снегом или холодной водой.

Термистор укрепляют в штативе и включают в электрическую цепь последовательно с гальванометром, источником тока и выключателем (рис. 48).



Рис. 48

При замыкании цепи гальванометр показывает небольшой ток. Величина этого тока зависит (в соответствии с законом Ома) от напряжения источника тока и начального, так называемого холодного, сопротивления термистора, т.е. его сопротивления при комнатной температуре. После этого термистор медленно нагревают и наблюдают постепенное увеличение тока, что обусловлено уменьшением сопротивления термистора при повышении его температуры.

Далее показывают обратный процесс – уменьшение силы тока при охлаждении термистора.

Опыт 3/6 – 2 [2, с. 275, опыт 157]. Зависимость электропроводности полупроводников от освещённости

Оборудование: 1) фоторезистор; 2) ампервольтметр с гальванометром; 3) регулируемый источник постоянного напряжения 0–12 В; 4) выключатель демонстрационный; 5) штатив с лапкой и муфтой; 6) электрическая лампа мощностью 60–100 Вт на подставке.

Собирают установку по рис. 49.

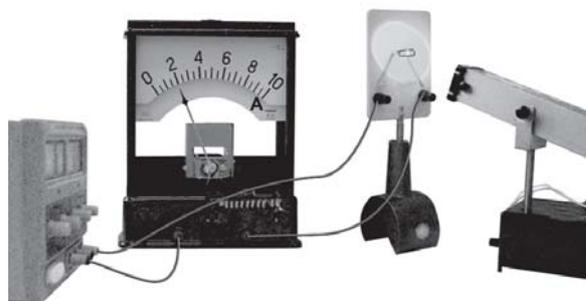


Рис. 49

Фоторезистор включают в цепь источника постоянного тока последовательно с гальванометром. Обращают внимание на малую величину начального тока. Этот ток называют темновым. Он зависит от электрического сопротивления, которым обладает фоторезистор, и от приложенного к нему напряжения.

Далее зажигают электрическую лампу и, медленно приближая и удаляя её от фоторезистора, наблюдают увеличение и уменьшение тока в цепи. Делают вывод, что сопротивление полупроводников при увеличении их освещённости уменьшается.

Опыт 4/1 – 1. Взаимодействие проводников с током

Оборудование: 1) прибор для демонстрации магнитного взаимодействия токов; 2) реостат 7,5 Ом, 10 А; 3) источник постоянного напряжения, рассчитанный на силу тока 8–10 А; 4) амперметр демонстрационный; 5) провода соединительные; 6) выключатель демонстрационный; 7) штатив.

Для демонстрации используется самодельный прибор¹, который представляет из себя пластину из изолирующего материала (ориентировочные размеры 300×200 мм), на которой прикреплены жестяные угольники с закреплёнными на них клеммами (рис. 50). В выступающих концах угольников кернером делают небольшие углубления, в которые вставляют две проволочные полурамки из медной проволоки, диаметром 0,8 мм. Концы полурамок заострены. Для придания полурамкам дополнительной жёсткости на вертикальных частях полурамок проволока навивается в 3–4 витка в виде пружины.

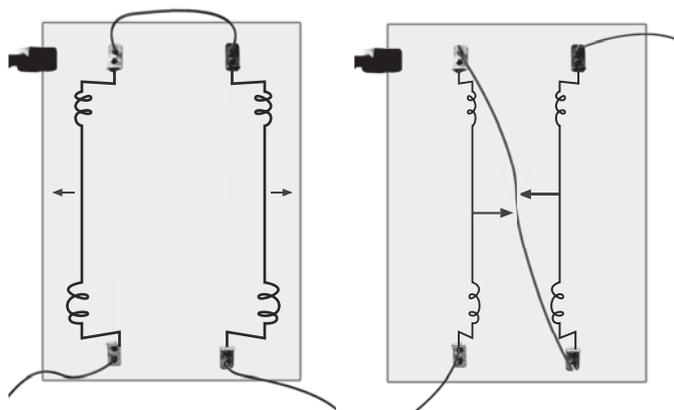


Рис. 50

Для проведения опыта необходим также реостат (типа РПР-15 на 15 Ом, 10 А) и источник постоянного напряжения, выдерживающий силу тока 8–10 А. При проведении опыта прибор закрепляют в вертикальном положении. Вставив в углубления жестяных угольников полурамки, наблюдают при одинаковом направлении тока в них притяжение, а при противоположном направлении тока – отталкивание полурамок.

¹ Физический эксперимент в школе : пособие для учителей [Текст] / сост. Г.В. Лисенкер. – М. : Просвещение, 1975. – Вып. 5. – С. 94.

Менее эффектно, но достаточно выразительно магнитное взаимодействие токов можно продемонстрировать, используя две полоски металлической фольги шириной 10–15 мм и длиной 700–750 мм. На штативе с помощью лапок крепятся в горизонтальном положении две деревянные линейки и с помощью канцелярских скрепок или зажимов между линейками закрепляют полоску фольги (свободно, без натяжения полоски). На втором штативе сооружают аналогичную конструкцию. Далее штативы устанавливают так, чтобы вертикально расположенные полоски находились на расстоянии 4–5 см друг от друга и, используя соединительные провода с зажимами «крокодил», включают полоски фольги в электрическую цепь.

Опыт 4/2 – 1. Взаимодействие катушек электромагнита

Оборудование: 1) катушки от электромагнита разборного – пара; 2) амперметр демонстрационный; 3) источник постоянного тока; 4) провода соединительные; 5) выключатель демонстрационный; 6) штативы – пара.

Собирают установку согласно рис. 51. При замыкании электрической цепи, в которую включены катушки, наблюдают взаимодействие катушек электромагнита. Меняя направление и величину тока в катушках, демонстрируют изменение величины и характера магнитного взаимодействия.

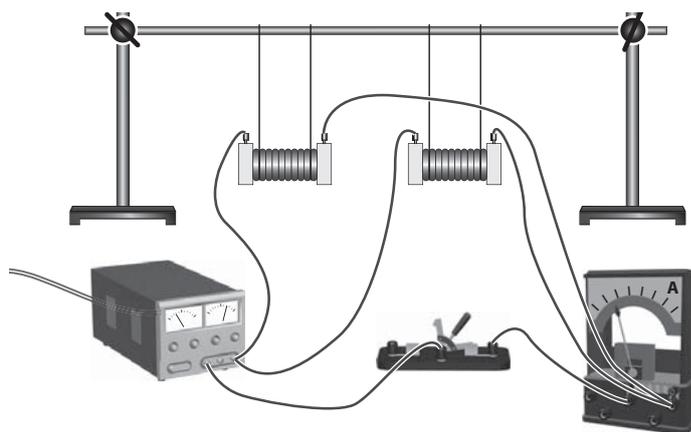


Рис. 51

Опыт 4/2 – 2. Взаимодействие постоянных магнитов

Оборудование: 1) магниты керамические кольцевые 4–5 штук; 2) деревянный или пластмассовый стержень круглого сечения с диаметром, соответствующим внутреннему диаметру кольцевых магнитов, и длиной 100–150 мм.

На вертикально расположенный стержень насаживают керамические магниты и демонстрируют их взаимное отталкивание (рис. 52).

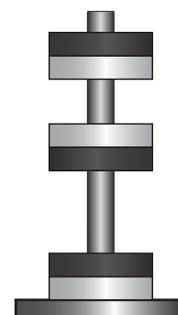


Рис. 52

Опыт 4/3 – 1. Действие магнитного поля электромагнита на поток электронов

Оборудование: 1) осциллограф электронный; 2) источник постоянного тока; 3) катушка 220 В трансформатора универсального с сердечником; 4) переключатель однополюсный; 5) провода соединительные.

При проведении опыта катушку подключают к источнику постоянного тока и подносят катушку к экрану осциллографа (рис. 53). Светящееся пятно на экране осциллографа располагают в центре экрана. При замыкании цепи и появлении тока в катушке наблюдают смещение пятна на экране осциллографа.



Рис. 53

Опыт 4/4 – 1. Устройство и действие электродвигателя

Оборудование: 1) машина магнитоэлектрическая; 2) источник постоянного напряжения (4–5 В).

При проведении данного опыта магнитоэлектрическую машину (ручной генератор) используют как электродвигатель (рис. 54).



Рис. 54

Со шкива ротора машины снимают приводной ремень. Щетки коллектора располагают таким образом, чтобы они касались полуколец коллектора. Выходные гнезда источника постоянного напряжения соединяют с клеммами на основании машины. Подключают источник к источнику и наблюдают, что ротор магнитоэлектрической машины при этом начинает вращаться. Замечают направление вращения ротора. Затем источник напряжения выключают и изменяют

полярность подключения его гнезд к клеммам машины. Снова включают источник и отмечают, что ротор опять начал вращаться, но направление его вращения изменилось на противоположное.

Опыт 4/5 – 1. Применение электромагнита для извлечения магнитных примесей из сыпучих материалов

Оборудование: 1) электромагнит разборный; 2) источник постоянного тока; 3) амперметр демонстрационный; 4) переключатель однополюсный; 5) провода соединительные; 6) песок; 7) мелкие железные предметы (кнопки, скрепки и т. п.).

Смешивают песок с мелкими железными предметами. Подносят к песку электромагнит, подключенный к источнику тока, и наблюдают, как происходит извлечение магнитных примесей из песка.

Опыт 4/10 – 1. Зажигание неоновой лампы, подключенной к электрическому звонку¹

Оборудование: 1) электрический звонок; 2) источник постоянного тока; 3) лампа неоновая; 4) переключатель однополюсный; 5) провода соединительные.

Подключают неоновую лампу непосредственно к источнику тока и видят, что лампа не светится. Подключают лампу к электрическому звонку (рис. 55) и наблюдают свечение лампы.

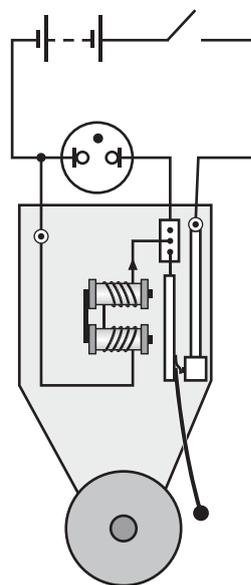


Рис. 55

Библиографический список

1. Демонстрационный эксперимент по физике в 6–7 классах средней школы [Текст] / под ред. А. А. Покровского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1974.
2. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Ч. 1. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики [Текст] / под ред. А. А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1978.

¹ Горев, Л. А. Занимательные опыты по физике в 6–7 классах средней школы : кн. для учителя [Текст] / Л. А. Горев. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1985. – С. 87, опыт 364.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Программа по физике для 8 класса	4
Раздел 1. Тепловые явления	21
Раздел 2. Электрические явления	60
Раздел 3. Ток в различных средах	87
Раздел 4. Магнитные явления	100
Приложение.....	120

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Андрюшечкин Сергей Михайлович

Уроки физики в 8 классе

Методические рекомендации для учителя

Подписано в печать . Формат 84x108/16.

Печать офсетная. Гарнитура SchoolBookC.

Бумага офсетная. Объём 9 п. л. Тираж экз. Заказ №

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2;
953005 – литература учебная

Издательство «Баласс». 111123, Москва, 1-я Владимирская ул., 9

Почтовый адрес: 111123, Москва, а/я 2, «Баласс»

Телефоны для справок: (495) 368-70-54, 672-23-12, 672-23-34

<http://www.school2100.ru> E-mail: balass.izd@mtu-net.ru

Отпечатано в ОАО «Смоленский полиграфический комбинат»
214020, г. Смоленск, ул. Смольянинова, 1