

Федеральный государственный образовательный стандарт
Образовательная система «Школа 2100»

С. М. Андриюшечкин

Уроки физики в 9 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 9 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 9 класса. Изложена методика преподавания физики в 9 классе на основе деятельностного подхода с использованием метода проблемного обучения.

Основой учебно-методического комплекса является учебник «Физика» для 9 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 9 классе в Образовательной системе «Школа 2100» организовано на основе учебно-методического комплекса (УМК) «Физика – 9». Так же, как и учебно-методический комплекс по физике для 7 и 8 классов, УМК «Физика – 9» включает в себя следующие элементы:

- программу;
- методическое пособие для учителя «Уроки физики в 9 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 9 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 9 класса

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования и обеспечена УМК для 9 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 9-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 связного курса опиралось на следующие идеи и подходы:

– *Усиление роли теоретических знаний* с максимально возможным снижением веса математических соотношений, подчас усваивающихся формально. 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, единую учебную тему составляет рассмотрение колебательных и волновых процессов различной природы – механических и электромагнитных колебаний и волн. 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 и поиска 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 нестандартные 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 (В. Оконь, Т. В. 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 9-м 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.

Мегапредметными 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:

9 класс

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

- проводить классификацию видов механического движения;
- применять в простейших случаях фундаментальные законы механики (законы Ньютона, закон сохранения импульса, закон сохранения энергии);
- характеризовать основные особенности колебательных и волновых процессов различной природы;
- приводить примеры, подтверждающие волновой характер распространения света, законы оптики;
- излагать ряд положений квантовой физики (гипотеза М. Планка, модель атома Н. Бора, классификация элементарных частиц).

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

- изучать зависимость ускорения тела от величины равнодействующей силы, приложенной к телу;
- изучать взаимодействие тел с целью проверки закона сохранения импульса;
- исследовать зависимости периода колебательной системы от её параметров (длины нити маятника, массы тела и жёсткости пружины в случае колебания тела, прикреплённого к пружине);
- проводить наблюдение явления отражения и преломления света, наблюдение изображения, даваемого линзой;
- проводить наблюдение сплошного спектра и линейчатых спектров.

3-я линия развития. Диалектический метод познания природы:

- применять закон сохранения импульса для анализа особенностей реактивного движения;
- обосновывать зависимость возможного типа механических волн и скорости их распространения от свойств среды;
- проводить анализ шкалы электромагнитных излучений (пример перехода количественных изменений в частоте колебаний в качественные изменения свойств излучений различных диапазонов);
- излагать вопрос классификации элементарных частиц и их участия в различных видах фундаментальных взаимодействий.

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

- разрешать учебную проблему и развивать критичность мышления при анализе криволинейного движения, первого закона Ньютона, условия запуска искусственного спутника Земли, условий возникновения свободных механических колебаний, при объяснении

различия скорости звука в различных средах, необходимости осуществления процессов модуляции и детектирования при радиотелефонной связи, при рассмотрении отражения света от шероховатой поверхности, при объяснении факта существования изотопов.

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

- учитывать знания по механике в повседневной жизни (движение на поворотах, тормозной путь);
- на практике учитывать зависимость громкости и высоты звука от амплитуды и частоты колебаний;
- применять знания по оптике для сохранения качества зрения и при использовании зеркал, линз, оптических приборов (фотоаппарат, очки, микроскоп);
- использовать дозиметр и (при необходимости) приёмы защиты от излучения.

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.

9 КЛАСС (70 часов, 2 часа в неделю)

Раздел 1. Основы механики (25 часов)

Механическое движение. Материальная точка. Система отсчёта. Траектория. Путь. Перемещение. Скорость равномерного движения. Неравномерное движение. Ускорение равноускоренного движения. Перемещение тела при равноускоренном движении. Криволинейное движение. Центробежное ускорение. Период и частота вращения. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная. Сила тяжести. Центр тяжести. Ускорение свободного падения. Искусственные спутники Земли. Сила упругости. Закон Гука. Жёсткость тела. Вес тела. Невесомость. Сила трения скольжения. Коэффициент трения скольжения. Сила трения покоя. Законы сохранения в механике. Импульс. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Значение закона сохранения импульса. Механическая энергия. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия взаимодействия силой тяготения. Потенциальная энергия упругой деформации. Значение закона сохранения механической энергии. Механическая работа. Мощность.

Демонстрации

Равноускоренное движение.

Свободное падение тел в трубке Ньютона.

Направление скорости при равномерном движении по окружности.

Второй закон Ньютона.

Третий закон Ньютона.

Сложение сил.

Зависимость силы упругости от деформации пружины.

Невесомость.

Сила трения.

Закон сохранения импульса.

Реактивное движение.

Превращения механической энергии из одной формы в другую.

Лабораторные работы и опыты

Изучение зависимости пути от времени при равноускоренном движении.

Определение ускорения равноускоренного движения.

Проверка второго закона Ньютона.

Исследование зависимости силы упругости от удлинения пружины. Определение жёсткости пружины.

Исследование силы трения скольжения. Определение коэффициента трения скольжения.

Опытная проверка закона сохранения импульса.

Раздел 2. Колебания и волны (22 часа)

Свободные механические колебания и условия их возникновения. Характеристики колебаний. Гармонические колебания. Период колебаний математического маятника и груза на пружине. Вынужденные колебания. Резонанс. Автоколебания. Механические волны. Типы волн. Основные свойства волн. Скорость волн. Длина волны. Звук. Звук в различных средах. Волновые явления. Отражение волн. Явление интерференции волн. Явление дифракции волн. Ультразвук в технике и природе. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Свободные электромагнитные колебания. Колебательный контур. Переменный ток. Генератор переменного тока. Конденсатор и катушка в цепи переменного тока. Трансформатор. Передача электроэнергии. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн. Практическое применение радиоволн. Принципы радиосвязи. Распространение радиоволн. Радиолокация.

Демонстрации

Свободные механические колебания.

Вынужденные механические колебания.

Автоколебания.

Механические волны.

Звуковые колебания.

Волновые явления.

Самоиндукция.

Правило Ленца.

Колебательный контур.

Получение переменного тока при вращении витка в магнитном поле.

Устройство генератора переменного тока.

Наблюдение осциллограммы переменного тока.

Конденсатор и катушка в цепи переменного тока.

Устройство трансформатора.

Модель линии электропередачи.
Электромагнитные колебания.
Свойства электромагнитных волн.
Принцип действия микрофона и громкоговорителя.
Детекторный приёмник. Радиолокация.
Лабораторные работы и опыты
Изучение зависимости периода колебаний маятника от длины нити.
Определение ускорения свободного падения.
Изучение зависимости периода колебаний груза на пружине от массы груза.

Раздел 3. Световые явления (12 часов)

Электромагнитная природа света. Шкала электромагнитных излучений. Измерение скорости света. Геометрическая оптика. Прямолинейное распространение света. Закон прямолинейного распространения света. Солнечные и лунные затмения. Отражение света. Закон отражения света. Плоское зеркало. Преломление света. Закон преломления света. Явление дисперсии. Линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Фокус линзы, оптическая сила линзы. Изображение, даваемое линзой. Формула линзы. Глаз. Оптические приборы: очки, фотоаппарат, микроскоп, телескоп. Интерференция и дифракция света. Дифракционная решётка.

Демонстрации

Источники света.
Прямолинейное распространение света.
Закон отражения света.
Изображение в плоском зеркале.
Преломление света.
Дисперсия белого света.
Получение белого света при сложении света разных цветов.
Ход лучей в собирающей линзе.
Ход лучей в рассеивающей линзе.
Получение изображений с помощью линз.
Принцип действия фотоаппарата.
Модель глаза.
Микроскоп.
Телескоп.
Наблюдение интерференции света.
Наблюдение дифракции света.
Дифракционная решётка.
Лабораторные работы и опыты
Изучение явления отражения света.
Изучение явления преломления света.
Измерение оптической силы линзы.
Наблюдение интерференции и дифракции света.

Раздел 4. Элементы квантовой физики (10 часов)

Возникновение квантовой физики. Гипотеза М. Планка. Корпускулярно – волновой дуализм. Строение атома. Линейчатые спектры. Спектральный анализ. Квантовая теория Н. Бора. Протонно-нейтронная модель атомного ядра. Изотопы. Ядерные силы. Энергия связи

ядра. Удельная энергия связи ядра. Явление радиоактивности. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Влияние радиоактивных излучений на живые организмы. Ядерные реакции. Деление урана. Ядерный реактор. Термоядерные реакции. Физическая природа Солнца и звёзд. Методы регистрации частиц. Счётчик Гейгера, регистрация ионизирующего излучения. Камера Вильсона. Взаимные превращения элементарных частиц. Античастицы. Классификация элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия.

Демонстрации

Наблюдение треков частиц в камере Вильсона.

Устройство и действие счётчика ионизирующих частиц.

Измерение естественного радиационного фона дозиметром.

Лабораторные работы и опыты

Наблюдение линейчатых спектров.

Резерв (1 час)

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
Основы механики			
Механическое движение. Равномерное движение	1	§ 1	<u>Выделять</u> существенные признаки различных видов механического движения (Н). <u>Использовать</u> обобщённые планы построения ответов для описания физических величин, характеризующих механическое движение (П). <u>Объяснять</u> метод определения перемещения при равноускоренном движении (М)
Неравномерное движение. Ускорение	1	§ 2	<u>Объяснять</u> метод определения перемещения при равноускоренном движении (М)
Лабораторная работа «Определение ускорения равноускоренного движения»	1	§ 3	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Самостоятельная работа по теме «Равномерное и равноускоренное движение»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Движение по окружности	1	§ 4	<u>Выделять</u> физические величины, характеризующие движение по окружности с постоянной по модулю скоростью (Н). <u>Разрешать</u> учебную проблему, возникающую при анализе криволинейного движения (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
			<u>Использовать</u> метод размерности для установления зависимости величины центростремительного ускорения от скорости движения и радиуса окружности, по которой движется тело (М)
Законы Ньютона	2	§ 5	<u>Объяснять</u> роль законов Ньютона в классической механике (Н). <u>Применять</u> законы Ньютона при решении задач в простейших ситуациях (Н). <u>Объяснять</u> способ доказательства первого закона Ньютона (М)
Решение задач по теме «Законы Ньютона»	1	§ 6	
Лабораторная работа «Опытная проверка второго закона Ньютона»	1	§ 7	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Решение задач. Самостоятельная работа по теме «Законы Ньютона»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Закон всемирного тяготения	1	§ 8	<u>Характеризовать</u> закон всемирного тяготения как фундаментальный закон природы (Н). <u>Использовать</u> закон всемирного тяготения для определения массы Земли (П). <u>Разрешать</u> учебную проблему, возникающую при анализе условия запуска искусственного спутника Земли (П)
Решение задач на закон всемирного тяготения	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Сила упругости. Лабораторная работа «Изучение силы упругости»	1	§ 9	<u>Объяснять</u> причину возникновения силы упругости при деформации тела (Н). <u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (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
Сила трения. Лабораторная работа «Изучение силы трения скольжения»	1	§ 10	<u>Объяснять</u> причину возникновения силы трения (Н). <u>Сравнивать</u> силу трения скольжения и силу трения покоя (П). <u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Самостоятельная работа по теме «Силы в механике»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Импульс	1	§ 11	<u>Использовать</u> обобщённый план построения ответа для описания понятия импульс (Н). <u>Применять</u> закон сохранения импульса при решении задач в простейших ситуациях с учётом векторного характера импульса (П). <u>Объяснять</u> возникновение реактивного движения (П). <u>Объяснять</u> причину приближённого характера элементарной формулы для определения скорости, приобретаемой ракетой при сгорании топлива (М)
Лабораторная работа «Опытная проверка закона сохранения импульса»	1	§ 12	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Механическая энергия. Работа. Мощность	1	§ 13	<u>Использовать</u> обобщённый план построения ответа для описания понятия механическая энергия (Н).
Вывод формул для расчёта механической энергии	1	§ 14	<u>Применять</u> закон сохранения механической энергии при решении задач в простейших ситуациях (Н).
Решение задач по теме «Механическая энергия. Работа. Мощность»	1		<u>Применять</u> закон сохранения механической энергии совместно с законом сохранения импульса при решении задач (П). <u>Применять</u> теоретический метод для получения формул для расчёта кинетической и потенциальной энергии (М)

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
Решение задач. Самостоятельная работа по теме «Импульс. Энергия»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Основы механики»	1		
Зачёт по разделу «Основы механики»	1		
Контрольная работа по разделу «Основы механики»	1		
Урок коррекции знаний	1		
Колебания и волны			
Свободные механические колебания	1	§ 15	<u>Определять</u> основные характеристики свободных механических колебаний (Н). <u>Выделять</u> условия возникновения свободных механических колебаний (П). <u>Использовать</u> метод размерности для установления зависимости периода свободных колебаний от параметров колебательной системы (М).
Решение задач по теме «Свободные механические колебания»	1	§ 16	
Лабораторная работа «Изучение колебаний маятника»	1	§ 17	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П). <u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П).
Самостоятельная работа по теме «Свободные механические колебания»	1		
Вынужденные колебания. Резонанс	1	§ 18	<u>Выделять</u> существенные отличия вынужденных механических колебаний от свободных (Н). <u>Объяснять</u> условия возникновения резонанса (П). <u>Выделять</u> основные элементы автоколебательной системы (М)
Механические волны	1	§ 19	<u>Характеризовать</u> основные особенности волнового процесса (Н).
Звук	1	§ 20	
Волновые явления	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
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Механические волны. Звук»	1		<u>Объяснять</u> зависимость возможного типа механических волн и скорости их распространения от свойств среды (П). <u>Объяснять</u> , в чём заключаются явления интерференции и дифракции механических волн (М)
Повторение темы «Электрические и магнитные явления»	1	§ 22	<u>Использовать</u> обобщённые планы построения ответов для описания физических величин, характеризующих электрический ток (Н).
Явление самоиндукции	1	§ 23	<u>Определять</u> основные элементы колебательного контура (Н).
Свободные электромагнитные колебания	1	§ 24	<u>Объяснять</u> роль явления самоиндукции в возникновении свободных электромагнитных колебаний (Н).
Переменный ток	1	§ 25	<u>Объяснять</u> зависимость периода свободных электромагнитных колебаний от параметров колебательного контура (П).
Преобразование и передача электроэнергии	1	§ 26	<u>Выделять</u> существенные отличия вынужденных электромагнитных колебаний от свободных (Н). <u>Объяснять</u> физические принципы трансформации и передачи электроэнергии (П)
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Свободные электромагнитные колебания. Переменный ток»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн	1	§ 27	<u>Характеризовать</u> основные области практического применения электромагнитных волн (Н).
Принцип радиосвязи	1	§ 28 (часть)	<u>Выделять</u> основные свойства электромагнитных волн (П)
Распространение радиоволн. Радиолокация	1	§ 28 (часть)	<u>Аргументировать</u> необходимость процессов модуляции и детектирования при радиотелефонной связи (М)

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 «Электромагнитные волны»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Колебания и волны»	1		
Зачёт по разделу «Колебания и волны»	1		
Контрольная работа по разделу «Колебания и волны»	1		
Урок коррекции знаний	1		
Световые явления			
Электромагнитная природа света	1	§ 29	<u>Характеризовать</u> различные диапазоны электромагнитного излучения (Н). <u>Сравнивать</u> различные диапазоны электромагнитного излучения и области их практического применения (П)
Прямолинейное распространение света	1	§ 30	<u>Характеризовать</u> понятие светового луча и закон прямолинейного распространения света (Н). <u>Объяснять</u> явления солнечного и лунного затмений на основе закона прямолинейного распространения света (П)
Отражение света. Лабораторная работа «Изучение явления отражения света»	1	§ 31	<u>Характеризовать</u> закон отражения света (Н). <u>Объяснять</u> образование мнимого изображения в плоском зеркале на основе закона прямолинейного распространения света (П). <u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П)
Преломление света. Явление дисперсии	1	§ 32	<u>Характеризовать</u> закон преломления света (Н).

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
Линзы	1	§ 33	<u>Выделять</u> условия, при которых происходит полное отражение света (М). <u>Объяснять</u> образование дисперсионного спектра (П).
Решение задач на применение формулы линзы	1		
Лабораторная работа «Изучение явления преломления и измерение оптической силы линзы»	1	§ 34	<u>Пользоваться</u> измерительными приборами (Н) и иметь элементарные навыки расчёта погрешности измерений (П). <u>Характеризовать</u> оптические свойства линз (Н). <u>Применять</u> на практике способ определения фокусного расстояния собирающей линзы (П). <u>Объяснять</u> принцип действия очков для коррекции близорукости и дальнозоркости (Н). <u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Оптические приборы. Глаз. Очки	1	§ 35	
Повторение материала. Контрольная работа по теме «Геометрическая оптика»	1		
Интерференция и дифракция света. Лабораторная работа «Наблюдение интерференции и дифракции света»	1	§ 36	<u>Характеризовать</u> явления интерференции и дифракции света (П)
Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Световые явления»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Урок коррекции знаний	1		
Элементы квантовой физики			
Возникновение квантовой физики	1	§ 37	<u>Выделять</u> физические явления, послужившие основой для формулирования основных положений квантовой физики (Н)
Линейчатые спектры. Лабораторная работа «Наблюдение линейчатых спектров»	1	§ 38	<u>Пользоваться</u> приборами для наблюдения линейчатых спектров (Н). <u>Применять</u> полученные знания для расчёта энергии кванта и длины волны излучения (П)
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Кванты»	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
Строение атомного ядра. Энергия связи ядра	1	§ 39	<u>Характеризовать</u> строение атомного ядра и метод расчёта энергии связи (Н).
Явление радиоактивности. Ядерные реакции	1	§ 40	<u>Сравнивать</u> свойства частиц (электрон, протон, нейтрон) (П).
Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Ядро атома»	1		<u>Применять</u> полученные знания для расчёта энергии связи (П). <u>Объяснять</u> физические принципы, лежащие в основе ядерной и термоядерной энергетики (М)
Методы регистрации частиц	1	§ 41	<u>Характеризовать</u> методы регистрации частиц (счётчики и трековый метод) (Н).
Фундаментальные взаимодействия	1	§ 42	<u>Использовать</u> знания физики в вопросе о влиянии радиоактивных излучений на живые организмы и способе применения средств дозиметрического контроля (Н). <u>Выделять</u> основные классы элементарных частиц и типы фундаментальных взаимодействий (М)
Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Элементы квантовой физики»	1		<u>Применять</u> полученные знания и умения на уроках (Н) и в жизни (П)
Урок коррекции знаний	1		
Итого	69		

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. Основы механики

Сложно переоценить значение методически грамотного изучения основ механики в школьном курсе физики. Именно в механике формируются такие фундаментальные физические понятия, как скорость, ускорение, масса, сила, импульс, энергия. Большая часть этих понятий далее «задействована» не только при изучении механического, но и других форм движения, не только в научном описании макро-, но и микромира. Именно при изучении механики в школьном курсе физики можно отчётливо продемонстрировать роль физической теории в формировании, объяснении научной картины мира; предсказательную силу теории (принципиальная возможность с помощью законов классической механики определить положение тела в любой момент времени при известных начальных условиях).

При изучении основ механики ученики знакомятся с простейшими физическими моделями – материальная точка, нерастяжимая нить, замкнутая система. Это приучает учащихся к правильному пониманию физических абстракций и использованию моделей в границах их применимости.

Важную роль в формировании физического мышления учащихся играет раскрытие причинно-следственных связей в механических явлениях и рассмотрение основополагающих научных обобщений – таких физических законов, как законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон сохранения импульса, закон сохранения механической энергии.

В процессе изучения основ механики имеются существенные возможности для развития учащихся, в частности, овладения ими общенаучными методами: анализом и синтезом, индукцией и дедукцией; для расширения их научно-технического кругозора (расчёт массы Земли, первой космической скорости, скорости реактивного движения ракеты и т. д.).

Весь учебный материал в разделе «Основы механики» сосредоточен вокруг основных идей и принципов механики: законы Ньютона, механические силы и законы сохранения. В результате анализ движения тел (естественно, в простейших случаях, соответствующих познавательным возможностям учеников) проводится и на основе законов движения Ньютона (с привлечением закона гравитационного взаимодействия тел), и на основе законов сохранения импульса и энергии.

В первом предложении этого раздела говорится о необходимости организации «методически грамотного изучения основ механики». По мнению автора, одним из признаков методической грамотности будет являться то, что уроки физики при изучении механических явлений, в частности при решении задач, не превращаются в территорию математических выражений и алгебраических преобразований. В обязательном порядке в основе изучения основных понятий механики должен лежать эксперимент. С этой целью помимо широкого применения демонстрационного эксперимента, решения экспериментальных задач запланировано значительное число фронтальных лабораторных работ. При этом при обработке измерений, проведённых при выполнении лабораторных работ, во многих случаях предпочтение отдаётся графическому методу.

§ 1. Механическое движение. Равномерное движение

Первая часть урока. Первую часть урока следует посвятить анализу понятия «механическое движение». Так как данное понятие отчасти знакомо ученикам из курса физики 7 класса, то уместным будет применение технологии продуктивного чтения. Технология продуктивного чтения (формирования типа правильной читательской деятельности), используемая в Образовательной системе «Школа 2100»¹, включает в себя три этапа работы с текстом:

Работа с текстом до чтения.

– Антиципация (предвосхищение, предугадывание предстоящего чтения). Определение смысловой, тематической направленности текста с опорой на читательский опыт.

– Постановка целей познавательной деятельности на уроке (части урока).

Работа с текстом во время чтения.

– Первичное чтение текста. Самостоятельное чтение в классе, или чтение-слушание, или комбинированное чтение (на выбор учителя) в соответствии с особенностями текста, возрастными и индивидуальными возможностями учащихся.

– Перечитывание текста. Медленное «вдумчивое» повторное чтение (всего текста или его отдельных фрагментов). Анализ текста (приёмы: комментированное чтение, выделение ключевых слов и прочее). Постановка уточняющего вопроса к каждой смысловой части.

– Беседа по содержанию текста. Постановка к тексту обобщающих вопросов. Обобщение. Обращение (в случае необходимости) к отдельным фрагментам текста.

Работа с текстом после чтения.

– Концептуальная (смысловая) беседа по тексту. Коллективное обсуждение прочитанного текста, дискуссия. Выявление и формулирование основной идеи текста или совокупности его главных смыслов².

При использовании технологии продуктивного чтения деятельность учащихся может быть организована следующим образом.

I этап.

Ученикам предлагается прочитать название § 1 учебника³, вводное предложение («Вы знаете, что физика – наука о природе. В одном из разделов физики – механике – изучается механическое движение») и для актуализации имеющихся у них знаний выполнить следующие задания:

1. Приведите примеры механического движения.

2. Попробуйте самостоятельно сформулировать определение механического движения. Сравните ваше определение с определением, приведённым в учебнике. Проанализируйте, в чём ваше определе-

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).

² Содержание технологии изложено через призму урока физики.

³ Андрущечкин, С. М. Физика. 9 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / С. М. Андрущечкин. – М. : Баласс, 2013. – 320 с. (Образовательная система «Школа 2100»).

ние совпало с определением, приведённым в учебнике, и в чём оно отлично.

Завершая этот этап работы, учитель может продемонстрировать различные примеры механического движения: движение шарика по наклонному желобу, движение заводной механической игрушки, движение поршня в цилиндре модели двигателя внутреннего сгорания, колебания маятника или груза на пружине.

II этап.

Ученикам предлагается:

– прочитать текст на странице 10 учебника;

– ответить на вопросы:

1. Что такое тело отсчёта?

2. Для чего необходима система координат при изучении механического движения?

3. Для чего необходим прибор для измерения времени при изучении механического движения?

4. Какие элементы включает в себя система отсчёта? Предложите различные системы отсчёта для описания механического движения, изображённого на рис. 1 учебника.

5. В чём заключается такое свойство движения, как относительность механического движения? Приведите примеры.

III этап.

На заключительном этапе работы по технологии продуктивного чтения (работа с текстом после чтения) ученикам может быть предложено следующее задание: ознакомьтесь с видеороликом-анимацией¹. Какое свойство механического движения иллюстрирует этот видеоролик? Подтвердите свою точку зрения цитатой из учебника.

Необходимо иметь в виду, что работа, составляющая содержание первой части урока, должна быть проведена в высоком темпе, оперативно; в противном случае учитель рискует «скомкать» вторую и третью части урока.

Вторая часть урока. «Развитие физической науки и изучение физики неразрывно связано с построением и изучением моделей различных физических систем. Изучать окружающий мир во всём его многообразии и невероятной сложности невозможно. Поэтому, вероятно, единственный научно обоснованный подход к решению проблемы изучения окружающего мира заключается в построении и исследовании некоторого упрощённого его эквивалента. Всё развитие физики – это процесс создания и исследования различных моделей. ... Некоторые модели оказались очень плодотворными и широко использовались для объяснения большого круга вопросов, например, материальная точка, идеальный газ, абсолютно твёрдое тело, гармонический осциллятор и т. п.»².

Формулируется определение понятия материальной точки, внимание учеников обращают на то, что при рассмотрении механического движения, как правило, анализируют не движение реального тела, а его абстрактной модели – материальной точки. Может быть исполь-

¹ Ресурс Единой коллекции цифровых образовательных ресурсов (ЕК ЦОР) № 206028 (видеоролик-анимация «Относительность траектории»).

² Ким, В. С. Виртуальные эксперименты в обучении физике [Текст] : монография / В. С. Ким. – Уссурийск : Изд. филиала ДФГУ в г. Уссурийске, 2012. – С. 3.

зован ресурс ЕКЦОР № 186490 (видеоролик-анимация «Понятие материальной точки», видеоролик следует использовать не полностью, а частично – первые 43 с.).

Далее ученикам напоминают понятия траектории и пути, используя в качестве иллюстрации ресурс ЕКЦОР № 186354 (видеоролик-анимация «Понятие траектории»), а затем вводится понятие перемещения. При сравнении понятий «путь» и «перемещение» ученики без труда указывают на различие понятий (смотрите последний абзац на с. 11 учебника). Вопрос же о том, в чём сходны эти понятия, как правило, их затрудняет. Для снятия этого затруднения можно использовать ресурс ЕКЦОР № 186486 (видеоролик-анимация «Траектория, путь и перемещение»), где звучит термин «модуль перемещения». Это позволяет ученикам уяснить, что и путь, и модуль перемещения имеют одинаковую единицу измерения.

Одна из традиционных дидактических проблем, с которой сталкивается учитель на данном уроке, это проблема введения понятия «проекция вектора на координатную ось». Вероятно, чтобы «снизить накал абстракции», следует при введении этого понятия дополнить анализ рис. 5 и 6 обсуждением следующих вопросов:

1. Пусть на рис. 5 $x_0 = 1$ м; $x = 4,3$ м. Чему равна проекция вектора перемещения шайбы на ось X ?

2. Пусть на рис. 6 $y_0 = 1,8$ м; $y = 0,5$ м. Чему равна проекция вектора перемещения камня на ось Y ?

Внимание учеников обращают на то, что введение понятия проекции вектора на координатную ось позволяет осуществить переход от рассмотрения изменения с течением времени векторных величин (например, перемещения) к рассмотрению изменения скалярных величин (например, координат движущегося тела).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока вводится понятие равномерного движения. Ученикам предлагается прочитать соответствующее определение понятия в учебнике (с. 13), далее с ними обсуждаются следующие вопросы:

1. Какие слова в определении равномерного движения являются, по вашему мнению, «ключевыми» (наиболее существенными)? (Возможный вариант ответа: слова «за **любые** равные», «**одинаковые** перемещения».)

2. Почему только прямолинейное движение может быть равномерным? (Смотрите вопрос 1.4 в тексте § 1 учебника.)

Демонстрируют видеоролик-анимацию «Понятие равномерного движения» (ресурс ЕКЦОР № 186401) и предлагают ученикам обнаружить физические ошибки в звучащем в ролике тексте («одинаковые пути за равные промежутки времени»)¹.

Анализ равномерного движения завершают выводом закона изменения координаты равномерно движущегося тела с течением времени

$$x = x_0 + vt$$

и построением графика зависимости $x(t)$. С целью активизации работы по построению графика ученикам можно предложить «индивидуальные» значения x_0 и v .

¹ В ЕК ЦОР имеется также ресурс № 186336 (видеоролик-анимация «Равномерное прямолинейное движение», показано движение тела на парашюте).

Завершается урок заполнением соответствующего раздела справочника по физике в тематической тетради¹, рассмотрением примеров решения задач (задачи 1 и 2 в § 1 учебника).

§ 2. Неравномерное движение. Ускорение

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

Примерные вопросы физического диктанта

Номер вопроса	I вариант	II вариант
1	Продолжите предложение: «Траектория – это ...»	
2	Продолжите предложение: «Путь – это ...»	
3	Продолжите предложение: «Перемещение – это ...»	
4	Запишите формулу для расчёта скорости равномерного движения. Поясните обозначения величин	
5	Из формулы для расчёта скорости равномерного движения выразите	
	перемещение тела	время движения тела
6	Переведите в м/с	
	скорость самолёта 720 км/ч	скорость мотоциклиста 108 км/ч
7	Как рассчитать проекцию вектора перемещения на координатную ось (например, ось X), если известны координаты начала и конца вектора на данную ось. Поясните обозначения величин	
8	Запишите формулу для расчёта координаты равномерно движущегося тела в некоторый момент времени. Поясните обозначения величин	
9	Из формулы для расчёта координаты равномерно движущегося тела в некоторый момент времени выразите	
	время движения	скорость равномерного движения

Так как данная работа несёт в первую очередь не контролирующую, а обучающую функцию, то учеников знакомят с верными ответами, демонстрируя соответствующий слайд, и они проводят самопроверку работы.

Далее ученики решают задачи 1 и 2 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс» (также с последующей самопроверкой).

Вторая часть урока. Во второй части урока необходимо рассмотреть понятие мгновенной скорости, понятие равноускоренного движения и ускорения равноускоренного движения, а также познако-

¹ Андрюшечкин, С. М. Тематическая тетрадь к учебнику «Физика», 9 кл. [Текст] / С. М. Андрюшечкин. – М. : Баласс, 2013. – 48 с. (Образовательная система «Школа 2100»).

мить учеников с формулой, позволяющей определять перемещение тела при равноускоренном движении.

При введении понятия мгновенной скорости ученикам предлагается прочитать первый абзац раздела «Неравномерное движение» §2 учебника и формулировку проблемы. Демонстрируется движение шарика, скатывающегося по наклонному жёлобу, указывается на то, что шарик движется неравномерно – его скорость различна в различные моменты времени. Приводится определение мгновенной скорости, записывается формула, определяющая мгновенную скорость. Отмечают, что ключевыми словами при анализе понятия «мгновенная скорость» являются слова «за малый интервал времени». Сравниваются формулы для расчёта скорости равномерного движения и мгновенной скорости (сходство: векторные величины; различие: скорость некоторого равномерного движения – постоянная величина, мгновенная скорость принимает различные значения в различные моменты времени).

Далее ученикам предлагается прочитать определение равноускоренного движения и найти в тексте учебника ответ на вопрос: «Чем отличается одно равноускоренное движение от другого?»¹ Это позволяет ввести понятие ускорения. Необходимо рассмотреть численный пример расчёта ускорения, приведённый в учебнике на с. 19, – знакомим учеников с новым понятием на простейшем примере. Затем организуется работа по обобщённому плану построения ответа о физической величине. Вероятно, ввиду недостатка времени учителю придётся самому «озвучить» ответы на пункты плана либо минимально привлекая учеников. Ученики заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради. Следует обратить внимание учащихся на то, что зависимость

$$v = v_0 + at$$

позволяет определить мгновенную скорость при равноускоренном движении. Анализ данной зависимости показывает, что при равноускоренном движении мгновенная скорость линейно зависит от времени.

В классе с невысоким потенциалом познавательных возможностей формулу для расчёта проекции перемещения при равноускоренном движении следует привести без вывода. Необходимо заполнить соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради. Сравнить – как определяют проекцию перемещения, как определяют координату тела в любой момент времени в случае равномерного и равноускоренного движения. Сравнить графики зависимости координаты движущегося тела от времени для равномерного и для равноускоренного движения.

При изложении материала на уровне «максимум» проводят вывод формулы для расчёта проекции перемещения при равноускоренном движении. Обосновывают тот факт, что площадь фигуры под графиком зависимости скорости от времени численно равна проекции перемещения вне зависимости от того, с каким движением мы имеем дело.

¹ Здесь вновь можно продемонстрировать движение шарика по наклонному жёлобу при различных углах наклона жёлоба.

Заключительная часть урока. Для первоначального закрепления понятий, связанных с равноускоренным движением, ученикам предлагается решить следующую задачу¹:

Нормативами по тормозам, действующими на железнодорожном транспорте, установлено, что эффективность тормозов при экстренном торможении должна быть такова, что поезд должен тормозить с ускорением $0,67 \text{ м/с}^2$. Сколько времени займет экстренное торможение грузового поезда, двигавшегося первоначально со скоростью 72 км/ч ? Чему будет равен тормозной путь? Какой практический вывод следует сделать из ответов, полученных при решении задачи?

Далее ученики решают задачу 3 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

§ 3. Лабораторная работа «Определение ускорения равноускоренного движения»

Первая часть урока. В начале урока решается задача 1 или задача 2 из раздела «Примеры решения задач» § 3 учебника. Решение задачи 1 полезно снабдить демонстрацией акселерометра, устройство которого понятно из текста условия задачи и рис. 18, а, б учебника. Результаты решения этой задачи в дальнейшем используются при изучении II закона Ньютона.

При изучении материала на уровне «максимум» ученики решают задачу 2, которая, безусловно, имеет большую дидактическую ценность, так как в ней демонстрируется приём обработки экспериментальных данных, позволяющий сделать однозначный вывод о характере движения шарика по наклонному жёлобу.

Вторая и заключительная части урока. Далее ученики выполняют лабораторную работу «Определение ускорения равноускоренного движения» по описанию, приведённому в § 3 учебника.

Одной из главных задач современной школы, сформулированной в Стандартах образования, является задача развития учащихся – их познавательных интересов, мышления, опыта позитивной практической деятельности. На уроках физики в качестве ключевых видов деятельности выступают моделирование и экспериментирование. Самостоятельная экспериментальная деятельность осуществляется учеником в большинстве случаев при выполнении фронтальных лабораторных работ. Этим лабораторным работам должен быть придан, как правило, проблемный характер. Это может быть сделано за счёт:

- превращения работы в набор небольших экспериментальных заданий, которые располагают в порядке сложности и трудности их выполнения;

- смещения акцента с расчёта определяемой физической величины на аналитический и графический способы представления результатов, полученных в лабораторной работе.

Образно говоря, учителю необходимо наполнить новым «вином проблемности» старые «меха» классических лабораторных работ.

¹ Методы организации работы учеников при решении задач уже обсуждались ранее (см. методические рекомендации для учителя по курсу физики 7 и 8 классов). Напомним только основной тезис: «Каждую задачу каждый ученик решает только сам».

Так, в основу организации выполнения лабораторной работы «Измерение ускорения при равноускоренном движении» может быть положен метод комплексно-коллективных экспериментальных исследований. «Суть метода заключается в получении фактов (явления, свойств, характеристики объекта) и формулировании на этой основе гипотезы в ходе коллективной экспериментальной деятельности. Предполагается разделение ролей, дополнение одних данных другими»¹.

Определённая новизна работы заключается в том, что разные группы учеников изучают равноускоренное движение шарика по наклонному жёлобу при различных углах наклона жёлоба (достаточно задать 5–6 различных значений угла). Объединение всех результатов позволяет провести их анализ и выяснить, как меняется величина ускорения в зависимости от угла наклона жёлоба. Использование учениками на материале данной лабораторной работы приёма графического анализа экспериментальных результатов, несомненно, в большей мере служит задаче развития учащихся и освоения научного метода познания, нежели определение численного значения одной из физических величин. Наличие же в лабораторной работе дополнительных заданий (задания 3 и 4) позволяет в полной мере «загрузить» учеников с более высокими учебными умениями и тем самым реально дифференцировать обучение учащихся.

Приведём описание хода выполнения лабораторной работы, которое может быть использовано при такой организации деятельности учащихся².

Лабораторная работа

«Изучение прямолинейного равноускоренного движения»

Цель: изучить движение шарика при его скатывании по наклонному жёлобу.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, жёлоб, шарик, металлический цилиндр, секундомер, измерительная лента, транспортир.

Введение

Известным вам примером равноускоренного движения является движение шарика по наклонному жёлобу. При равноускоренном движении тела его перемещение S за время t может быть определено по формуле

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

где v_0 – начальная скорость тела;

a – его ускорение.

Если шарик начнёт скатываться по жёлобу из состояния покоя, без начальной скорости, то данное уравнение примет более простой вид

$$S = \frac{at^2}{2}.$$

¹ Коханов, К. А. Проблема задания и формирования современной культуры физического мышления [Текст] : монография / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. – Киров : Изд-во ЦДООШ, 2013. – С. 152.

² Описание хода выполнения лабораторной работы подготовлено автором совместно с преподавателем физики А. Р. Рамазановым (г. Петропавловск, Республика Казахстан).

Последнее соотношение позволяет определить ускорение шарика:

$$a = \frac{2S}{t^2}.$$

Ход работы

Задание 1.

1.1. Соберите установку (угол наклона жёлоба сообщается учителем). В нижней части жёлоба установите металлический цилиндр. Он будет играть роль ограничителя движения.

1.2. Не меняя угол наклона жёлоба, проведите опыт трижды:

– измерьте с помощью секундомера время движения шарика с момента пуска до его удара о цилиндр. (Величина перемещения шарика по жёлобу, то есть расстояние от точки пуска шарика цилиндра, не должно меняться.);

– измерьте величину перемещения шарика.

Результаты измерений занесите в таблицу:

Номер опыта	Перемещение S , м	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Ускорение a_{cp} , м/с ²
1				
2				
3				

1.3. Вычислите среднее время движения шарика. Рассчитайте ускорение, с которым шарик движется по наклонному жёлобу.

1.4. Запишите уравнение зависимости скорости шарика от времени. Запишите уравнение зависимости перемещения шарика от времени.

1.5. Постройте график зависимости скорости шарика от времени. Постройте график зависимости перемещения шарика от времени.

Задание 2.

Занесите значения ускорения, полученные при выполнении работы вашими одноклассниками, в таблицу:

Угол наклона жёлоба α , °					
Ускорение a , м/с ²					

Постройте график зависимости ускорения от угла наклона жёлоба. Сделайте вывод.

Задание 3.

Постройте график зависимости ускорения от синуса угла наклона жёлоба. Сделайте вывод.

Задание 4.

Из нижней части жёлоба толкните шарик так, чтобы он двигался вверх по наклонному жёлобу. Оцените, какую начальную скорость вы сообщили при этом шарiku.

При проведении факультативных занятий может быть предложен иной вариант выполнения лабораторной работы. (Для выполнения работы по этому варианту потребуется длинный жёлоб, при отсутствии жёлоба можно применить наклонно натянутую проволоку и

груз с крючком.) В ходе выполнения работы ученик должен первоначально убедиться, что движение шарика по наклонному жёлобу действительно является равноускоренным. И только после того, как равноускоренный характер движения шарика установлен, ученик вправе сделать вывод о применимости тех или иных математических соотношений для расчёта характеристик его движения (ускорения, скорости). Таким образом, дидактические возможности данной работы расширены, и это, в частности, будет способствовать формированию такого качества мышления, как критичность. Известно, что источником информации для критически мыслящего человека могут быть наблюдения, опыт, размышления и/или отношения. В основе своей критическое мышление – это интеллектуальная ценность, которая остаётся таковой во всех областях исследования. Ниже приведено описание данной лабораторной работы.

Лабораторная работа

«Изучение движения шарика по наклонному жёлобу»

Цель: определить характер движения шарика по наклонному жёлобу.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, жёлоб, шарик, металлический цилиндр, секундомер, измерительная лента.

Введение

При равноускоренном движении тела его перемещение S за время t может быть определено по формуле

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

где v_0 – начальная скорость тела;
 a – его ускорение.

Если шарик начнёт скатываться по жёлобу из состояния покоя, без начальной скорости, то данное уравнение примет более простой вид

$$S = \frac{at^2}{2}.$$

Последнее соотношение позволяет заключить, что при равноускоренном движении перемещение тела S прямо пропорционально квадрату времени t^2 движения тела из состояния покоя.

Ход работы

Задание 1.

Соберите установку. В нижней части удлинённого жёлоба установите металлический цилиндр. Он будет играть роль ограничителя движения. Подберите такой угол наклона жёлоба, чтобы шарик скатывался по всему жёлобу примерно за три секунды.

Не изменяя угол наклона жёлоба, проведите ряд опытов. Меняя местоположение металлического цилиндра на жёлобе, вы можете изменять величину перемещения шарика по жёлобу, то есть расстояние от точки пуска шарика до цилиндра. В каждом из опытов:

- измерьте величину перемещения шарика;
- измерьте время движения шарика от момента пуска до его удара о цилиндр (для повышения надёжности результата измерение времени повторяйте несколько раз).

Результаты измерений занесите в таблицу:

Номер опыта	Перемещение S , м	Время t , с	Среднее время t_{cp} , с	Квадрат среднего времени t_{cp}^2 , с ²
1				
2				
3				
4				

Постройте график зависимости перемещения шарика S от квадрата времени t^2 движения шарика из состояния покоя. Сделайте вывод, является ли движение шарика по наклонному жёлобу равноускоренным движением.

Задание 2.

В случае, если при выполнении задания 1 подтвердился равноускоренный характер движения шарика по наклонному жёлобу, вы можете рассчитать величины, характеризующие данное движение, а также записать уравнения, характеризующие его движение:

- рассчитайте ускорение, с которым шарик движется по наклонному жёлобу;
- запишите уравнение зависимости скорости шарика от времени;
- запишите уравнение зависимости перемещения шарика от времени.

Постройте график зависимости скорости шарика от времени.

Постройте график зависимости перемещения шарика от времени.

Задание 3.

Изучите, как ускорение шарика, время его движения по всей длине жёлоба зависят от угла наклона жёлоба.

§ 4. Самостоятельная работа по теме «Равномерное и равноускоренное движение»

Первая часть урока. Урок начинают с обсуждения вопросов, возникших у учеников при выполнении домашнего задания примерного варианта самостоятельной работы к уроку 1/4. Далее ученики заполняют «белые пятна» в опорной схеме по теме равномерного и равноускоренного движения. Ученикам выдают листы бумаги формата А4, на которых изображён «каркас» опорной схемы (рис. 1). На рис. 2 показано, как должна выглядеть схема после её заполнения учеником под руководством учителя. (Лист со схемой следует предложить ученикам сохранить и вклеить в рабочую тетрадь.)

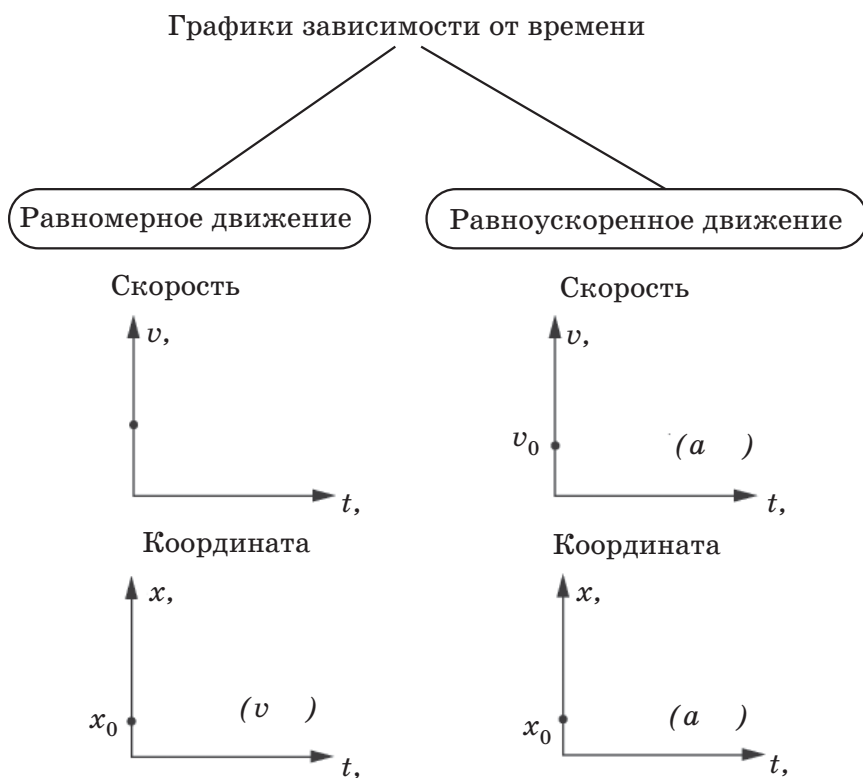
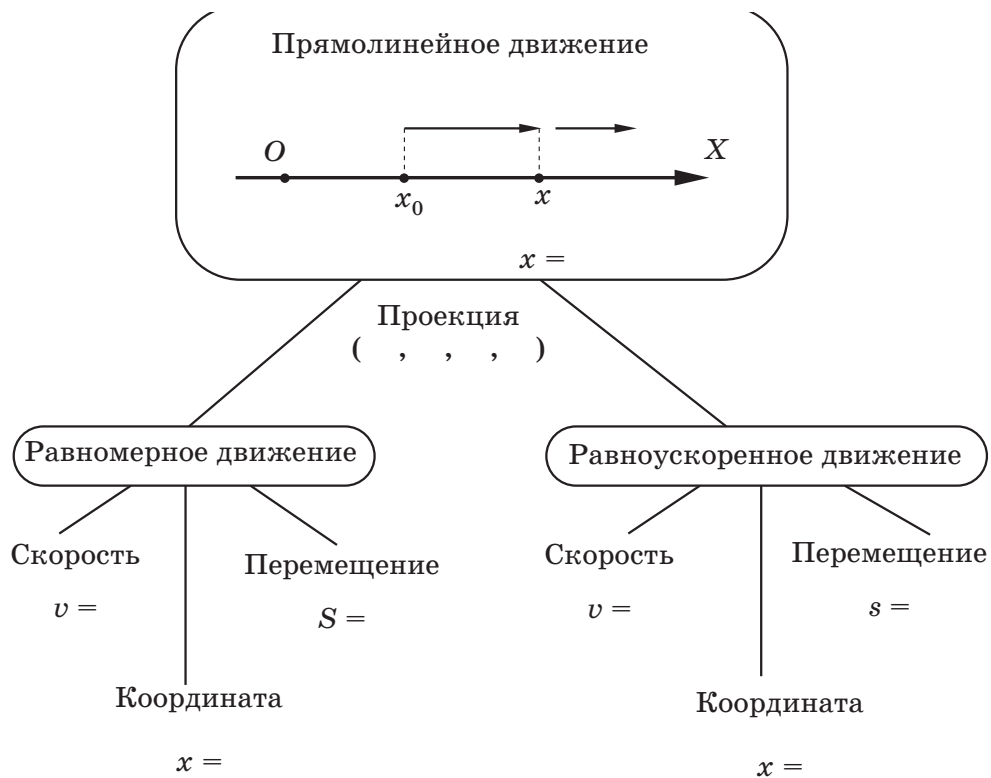


Рис. 1

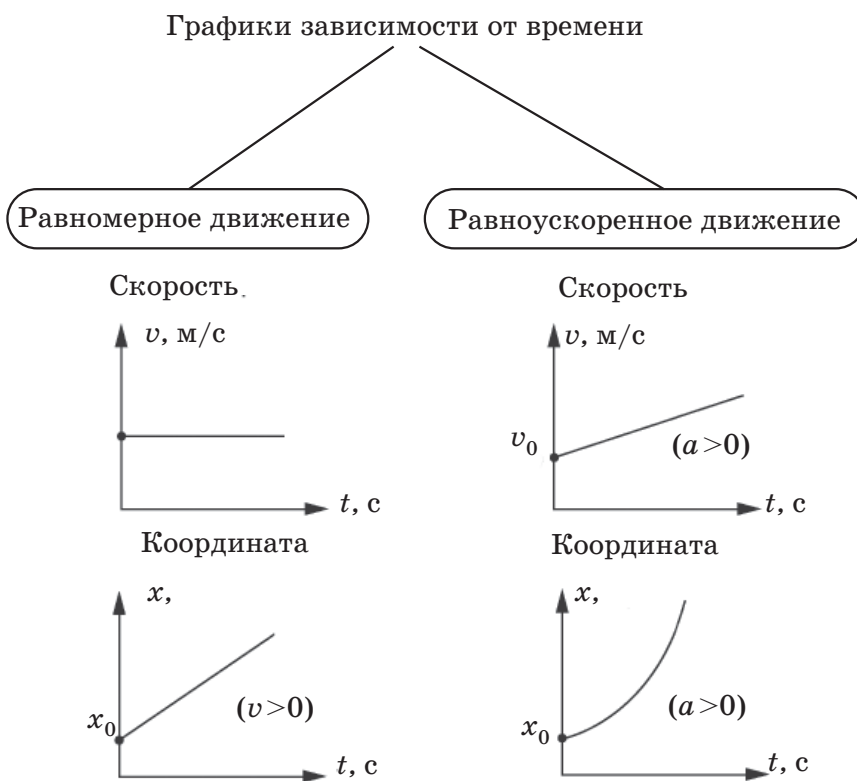
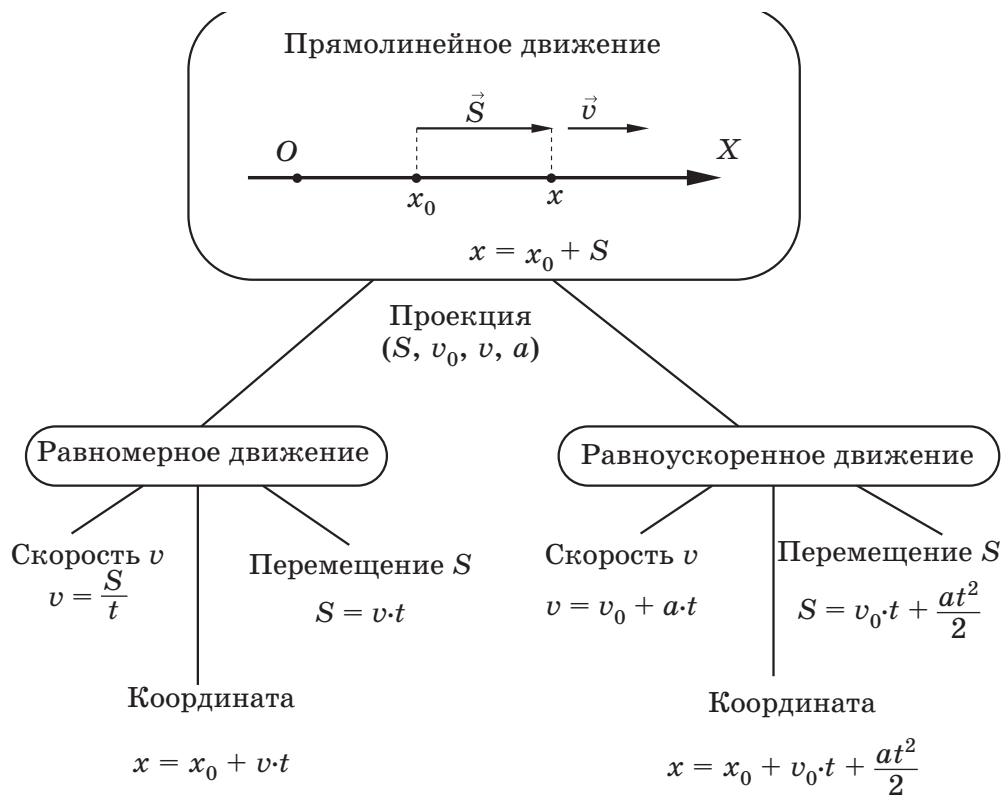


Рис. 2

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Равномерное и равноускоренное движение»¹.

§ 5. Движение по окружности

Первая часть урока. Урок можно начать с демонстрации движения шарика с отверстием или металлической гайки по прямолинейному и изогнутому отрезкам толстой алюминиевой проволоки (рис. 3).

Выясняют, что длина отрезка проволоки – это путь, пройденный движущимся телом, а модуль перемещения – расстояние между начальной и конечной точками. При прямолинейном движении направление мгновенной скорости совпадает с направлением перемещения. Что же касается направления мгновенной скорости при криволинейном движении, то формулируют проблему: «Каково направление мгновенной скорости при криволинейном движении?» (вопрос 4.1 на с. 29 учебника).

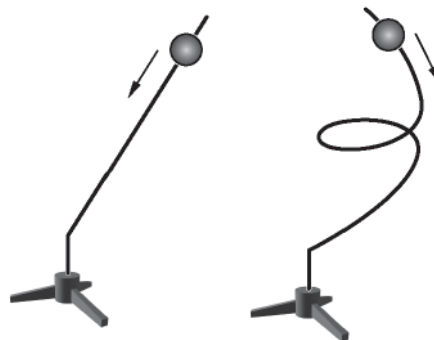


Рис. 3

Разрешение проблемы не составляет труда. «Чтобы показать, как направлена линейная скорость при вращательном движении, приводят в быстрое движение наждачный круг ручного точила и прижимают к нему какой-либо стержень из закалённой стали, например напильник. Тонкий пучок искр, вырывающийся из-под стержня, направлен по касательной к окружности. Направление движения раскалённых частиц стали и есть направление их мгновенной скорости»². Может быть также использован ресурс ЕКЦОР № 187120 (видеоролик-анимация «Скорость при движении по окружности»).

Далее внимание учеников акцентируют на том, что движение по окружности с постоянной по модулю скоростью – это движение ускоренное. Ставится вопрос – как определить направление и модуль данного ускорения. Ученикам сообщают:

1. Движение тела по дуге окружности с постоянной по модулю скоростью – это движение с центростремительным ускорением.
2. Величина центростремительного ускорения определяется по формуле

$$a_u = \frac{v^2}{R}.$$

¹ Андриюшечкин, С. М. Самостоятельные и контрольные работы к учебнику «Физика». 9 класс [Текст] / С. М. Андриюшечкин. – М. : Баласс, 2016. – 128 с. (Образовательная система «Школа 2100». Контрольно-измерительные материалы).

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. – С. 38.

При этом может быть использован ресурс ЕКЦОР № 187212 (видео-ролик-анимация «Зависимость центростремительного ускорения от радиуса и скорости»). Ученики заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради.

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в учебнике приведено обоснование формулы центростремительного ускорения методом размерностей. Если учитель посчитает возможным рассмотреть данный материал, то уместно будет процитировать известные слова великого физика XX века Энрико Ферми: «В физике... нет места для путаных мыслей... Действительно понимающие природу того или иного явления должны получать основные законы из соображений размерности».

Метод размерностей позволяет оценить порядок величины ожидаемого эффекта, простые предельные случаи и характер функциональной связи величин, определяющих явление. «Одним из наиболее эффективных методов такого анализа является метод размерностей. Не будет преувеличением сказать, что метод размерностей обладает “максимальным КПД”, экономя горы бумаги теоретикам, деньги и время экспериментаторам»¹. Учитывая высокую значимость метода размерностей, преподавателю физики, безусловно, необходимо найти возможность изложить учащимся содержание данного метода; продемонстрировать приёмы его применения (особенно при профильном обучении или, например, при организации проектной деятельности).

При первоначальном знакомстве учеников с методом размерностей достаточно сообщить следующее. Очень часто (но не всегда!) функциональная зависимость физических величин имеет степенной характер, поэтому при использовании метода размерностей из качественных соображений выясняется – от каких величин B , C , D зависит некоторая физическая величина A . Записывается степенная зависимость величины A от величин B , C , D в виде

$$A \sim B^x C^y D^z. \quad (5.1)$$

Таким образом, «всякое уравнение в физике выражает соотношение, объективно существующее в природе, независимо от воли того, кто это уравнение пишет. И, конечно, обе части уравнения должны выражаться величинами, измеряемыми в одних и тех же единицах. Единицы измерения каждой физической величины выражаются через основные единицы измерения... Обе части каждого физического уравнения должны иметь одинаковую размерность»². Итак, левая и правая части соотношения (5.1) должны, конечно, измеряться одними и теми же единицами, то есть иметь одинаковые размерности:

$$[A] = [B^x] \cdot [C^y] \cdot [D^z].$$

¹ Брук, Ю. Метод размерностей помогает решать задачи [Текст] / Ю. Брук, А. Стасенко // Квант. – 1981. – № 6. – С. 11.

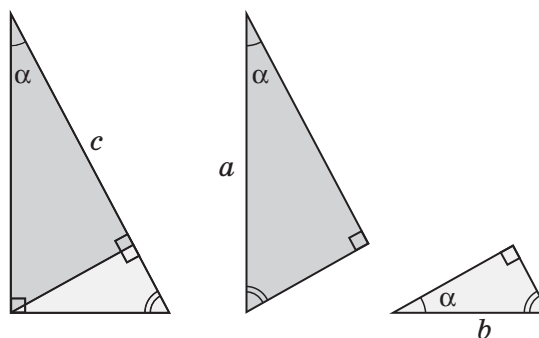
² Компанец, А. Размерность физических величин и подобие явлений [Текст] / А. Компанец // Квант. – 1975. – № 1. – С. 10.

Это позволяет определить показатели степеней x, y, z и установить функциональную зависимость величины A от величин B, C, D .

Приведём пример применения метода размерностей¹.

Докажем теорему Пифагора, пользуясь соображениями размерности. Из размерности следует, что площадь S прямоугольного треугольника можно записать как произведение квадрата гипотенузы на некоторую функцию одного из острых углов:

$$S = c^2 f(\alpha).$$



Аналогичным образом (рис. 4) можно представить площади двух подобных прямоугольных треугольников, которые получаются, если опустить высоту из прямого угла (рис. 4). Для этих треугольников роль гипотенузы играют катеты исходного треугольника.

Поэтому

$$c^2 f(\alpha) = a^2 f(\alpha) + b^2 f(\alpha).$$

Сократив на $f(\alpha)$, получим теорему Пифагора: «В прямоугольном треугольнике квадрат длины гипотенузы равен сумме квадратов длин катетов».

Вторая часть урока. Вторая часть урока посвящена введению понятий «период вращения» и «частота вращения». При организации работы учителю следует придерживаться обобщённых планов построения ответа о физической величине. Ученики знакомятся с примерами расчёта периода и частоты вращения (они приведены в тексте § 4 учебника), заполняют соответствующие разделы справочника по физике в тематической тетради.

Заключительная часть урока. Рассматривают опорный конспект 1 «Механическое движение», приведённый в тематической тетради.

Далее ученики решают задачи 4 и 5 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

§ 6. Законы Ньютона

Первая часть урока. Урок следует начать с обзора основных этапов развития классической механики, упоминания тех выдающихся учёных, чьи труды составили содержание науки механики. Следует использовать ресурс ЕКЦОР № 186348 [видеоролик «О механизмах и истории механики», дано описание истории развития физических теорий (от использования рычагов до ядерных реакторов)]².

Вторая часть урока. При рассмотрении законов Ньютона, составляющих ядро классической механики, как свидетельствует педа-

¹ Мигдал, А. Вычисление без вычислений [Текст] / А. Мигдал // Квант. – 1979. – № 8. – С. 12.

² Первые 1 мин 29 с видеоролика.

гогическая практика, наибольшую трудность для учеников представляет усвоение содержания I закона. Это обусловлено тем, что имеющийся житейский повседневный опыт связывает поддержание движения (в духе взглядов Аристотеля) с необходимостью приложения силы к движущемуся телу. «У каждого ученика, который приступает к изучению динамики, уже есть определённые житейские представления о движении и о связи его с силами. Но эти представления, основанные на его личном опыте и наблюдениях, часто вовсе, казалось бы, не согласуются с содержанием первого закона Ньютона. ... Движение они связывают с силой. На поверхности фактов лежит кажущаяся связь между скоростью движения и силой. Поэтому, когда приступают к изучению первого закона Ньютона, сталкиваются с необходимостью не учить, а „переучивать” учащихся»¹.

Дополнительно накладываются на это и методические «шероховатости», встречающиеся в литературе для учителя. Так, например, на страницах журнала «Физика в школе» автором одной из статей были приведены три формулировки первого закона Ньютона:

1. Если данное тело не взаимодействует с окружающими телами, то скорость его движения не меняется ни по величине, ни по направлению.

2. Всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока действие со стороны других тел не изменит этого состояния.

3. Если на тело не действуют другие тела или их действия взаимно скомпенсированы, то оно находится в состоянии покоя или прямолинейного равномерного движения.

Анализируя формулировки, автор статьи приходит к выводу, что все три определения равнозначны по смыслу, но третье более общее. По нашему мнению, вывод о равнозначности определений неправилен. I закон Ньютона, как известно, описывает движение *свободного тела*, т. е. тела, которое не взаимодействует с другими телами. Это ясно отражено в формулировке закона, данного самим И. Ньютоном: «Всякое тело продолжает удерживаться в своём состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние»². При этом необходимо понимать, что понятие «свободное тело» – физическая модель и реально всякое тело является таким только приближённо.

Фактически первая и вторая формулировки закона, приведённые выше, по смыслу совпадают с ньютоновской. (При этом под телом понимают материальную точку, а под движением – движение относительно инерциальной системы отсчёта.) Если же ввести в формулировку I закона Ньютона, как предлагает автор статьи, «расширение» и считать, что на тело могут действовать и другие тела, но их действия должны быть взаимно скомпенсированы (см. третью формулировку закона), то тем самым мы вынуждены анализировать движение не свободного тела, а тела, взаимодействующего с другими

¹ Резников, Л. И. Методика преподавания физики в средней школе [Текст] : пособие для учителя / Л. И. Резников, С. Я. Шамаш, Э. Е. Эвенчик. – М. : Просвещение, 1974. – С. 80.

² Ньютон, И. Математические начала натуральной философии [Текст] / И. Ньютон. – М. : Наука, 1989. – С. 39.

талами. (Следует заметить, что подобное «расширение» встречается и в ряде учебных пособий и учебников.) В дальнейшем это может привести учеников к непониманию *фундаментального* характера I закона Ньютона.

Подобная формулировка закона может подтолкнуть учеников к ложному выводу о том, что I закон якобы тривиальное следствие II закона Ньютона. Так как

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m},$$

то при

$$\vec{F} = 0$$

и

$$\vec{a} = 0.$$

Это значит

$$\vec{v} = \text{const.}$$

Данный вывод, очевидно, не соответствует физической сущности I закона Ньютона, являющегося постулатом и описывающим движение свободного тела.

Для того чтобы подчеркнуть тот факт, что I закон Ньютона описывает движение именно свободного тела, в учебнике первоначально анализируется (мысленный эксперимент) движение шарика по наклонному жёлобу. Затем формулируется вопрос: «Как будет двигаться свободное тело, то есть тело, на которое не действуют никакие другие тела?» Ответ на этот вопрос и составляет содержание I закона Ньютона (в формулировке, которая принадлежит непосредственно Ньютону).

Далее в учебнике приводится формулировка I закона Ньютона с использованием современного научного понятия «инерциальная система отсчёта». Вполне закономерно возникает вопрос: «Равноценны ли инерциальные системы отсчёта между собой?» Ответ на этот вопрос составляет содержание принципа относительности Галилея¹.

Заключительная часть урока. Рассмотрение вопроса о том, каков характер движения *несвободного тела*, можно начать с известной сказки Л. Н. Толстого «Три медведя»:

«Одна девочка ушла из дома в лес. В лесу она заблудилась и стала искать дорогу домой, да не нашла, а пришла в лесу к домику.

Дверь была открыта: она посмотрела в дверь, видит в домике никого нет и вошла. В домике этом жили три медведя. Один медведь был отец, звали его Михаил Иванович. Он был большой и лохматый. Другой была медведица. Она была поменьше и звали её Настасья Петровна. Третий был маленький медвежонок и звали его Мишутка. Медведей не было дома, они ушли гулять по лесу. ...

Девочка захотела сесть и видит у стола три стула: один большой, Михайлы Ивановича, другой поменьше, Настасьи Петровны и третий, маленький, с синенькой подушечкой – Мишуткин. Она полезла на большой стул и упала; потом села на средний стул, на нём было

¹ Рекомендуем изучить: Рыжиков, С.Б. Проблемный подход к изучению основ физики [Текст] / С.Б. Рыжиков, Ю.В. Рыжикова // Физика в школе. – 2016. – № 1. – С. 32–40. В статье подробно анализируется I закон Ньютона, предложена методика изучения законов Ньютона с позиций проблемного подхода.

неловко, потом села на маленький стульчик и засмеялась, так было хорошо. Она взяла синенькую чашечку на колена и стала есть. Поела всю похлёбку и стала качаться на стуле.

Стульчик проломился, и она упала на пол. Она встала, подняла стульчик и пошла в другую горницу. ...

А медведи пришли домой ... Михайло Иваныч взглянул на свой стул и зарычал страшным голосом: „Кто сидел на моем стуле и сдвинул его с места!“. Настасья Петровна взглянула на свой стул и зарычала не так громко: „Кто сидел на моём стуле и сдвинул его с места!“. Мишутка взглянул на свой сломанный стульчик и пропищал: „Кто сидел на моём стуле и сломал его!“¹.

Обсуждая с учениками описанную ситуацию, приходят к выводу, что медведи полностью «владеют содержанием» I закона Ньютона, «осознавая», что свободное тело не могло изменить свою скорость или состояние покоя. И если тело (стульчик) всё-таки изменяло свою скорость, то оно с чем-то или с кем-то взаимодействовало.

Излагают содержание II закона Ньютон, придерживаясь обобщённого плана построения ответа «Что нужно знать о физическом законе». Зависимость ускорения, с которым движется тело, от величины силы, приложенной к телу, и его массы иллюстрируют опытом по рис. 33 и 34 учебника или опытом 1/6 – 1 «Демонстрация II закона Ньютона»². Также можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186901 (видеофрагмент «Второй закон Ньютона», показан эксперимент по установлению II закона Ньютона).

Далее ученики заполняют соответствующий раздел справочника в тематической тетради и решают задачу 6 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

§ 7. Законы Ньютона (продолжение)

Первая часть урока. Для актуализации знаний учащихся используют ресурс ЕК ЦОР № 105257. Цифровой ресурс представляет собой пошаговую анимацию по теме «Второй закон Ньютона». В данной модели иллюстрируется зависимость ускорения тела от его массы и внешней силы. Интерактивная модель сопровождается инструкцией пользователю, краткой теоретической справкой, а также методическими материалами для преподавателя.

Обсуждают результаты выполнения домашнего задания (задания 5.1 – 5.5 учебника).

Далее ученикам предлагают прочитать первый абзац на с. 42 учебника и предложить свой вариант разрешения проблемы (она не трудна): «Как применять II закон Ньютона, если на тело действуют несколько сил?» Понятие «равнодействующая сила» подробно рассмотрено в § 5 учебника. Дополнительно можно использовать ресурс ЕК ЦОР ЕКЦОР № 187060 (анимация «Сумма сил и движение тела», первые 15 с ресурса).

¹ Толстой, Л. Н. Полное собрание сочинений. Т. 21. Новая азбука и русские книги для чтения (1874 – 1975) [Текст] / Л. Н. Толстой. – М. : Государственное издательство «Художественная литература», 1957. – С. 83–85.

² Описание демонстрационных опытов приведено в приложении к пособию.

Вторая часть урока. Переходя к рассмотрению III закона Ньютона, внимание учеников обращают на то, что тела взаимно действуют друг на друга. Демонстрируют опыт по взаимодействию тележек (рис. 44 и 45 учебника)¹. Можно подобный опыт продемонстрировать и в «большом масштабе», если на легкоподвижные тележки, находящиеся на некотором расстоянии друг от друга на полу в учебном кабинете, встанут ученики и начнут с помощью шнура подтягивать друг друга. Ученики наблюдают опыты по рис. 41–43 учебника, а также опыт 1/7 – 1 «Демонстрация III закона Ньютона», что позволяет им уяснить содержание изучаемого закона.

Формулируют III закон Ньютона, используют ресурс ЕК ЦОР №187073 (слайд-шоу «Иллюстрация к III закону Ньютона», озвученная подборка иллюстраций для изучения закона).

Уместно будет далее процитировать слова известного популяризатора физики, математики и астрономии Я. И. Перельмана: «Ни один из трёх основных законов механики не вызывает, вероятно, столько недоумений, как знаменитый „третий закон Ньютона“ – закон действия и противодействия. Все его знают, умеют даже в иных случаях правильно применять, – и однако мало кто свободен от некоторых неясностей в его понимании. ... Беседуя с разными лицами, я не раз убеждался, что большинство готово признать правильность этого закона лишь с существенными оговорками. Охотно допускают, что он верен для тел неподвижных, но не понимают, как можно применять его к взаимодействию тел движущихся... Действие, гласит закон, всегда равно и противоположно противодействию. Это значит, что, если лошадь тянет телегу, то и телега тянет лошадь назад с такою же силою. Но ведь тогда телега должна оставаться на месте: почему же всё-таки она движется? Почему эти силы не уравновешивают одна другую, если они равны?»² Следует особо обратить внимание, что силы, фигурирующие в III законе Ньютона, это силы взаимодействия, приложенные к различным телам, и они никак не могут уравновесить друг друга.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока проводят анализ ряда задач, которые будут предложены учащимся в качестве домашнего задания (задания 5.5 и 5.8 учебника), и предлагают ученикам решить задачу 7 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

§ 8. Решение задач по теме «Законы Ньютона»

Первая часть урока. В первой части урока возможно проведение физического диктанта. Так как данная работа несёт в первую очередь не контролирующие, а обучающие функции, то учеников знакомят с верными ответами, демонстрируя соответствующий слайд, и они проводят самопроверку работы.

¹ См. также ресурс ЕК ЦОР № 187309 (видеоролик «Второй закон Ньютона»). Показан эксперимент по наблюдению взаимодействия двух тележек различной массы и зависимости ускорения тележек при взаимодействии от их массы.

² Перельман, Я. И. Занимательная физика: книга первая и вторая [Текст] / Я. И. Перельман. – 23-е изд. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – С. 242.

Примерные вопросы физического диктанта

Номер вопроса	I вариант	II вариант
1	Запишите формулу, определяющую ускорение равноускоренного движения	
2	Из формулы, определяющей ускорение равноускоренного движения, выразите	
	начальную скорость тела	конечную скорость тела
3	Запишите формулу для расчёта проекции перемещения при равноускоренном движении	
4	Запишите формулу для расчёта центростремительного ускорения тела, движущегося по окружности с постоянной по модулю скоростью	
5	Из формулы для расчёта центростремительного ускорения тела, движущегося по окружности с постоянной по модулю скоростью, выразите	
	радиус окружности, по которой движется тело	скорость, с которой движется тело
6	Запишите формулу II закона Ньютона	
7	Из формулы II закона Ньютона выразите	
	силу, действующую на тело	массу тела
8	Запишите формулу III закона Ньютона	

Вторая часть урока. При организации работы на уровне «максимум» вторая часть урока начинается с анализа алгоритма решения задач по механике (см. соответствующий раздел § 6 учебника). В противном случае ученикам сообщается, что применение II закона Ньютона связано с определёнными трудностями, обусловленными векторным характером закона. По этой причине при использовании формулы

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

необходимо выбрать систему отсчёта, определить проекции силы и решить полученную систему уравнений. Рассматриваются типичные случаи (случаи 1 и 2 из соответствующего раздела § 6 учебника, при работе на уровне «максимум» рассматривается также и случай 3).

Заключительная часть урока. Далее переходят к разделу «Примеры решения задач» § 6 учебника (методика работы традиционна). Проводят анализ задач 1 и 2, задачи 3 и 4 предлагается рассмотреть наиболее успешно успевающим ученикам.

§ 9. Лабораторная работа «Опытная проверка второго закона Ньютона»

Первая часть урока. Урок начинают с рассмотрения движения груза, закреплённого на нити определённой длины и вращающегося по окружности с некоторым центростремительным ускорением (раздел «Анализ движения тела» § 7 учебника). Выясняют, что равнодействующая сила может быть непосредственно измерена динамометром, а для расчёта ускорения, с которым движется груз, необходимо измерить время, за которое груз совершает определённое число оборотов. Это позволяет экспериментально проверить зависимость центростремительного ускорения a_u от величины равнодействующей силы F .

Вторая и заключительная части урока. По описанию, приведённому в § 7 учебника, ученики выполняют лабораторную работу «Проверка II закона Ньютона». По результатам проведённых измерений они строят график зависимости центростремительного ускорения a_u от величины равнодействующей силы F и убеждаются, что в соответствии со II законом Ньютона

$$a_u \sim F.$$

При проверке закона необходимо также выяснить и то, как центростремительное ускорение тела зависит от его массы, но ввиду дефицита учебного времени эта часть работы не выполняется. В учебнике сформулирован вопрос, подводящий учеников к выводу о необходимости такой проверки: «Зависимость между какими физическими величинами, по вашему мнению, ещё необходимо исследовать при экспериментальной проверке II закона Ньютона?»

§ 10. Решение задач. Самостоятельная работа по теме «Законы Ньютона»

Первая часть урока. Ученикам может быть предложена следующая экспериментальная задача: «В вашем распоряжении имеется шарик, наклонный жёлоб, весы, измерительная лента, секундомер. Определите, чему равна равнодействующая сила при движении шарика по наклонному жёлобу»¹.

Итоги изучения основных законов динамики учащиеся подводят, анализируя конспект 2 «Законы Ньютона», приведённый в тематической тетради.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Законы Ньютона».

§ 11. Закон всемирного тяготения

Первая часть урока. Следующий учебный модуль при изучении раздела «Основы механики» связан с рассмотрением сил – силы всемирного тяготения, силы упругости, силы трения. При изучении закона всемирного тяготения ввиду недостатка времени учитель

¹ В классе с более высоким уровнем познавательных возможностей можно видоизменить условие задачи, добавив ограничение, что разрешается движение шарика только снизу вверх по наклонному жёлобу.

вынужден практически сразу же познакомить учащихся с формулировкой и математическим выражением закона. При этом в качестве краткого вступления может быть использован ресурс ЕК ЦОР № 139553 (видеофрагмент «Солнечная система») или ресурс ЕК ЦОР № 130547 (анимация «Модель Солнечной системы», звуковое сопровождение отсутствует), а также слайды с изображением нашей Галактики, взаимодействующих галактик¹.

Приведём слова Р. Фейнмана, которые могут быть использованы учителем в рассказе о законе всемирного тяготения: «Но поразительнее всего то, что закон тяготения прост. Его легко сформулировать так, чтобы не оставалось никаких лазеек для двусмысленности и для иного толкования. Он прост и поэтому прекрасен. Он прост по форме. Я не говорю, что он действует просто – движение разных планет, их взаимное влияние могут быть очень запутанными, и определить, как движется каждая звезда в шаровом скоплении, не в наших силах. Закон действует сложно, но его коренная идея проста. Это и роднит все наши законы. Сами по себе они всегда оказываются простыми, хотя в природе действуют сложным образом. ... Закон тяготения универсален. Он простирается на огромные расстояния, и Ньютон, которого интересовала Солнечная система, вполне мог бы предсказать, что получится из опыта Кавендиша, ибо весы Кавендиша, два притягивающихся шара, это маленькая модель Солнечной системы. Если увеличить её в десять миллионов миллионов раз, то мы получим Солнечную систему. Увеличим ещё в десять миллионов миллионов раз – и вот вам галактики, которые притягиваются друг к другу по тому же самому закону. Вышивая свой узор, Природа пользуется лишь самыми длинными нитями, и всякий, даже самый маленький образчик его может открыть нам глаза на строение целого. ...

Я говорил, что сила пропорциональна произведению масс двух тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними, а также что тела реагируют на силы, изменяя свою скорость в направлении действия силы на величину, пропорциональную силе и обратно пропорциональную своим массам. ... Что делает планета? Неужели она смотрит на Солнце, видит, насколько оно удалено, и вычисляет на своем арифмометре обратный квадрат расстояния, чтобы узнать, как нужно двигаться? Ясно, что это не объяснение механизма гравитации! Вам, может быть, захочется взглянуть поглубже, и многие пытались это сделать. Ещё Ньютона спрашивали о его теории: „Но ведь она ничего не говорит, она ничего не объясняет?“ Ньютон отвечал: „Она говорит, как движутся тела. Этого должно быть достаточно. Я сказал вам, как они движутся, а не почему“.

Но со времени Ньютона и до наших дней никто не мог описать механизм, скрытый за законом тяготения, не повторив того, что уже сказал Ньютон, не усложнив математики или не предсказав явлений, которых на самом деле не существует. Так что до сих пор у нас нет иной модели для теории гравитации, кроме математической»².

¹ На ряде образовательных дисков по астрономии можно найти модель, демонстрирующую «космический каннибализм» – слияние взаимодействующих галактик.

² Фейнман, Р. Характер физических законов [Текст]: пер. с англ. / Р. Фейнман. – 2-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. – С. 30–34.

После формулировки закона всемирного тяготения и записи математической формулы закона ученикам сообщают численное значение гравитационной постоянной. Материал о методе измерения гравитационной постоянной отнесён в учебнике к дополнительному материалу (уровень «максимум») и его содержание основано на современной научной статье, в которой «описывается установка, позволяющая в условиях обычного лабораторного практикума для студентов провести измерение гравитационной постоянной. Установка содержит крутильный маятник, который в ходе эксперимента раскачивается за счёт сил гравитационного притяжения со стороны дополнительных грузов с помощью специального устройства периодически в такт колебания маятника, меняющих своё положение. Гравитационная постоянная вычисляется по амплитуде установившихся колебаний»¹. Обычно в учебниках в качестве опыта по измерению гравитационной постоянной упоминается опыт Генри Кавендиша, поставленный им в 1798 г. Это не является удачным по ряду причин:

1. Целью опыта Кавендиша было определение средней плотности Земли².

2. В трудах Ньютона, как и в работах других учёных, вплоть до начала XIX в., гравитационная постоянная в явном виде не фигурирует. По мнению историков науки, гравитационная постоянная в нынешнем виде впервые была введена в закон всемирного тяготения академиком Пуассоном в «Трактате по механике» (1809).

Как и при рассмотрении других физических законов, изучение закона всемирного тяготения строится в соответствии с пунктами обобщённого плана построения ответа. При этом в качестве ответа на пункт 3 плана («Опыты, подтверждающие справедливость закона») можно указать на то, что закон всемирного тяготения подтверждается, в частности, законами движения планет Солнечной системы, открытых Иоганном Кеплером. В качестве ответа на пункт 4 («Примеры учёта и применения закона на практике») следует упомянуть историю открытия планеты Нептун «на кончике пера». Это явилось выдающимся достижением науки XIX в., торжеством открытого Ньютоном закона всемирного тяготения. Вопрос о границах применения закона подробно рассмотрен непосредственно в § 8 учебника.

Если учитель располагает некоторым резервом времени, то в качестве дополнительного материала (уровень «максимум») следует указать ученикам на те физические факты и рассуждения, что приводят к закону всемирного тяготения³:

1. Все тела, как показывает эксперимент, падают на Землю с одинаковым ускорением. Так как в соответствии со II законом Ньютона величина этого ускорения a для тела массой m определяется выражением

¹ Степанов, Н. С. Измерение гравитационной постоянной в учебной лаборатории [Текст] / Н. С. Степанов, А. В. Шишарин // Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172, № 5. – С. 609–613.

² См., например, Голин, Г. М. Классики физической науки (с древнейших времён до начала XX века) [Текст] : справ. пособие / Г. М. Голин, С. Р. Филонович. – М. : Высш. шк., 1989. – С. 253–368.

³ Более подробно см.: Гросберг, А. Давайте вместе откроем закон всемирного тяготения [Текст] / А. Гросберг // Квант. – 1994. – № 4. – С. 3–7.

$$a = \frac{F_1}{m},$$

то сила F_1 , с которой Земля притягивает тело, должна быть пропорциональна массе тела

$$F_1 \sim m.$$

2. В соответствии с III законом Ньютона тело притягивает Землю с такой же по модулю силой F_2 ,

$$F_2 = F_1,$$

которая должна быть прямо пропорциональна массе Земли M .

Следовательно, сила гравитационного взаимодействия F_1 прямо пропорциональна произведению масс взаимодействующих тел:

$$F_1 \sim mM.$$

3. Сравниваем ускорение a , с которым тело падает на Землю, с центростремительным ускорением Луны a_u , с которым та «падает», двигаясь вокруг Земли. (Тут мы делаем обобщение, которое в настоящее время воспринимаем как обыденное – считаем, что движение планет вокруг Солнца, движение Луны вокруг Земли, падение тел на землю есть проявление одной и той же силы – силы всемирного тяготения.) Если бы тело было помещено на лунную орбиту, то оно имело бы такое же ускорение, как и Луна (от массы тела ускорение не зависит). Сравнение численных значений a и a_u показывает, что они отличаются в 3600 раз, тогда как расстояние от центра Земли до её поверхности R и радиус лунной орбиты R_u отличаются в 60 раз. Это позволяет нам вслед за И. Ньютоном сделать вывод о том, что

$$a \sim \frac{1}{R^2}.$$

Следовательно, и сила гравитационного взаимодействия также обратно пропорциональна квадрату расстояния между взаимодействующими телами:

$$F_1 \sim \frac{1}{R^2}.$$

4. Объединяя последний вывод с ранее сделанным выводом о зависимости силы гравитационного взаимодействия от массы взаимодействующих тел, приходим к формулировке закона всемирного тяготения

$$F_1 \sim \frac{mM}{R^2}.$$

Вторая часть урока. Во второй части урока изучаются понятия «сила тяжести» и «ускорение свободного падения». Выводится формула для расчёта силы тяжести, действующей со стороны Земли на тело массой m , находящееся на высоте h от поверхности Земли. Обсуждают, как меняется сила тяжести, действующая на тело, при удалении тела от поверхности Земли. Выясняют, например,

во сколько раз уменьшится сила тяжести, если тело будет поднято на высоту, равную радиусу Земли. Анализируют рис. 67 учебника.

Обсуждают вопрос о том, как будет двигаться тело под действием силы тяжести вблизи поверхности Земли, когда высота h во много меньше радиуса Земли R_3 ($R_3 \approx 6400$ км). Так как сила тяжести фактически неизменна, тело будет двигаться равноускоренно. Выводят формулу для расчёта ускорения свободного падения вблизи поверхности:

$$g = \frac{GM}{R^2},$$

сообщают, что среднее значение ускорения свободного падения вблизи поверхности Земли равно $9,8 \text{ м/с}^2$.

Внимание учеников обращают на то, что ускорение свободного падения тела не зависит от его массы. «Опроверяют» это утверждение опытом¹: с одной и той же высоты одновременно опускают плашмя учебник и лист бумаги формата А5. Ученики видят, что учебник «приземляется» на поверхность стола существенно быстрее, нежели лист бумаги. Повторяют опыт, но в этот раз кладут лист бумаги поверх учебника, и он в этом случае не отстаёт от учебника – лёгкий лист бумаги движется с тем же ускорением, что и тяжёлый учебник. Ученики приходят к выводу, что «свободное падение листа бумаги не свободно – мешает воздух». Демонстрируется опыт 1/11 – 1 «Падение тел в разреженном пространстве». Можно также использовать ресурс ЕК ЦОР № 186337 (видеоролик-анимация «Свободное падение тел в воздухе и вакууме»).

Подводя итог, предлагают ученикам вспомнить формулу для расчёта силы тяжести, известную им из курса физики 7 класса:

$$F = mg,$$

где коэффициент $g = 9,8 \text{ Н/кг}$.

Выясняют физический смысл коэффициента g , доказывают, что $\text{Н/кг} = \text{м/с}^2$.

Заключительная часть урока. Ускорение свободного падения можно определить, если измерить модуль перемещения свободно падающего (без начальной скорости) тела за определённое время. Вывод соответствующего выражения приведён в § 8 учебника. Демонстрируется опыт по определению ускорения при свободном падении. Ранее для этой цели использовали электронный секундомер с комплектом приставок-панелей к секундомеру и источник постоянного тока². В настоящее время можно использовать два цифровых оптоэлектрических датчика и демонстрационный универсальный измерительный прибор, который предназначен для отображения промежутков времени, измерения тока и напряжения, а также прямого отображения показаний цифровых датчиков.

Определив опытным путём ускорение свободного падения, можно использовать формулу

¹ Опыт следует провести фронтально.

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. – 351 с.

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

для расчёта массы Земли M_3 . Проведя вычисления, получают

$$M_3 = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ кг.}$$

Ученикам сообщают, что масса Земли в 330 000 раз меньше массы Солнца и в 81 раз больше массы её спутника – Луны.

Последний раздел «Искусственные спутники Земли» § 8 учебника на данном уроке не рассматривается, и заключительные минуты урока следует отвести на анализ домашнего задания, обратив внимание на задания 8.2 и 8.7.

§ 12. Решение задач на закон всемирного тяготения

Первая часть урока. Урок начинают с заполнения разделов справочника «Закон всемирного тяготения» и «Сила тяжести» в тематической тетради.

Далее предлагается следующая экспериментальная задача: «Оцените скорость вылета шарика из баллистического пистолета при горизонтальном выстреле». При решении задачи пистолет закрепляют на штативе на некоторой высоте над поверхностью демонстрационного стола. Производят выстрел в горизонтальном направлении 3–4 раза и измеряют дальность полёта шарика. Измеряют высоту закрепления пистолета над поверхностью стола. Это позволяет определить время падения шарика и скорость его движения в горизонтальном направлении.

Вторая часть урока. Продолжая анализ ситуации, составляющей содержание рассмотренной выше задачи, ученикам предлагается представить, какова будет траектория движения шарика при его очень большой начальной скорости (соответствующая учебная проблема описана и сформулирована в начале раздела «Искусственные спутники Земли» § 8 учебника). Тут удачно ляжет в русло урока ресурс ЕК ЦОР № 151836 [анимация «Компьютерное моделирование движения тела с учётом изменения g (“гора Ньютона”)»].

Проводят вывод формулы для расчёта v космической скорости (в случае движения спутника по круговой орбите вблизи поверхности Земли). Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 104952 (иллюстрация «Искусственные спутники Земли»; показаны: первый спутник Земли (СССР), 1957 г.; второй спутник Земли Explorer-I (США), 1958 г.; современные спутники (Россия); спутник GPS навигации).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока (при организации работы на уровне «максимум») ученикам можно предложить вывести третий закон Кеплера (для случая круговых орбит), который гласит, что квадраты периодов планет относятся как кубы радиусов их орбит). При организации работы на репродуктивном уровне ученикам предлагается задача 8 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика”. 9 класс».

§ 13. Сила упругости. Лабораторная работа «Изучение силы упругости»

Первая часть урока. Урок начинают с того, что ученикам предлагают прочитать первый абзац § 9 учебника и найти в тексте ответы на следующие вопросы:

1. Что такое деформация? Перечислите различные виды деформаций.

2. Почему при деформации тела возникает сила упругости? Какова природа силы упругости?

Демонстрируется опыт по рис. 74 учебника (хорошо для этой цели подойдут 8–10 разноцветных поролоновых кухонных губок, соединённых в стопку).

Далее вводится понятие «вес тела» (при этом необходимо указать, что научное физическое понятие веса тела не совпадает с обыденным житейским понятием, что вес – это сила, а значит, измеряется в ньютонах). Ученикам предлагают сравнить понятия «вес тела» и «сила тяжести, действующая на тело», для чего им следует прочитать соответствующий абзац на с. 75 учебника.

При организации работы на уровне «максимум» выводят формулу для расчёта веса тела, движущегося с ускорением. При организации работы на репродуктивном уровне ограничиваются обсуждением того, что вес тела может численно быть как больше, так и меньше mg . Фронтально проводят опыт по рис. 84, а – в учебника.

Выясняют, что если тело и опора свободно падают (то есть движутся под действием силы тяжести с одинаковым ускорением – ускорением свободного падения), то тело не давит на опору и не растягивает нить подвеса. Сообщают, что такое состояние получило название невесомости.

Демонстрируют опыт 1/13 – 1 «Невесомость при падении тела». Используют ресурс ЕК ЦОР № 186497 (видеоролик «Вес тела. Невесомость»).

Вторая часть урока. Переходя ко второй части урока, обращают внимание учеников на то, что вес тела – это сила, возникающая при деформации тела, то есть сила упругости. Организуют изучение закона Гука по обобщённому плану построения ответа о физическом законе, используя текст раздела «Основные сведения о силе упругости» § 9 учебника.

Проведя необходимые измерения, определяют жёсткость пружины лабораторного динамометра.

Вопрос о том, от чего зависит жёсткость тела, отнесён в учебнике к дополнительному материалу (уровень «максимум»), и если этот вопрос на уроке изучается, то демонстрируют опыты по рис. 78 и 79 учебника, иллюстрирующие зависимость жёсткости полоски резины от её длины и площади поперечного сечения.

Заключительная часть урока. Урок завершают выполнением лабораторной работы «Изучение силы упругости», подробное описание которой приведено в § 9 учебника¹. (Полоски плоской резины, ис-

¹ Завершение урока выполнением лабораторной работы, по нашему мнению, удобно с организационной точки зрения – темп выполнения лабораторной работы различен у разных учеников класса и это делает проблематичным успешное переключе-

пользуемые при выполнении работы, можно вырезать из медицинского резинового бинта Мартенса. Для удобства применения динамометра следует с помощью тонкой медной проволоки прикрепить к одному концу полоски канцелярскую скрепку.)

§ 14. Сила трения.

Лабораторная работа «Изучение силы трения скольжения»

Первая часть урока. Основные сведения о силе трения изложены в соответствующем разделе § 10 учебника. Этот материал может быть изучен в рамках технологии продуктивного чтения. Технология продуктивного чтения¹, как известно, включает три этапа работы с текстом (работа с текстом до чтения, работа с текстом во время чтения, работа с текстом после чтения). При этом деятельность учащихся может быть организована следующим образом.

I этап.

Ученикам предлагается прочитать название параграфа, вводное предложение («Вы уже знаете, что одной из механических сил является сила трения») и для актуализации имеющихся у них остаточных знаний по данной теме из курса физики 7 класса ответить на вопросы:

1. Какие виды сил трения вам известны?
2. С какой целью используют смазку?
3. Почему в технике применяются подшипники?
4. Русская пословица гласит: «Готовь летом сани, а зимой телегу». Почему летом и зимой приходилось использовать разные средства передвижения?

II этап.

Ученикам предлагается:

– прочитать раздел «Основные сведения о силе трения» § 10 учебника;

– ответить на вопросы:

1. Какими физическими причинами обусловлено возникновение силы трения?
2. В каком случае возникает сила трения покоя?
3. Какое важнейшее практическое значение имеет сила трения покоя?
4. Какими факторами определяется величина силы трения скольжения?
5. Как вычисляется сила трения скольжения?
6. В каком случае необходимо прикладывать большую силу при равномерном движении санок (см. рис. 90, а, б учебника)?
7. В каких единицах измеряется коэффициент трения скольжения?

ние в середине урока с лабораторной работы на иной вид учебной деятельности. Эта причина определила порядок изучения нового материала на данном уроке: деформация – сила упругости – вес тела – закон Гука – лабораторная работа.

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).

III этап.

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

1. Объясните результаты опыта 1/14 – 1 «Трение покоя и скольжения»¹.

2. Выведите формулу для расчёта силы трения в случае скольжения тела по горизонтальной поверхности.

3. Автомобиль движется по горизонтальному шоссе. При аварийном торможении колёса автомобиля оказались заблокированы. Оцените, с каким ускорением он будет тормозить. (Воспользуйтесь справочной таблицей ориентировочных значений коэффициента трения скольжения, приведённой в § 10 учебника.) Пусть автомобиль первоначально двигался со скоростью 72 км/ч. Сколько времени в этом случае займёт торможение автомобиля? Каков будет его тормозной путь?

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют лабораторную работу «Изучение силы трения скольжения» по описанию, приведённому в § 10 учебника. Обратите внимание, что основной целью данной лабораторной работы является не определение коэффициента трения скольжения для некоторой пары материалов, а установление функциональной зависимости силы трения скольжения от силы реакции. В ходе выполнения фронтальной лабораторной работы учащиеся строят график зависимости силы трения скольжения $F_{тр. скол}$ от силы реакции N , и они выясняют, что сила трения скольжения действительно прямо пропорциональна силе реакции:

$$F_{тр. скол} \sim N.$$

§ 15. Самостоятельная работа по теме «Силы в механике»

Первая часть урока. Обобщение материала по теме «Силы в механике» проводят, анализируя конспект 3, приведённый в тематической тетради. При необходимости проводят повторение основных ранее изученных формул (формулы для расчёта ускорения равноускоренного движения, перемещения при равноускоренном движении, центростремительного ускорения, математическое выражение II и III законов Ньютона).

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Силы в механике».

¹ Опыт показывает, что сила трения скольжения меньше максимальной силы трения покоя. Это необходимо учитывать, например, при экстренном торможении автомобиля. Если при нажатии на тормозную педаль колёса автомобиля окажутся заблокированы, то между колёсами автомобиля и поверхностью дороги будет действовать не сила трения покоя, а сила трения скольжения. Это неизбежно приведёт к увеличению тормозного пути автомобиля (и его заносу). По этой причине современные автомобили, как правило, оборудуются ABS. ABS (англ. Anti-lock braking system – антиблокировочная система) – сложная электронно-механическая система, предотвращающая блокировку (юз) колес транспортного средства при торможении.

§ 16. Импульс

Первая часть урока. Особое значение при изучении раздела «Основы механики» имеет рассмотрение темы «Законы сохранения». Во-первых, здесь вводится и новое понятие – импульс, и существенно расширяются знания учащихся о таких понятиях, как механическая энергия, механическая работа, которые в дальнейшем широко используются при изучении других разделов физики. Во-вторых, именно в этом разделе систематически изучаются законы сохранения – закон сохранения импульса и закон сохранения механической энергии¹. По этой причине урок начинают с чтения раздела «Что такое законы сохранения» § 11 учебника. Ученикам предлагается ответить на следующие вопросы:

1. Что такое законы сохранения?
2. Какие законы сохранения вам известны из курсов физики 7 и 8 класса?
3. Какие законы сохранения будут изучены вами в разделе «Основы механики»?

Далее организуется работа по плану ответа о физической величине применительно к импульсу (ниже приведены ответы на вопросы плана):

1. Импульс характеризует механическое движение.
2. Импульс тела – физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость.

3. $\vec{p} = m\vec{v}$.

4. Импульс – векторная величина.

5. Модуль импульса измеряется в кг·м/с.

6. Для определения импульса необходимо измерить массу тела и его скорость.

Заполняется соответствующий раздел справочника в тематической тетради.

Переходя к закону сохранения импульса, анализируют понятия «система тел», «замкнутая система тел». Ученикам предлагается привести примеры замкнутых систем тел, что позволяет им понять, что всякая система тел является таковой лишь приближённо.

Прорабатывают первые два пункта плана ответа о физическом законе (связь между какими явлениями выражает данный закон, формулировка и математическое выражение закона) применительно к

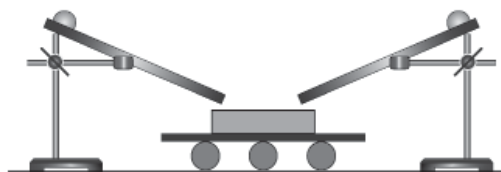


Рис. 5

закону сохранения импульса. Демонстрируют опыт 1/16 – 1 «Закон сохранения импульса». Эффектно смотрится опыт с двумя шарами, попадающими в коробку после скатывания с двух желобов (рис. 5).

¹ Существование законов сохранения обусловлено фундаментальными свойствами пространства-времени. В 1918 г. немецкий математик Эмми Нётер (1882–1935) доказала знаменитую теорему, которая (в упрощённом виде) может быть сформулирована следующим образом: «Каждому свойству симметрии пространства-времени соответствует определённый закон сохранения». Так, закон сохранения импульса обусловлен однородностью пространства, а закон сохранения энергии – однородностью времени.

При проведении опыта на стол устанавливают три катка, на которые положена площадка. На площадке находится коробка с песком. Два желоба направлены под одинаковыми углами к горизонтальной плоскости. В начале опыта шары запускают поочерёдно по каждому из желобов и наблюдают, что коробка с песком при попадании в неё шара движется в том же направлении, что и шар. Если же по этим желобам пустить с одинаковой высоты два одинаковых по массе и величине шара одновременно, то при попадании шаров в коробку она не смещается¹.

Можно использовать ресурсы ЕК ЦОР № 187020 (видеоролик-анимация «Закон сохранения импульса при центральном столкновении шаров»; модель для иллюстрации передачи импульса при центральном столкновении шаров одинаковой массы) и № 187154 (видеоролик-анимация «Закон сохранения импульса при столкновении ледокола со льдиной»; модель, демонстрирующая выполнение закона сохранения импульса при столкновении ледокола со льдиной).

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») рассматривается теоретический вывод закона сохранения импульса для случая взаимодействия двух тел, составляющих замкнутую систему, приведённый в тексте § 11 учебника.

Вторая часть урока. Переходя к пункту плана о физическом законе, который касается примеров учёта и применения закона на практике, ученикам сообщают, что наиболее важным примером практического проявления закона сохранения импульса является реактивное движение. Используют ресурс ЕК ЦОР № 186863 (видеоролик-анимация «Закон сохранения импульса при стрельбе из орудия»; модель эксперимента, демонстрирующего закон сохранения импульса при стрельбе из орудия). Демонстрируется опыт по рис. 96 учебника; наблюдают движение воздушного шарика: если его надуть, а потом отпустить, то шар под действием выходящей струи воздуха будет хаотично летать. Ученикам демонстрируют опыт 1/16 – 2 «Реактивное движение».

В качестве примера реактивного движения можно также продемонстрировать вращение пластиковой бутылки под действием реакции вытекающих из неё струй². Дно бутылки должно быть рельефным, с симметричными выступами. Обычно число этих выступов равно пяти, хотя встречаются бутылки и с четырьмя, и с шестью выступами (чем больше выступов, тем лучше для опыта). В каждом из выступов с помощью раскалённого шила делают по одному отверстию. Все отверстия должны располагаться по одну сторону выступов, чтобы вода из них вытекала горизонтально и в одном направлении, например, по ходу часовой стрелки. Отверстие делают также и в центре крышки, в которое продевают тонкую леску. С внутренней стороны крышки на леске завязывают узелок,

¹ Можно также использовать прибор для иллюстрации действия законов сохранения при соударении шаров. Прибор позволяет продемонстрировать действие законов сохранения механической энергии и импульса при упругом ударе и действие закона сохранения импульса при неупругом ударе.

² Даминова, Р. М. Физический эксперимент. Это просто! : Занимат. опыты с пластиковыми бутылками / [Текст] / Р. М. Даминова, Р. В. Даминов, Р. В. Даминов; М-во образования Респ. Татарстан. Казан. гос. ун-т, Ин-т повышения квалификации и переподгот. работников образования. – Казань : Новое знание, 2000. – С. 7.

а к другому концу лески привязывают колечко, за которое удерживают конструкцию во время опыта. (В качестве такого колечка удобно использовать ободок, остающийся на горлышке бутылки после её раскупоривания.)

Перед проведением опыта бутылку заполняют водой, закрывают крышкой, снабжённой колечком и леской, и помещают в ведро, также заполненное водой. При демонстрации опыта бутылку вынимают из ведра, чуть приоткрывают крышку, давая воздуху возможность проникнуть внутрь бутылки, и оставляют в подвешенном состоянии, удерживая за колечко. С момента появления из бутылки струй она начнёт быстро вращаться вокруг своей продольной оси. Вытекающие при этом струи образуют красивый водяной купол. (Эффектно смотрится опыт в затемнённом кабинете, если подсветить струи воды.)

Выводится формула для расчёта скорости движения ракеты в упрощённом случае «одномоментного» выброса сгоревшего топлива.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока рассматривают задачу на закон сохранения импульса. Одна из таких типичных задач (неупругое столкновение железнодорожных платформ) приведена в разделе «Пример решения задачи» § 11 учебника. Задачи, предлагающиеся в качестве обязательного домашнего задания, достаточно просты и не требуют каких-либо дополнительных пояснений со стороны учителя.

§ 17. Лабораторная работа «Опытная проверка закона сохранения импульса»

Первая часть урока. Для актуализации знаний учащихся по вопросам «Импульс. Закон сохранения импульса» организуется взаимопрос учеников по обобщённым планам о физической величине и о физическом законе. Ученик-«экзаменатор» выслушивает ответ ученика-«экзаменуемого», оценивая ответ по каждому пункту плана (фиксируя оценки на бланке ответа). После завершения этой части работы ученикам демонстрируют соответствующий слайд с «эталонными» ответами. Затем «экзаменаторы» и «экзаменуемые» меняются ролями¹.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют лабораторную работу «Опытная проверка закона сохранения импульса» по описанию, приведённому в § 12 учебника². Задание 1 и задание 2 лабораторной работы ученикам, вероятно, необходимо выполнить под руководством учителя. Дальнейшую работу можно дифференцировать – часть учеников выполняет задание 3 лабораторной работы, а часть учеников решает задачу 9 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

¹ Если учитель посчитает необходимым сократить время на первую часть урока, увеличив тем самым время выполнения лабораторной работы, то можно ограничиться «проговариванием» правильных ответов непосредственно самим учителем.

² В основу описания лабораторной работы, приведённого в параграфе учебника, положена статья: Кабанов, С. Ф. Проверка закона сохранения импульса при прямом упругом ударе двух шаров [Текст] / С. Ф. Кабанов // Физика в школе. – 1981. – № 4. – С. 63–64. Автор статьи отмечает, что результат оказывается наилучшим, если масса одного шара в 2–3 раза больше массы другого шара.

§ 18. Механическая энергия. Работа. Мощность

Первая часть урока. Во введении к своему известному курсу Р. Фейнман отмечает, что результаты колоссальной работы, проделанной за века учёными-физиками, удаётся сконденсировать – свести в небольшое число законов, которые подытоживают все наши знания. Он пишет: «Вы спросите, почему бы сразу, на первой странице, не привести основные законы, а после только показать, как они работают в разных условиях? ... Сделать это невозможно по двум причинам. Во-первых, нам известны не все основные законы; наоборот, чем больше мы узнаём, тем сильнее расширяются границы того, что мы должны познать! Во-вторых, точная формулировка законов физики связана со многими необычными идеями и понятиями, требующими для своего описания столь же необычной математики. Нужна немалая практика только для того, чтобы наловчиться понимать смысл *слов*»¹.

Утверждение Р. Фейнмана о том, что необходимо «наловчиться понимать смысл слов» в полной мере отражает те проблемы, которые с особой остротой возникают перед учителем при введении понятий «энергия», «механическая энергия», «механическая работа». Действительно, «учащиеся не сразу, а постепенно овладевают каждым понятием, его отношениями с другими; усвоение понятия одной системы осуществляется через его связь с понятиями других систем. ... поскольку любое понятие тесно связано с какими-то другими, для его введения необходимо создать „понятийную“ базу, т. е. сформировать те понятия, без которых им нельзя овладеть»².

В учебнике 9 класса при рассмотрении понятий «энергия», «работа», «мощность», как и в учебнике 7 класса, в первую очередь вводится понятие энергии, а механическая работа силы, действующей на тело, определяется как физическая величина, численно равная изменению кинетической энергии тела, произошедшему под действием этой силы. По этой причине в первой части урока вводится определение понятия «энергия», ученикам напоминают о различных видах энергии и приводят формулировку закона сохранения энергии³.

Демонстрируется опыт по рис. 109 учебника, анализируются происходящие в процессе опыта превращения механической энергии.

Приводятся формулы (без вывода) для расчёта кинетической энергии движущегося тела, потенциальной энергии тела и Земли, взаимодействующих силой тяготения, а также для расчёта потенциальной энергии витков деформированной пружины, взаимодействующих силой упругости. Ученики заполняют соответствующие разделы справочника по физике в тематической тетради.

¹ Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1. Современная наука о природе. Законы механики [Текст] / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. – М. : Мир, 1965. – С. 21–22.

² Бугаев, А. И. Методика преподавания физики в средней школе: теоретические основы [Текст]: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. / А. И. Бугаев. – М. : Просвещение, 1981. – С. 81–83.

³ Рекомендуем прочитать § 1 «Что такое энергия?» гл. 4 в уже цитированном выше первом выпуске Фейнмановских лекций по физике. Интересно начало последнего абзаца этого параграфа: «Важно понимать, что физике сегодняшнего дня неизвестно, что такое энергия».

Вторая часть урока. Ученикам предлагают вспомнить формулировку II закона Ньютона. Им напоминают хорошо известный факт – действие силы вызывает изменение скорости тела. При этом:

1) может изменяться только направление скорости (например, тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью);

2) может изменяться только величина скорости (например, тело свободно падает без начальной скорости);

3) может одновременно изменяться и модуль скорости, и её направление (например, тело брошено с небольшой скоростью под углом к горизонту или горизонтально).

Указывают, что если действие силы приводит к изменению величины скорости (кинетической энергии) тела, то в этом случае действие такой силы характеризуют механической работой. Формулируют определение механической работы. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186879 (видеоролик-анимация «Сила трения и кинетическая энергия», показано изменение кинетической энергии тела при действии на него силы трения).

Приводят формулы («математический рецепт») для расчёта механической работы, ученики заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока, используя обобщённый план ответа о физической величине, учащиеся прорабатывают материал о механической мощности, заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради. Проводят обобщение изученного материала:

- какие физические величины изучены на уроке;
- какие формулы для расчёта изученных на уроке физических величин вам теперь известны;
- в каких единицах измеряются физические величины, изученные на уроке, каковы соотношения между этими единицами измерений.

§ 19. Вывод формул для расчёта механической энергии

Первая часть урока. В начале урока проводят физический диктант, который можно организовать в виде заполнения «белых пятен» следующей таблицы.

<i>Величина</i>	<i>Обозначение величины</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Формула, связывающая данную величину с другими</i>
		Н	
Кинетическая энергия			
	N		
			$A = E_k - E_{k0}$
Потенциальная энергия тела и Земли, взаимодействующих силой тяготения			
			$A = \vec{F} \cdot \vec{S} \cos\alpha$
Потенциальная энергия витков деформированной пружины, взаимодействующих силой упругости			

Вторая и заключительная части урока. Дальнейшая работа на уроке может быть организована различным образом в зависимости от уровня познавательных возможностей учащихся.

I вариант.

Учащиеся под руководством учителя полностью прорабатывают теоретический материал, изложенный в § 14 учебника:

- теоретическое обоснование формулы для расчёта кинетической энергии;
- теоретическое обоснование формулы для расчёта потенциальной энергии тела и Земли, взаимодействующих силой тяготения;
- теоретическое обоснование формулы для расчёта потенциальной энергии витков деформированной пружины, взаимодействующих силой упругости;
- обоснование закона сохранения механической энергии.

II вариант.

Учащиеся под руководством учителя прорабатывают теоретическое обоснование формулы для расчёта кинетической энергии, изложенное в § 14 учебника.

Далее решается экспериментальная задача: «Определите коэффициент трения скольжения деревянного бруска по поверхности стола. Оборудование: брусок и динамометр, связанные нитью, измерительная линейка, весы с разновесами». Идея решения заключается в том, что динамометр необходимо прижать рукой к столу, а брусок оттянуть так, чтобы пружина динамометра была деформирована на x и динамометр показывал бы значение силы упругости F . После освобождения брусок будет двигаться до остановки, и потенциальная энергия пружины израсходуется на совершение работы по преодолению силы трения на пути S . Измерив x , F , S , а также массу бруска m , можно определить коэффициент трения по формуле

$$\mu = \frac{Fx}{2mgS}$$

III вариант.

Ученикам предлагается решить задачи 10–12 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

Вероятно, вполне возможен вариант организации работы, когда разные группы учащихся движутся по различным образовательным траекториям (варианты 1–3 или их суперпозиция).

§ 20. Решение задач по теме «Механическая энергия. Работа. Мощность»

Первая часть урока. Анализируют конспект 4 «Законы сохранения», приведённый в тематической тетради.

Вторая и заключительная части урока. Ученикам предлагают решить следующие задачи (см. раздел «Примеры решения задач» § 14 учебника):

Задача 1. Определите скорость вылета «снаряда» из магнитной пушки. Оборудование: два кольцеобразных магнита, кольцеобразный магнит меньшего размера, измерительная линейка. Значение коэффициента трения скольжения магнита по поверхности линейки вам сообщит учитель.

Задача 2. Определите жёсткость пружины баллистического пистолета. Оборудование: баллистический пистолет, весы с разновесами, измерительная лента, измерительная линейка.

При решении задач следует организовать работу в группах. Оптимально, если каждая из групп будет иметь в своём распоряжении указанное в условии задач оборудование (либо, в минимальном варианте, несколько комплектов оборудования располагают на демонстрационном столе). При отсутствии баллистических пистолетов можно перефразировать задачу 2 следующим образом: «Какую начальную скорость приобретёт ластик при вертикальном „выстреле” с помощью упругой линейки?»

§ 21. Решение задач.

Самостоятельная работа по теме «Импульс. Энергия»

Первая часть урока. С учениками обсуждают следующую задачу¹:

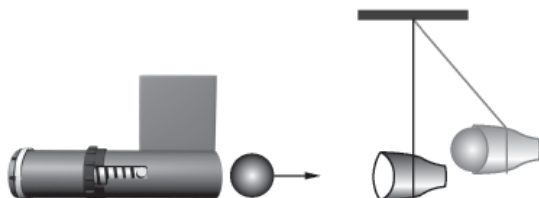


Рис. 6

«При горизонтальном выстреле из баллистического пистолета шарик массой 12 г вылетает с начальной скоростью 8 м/с. Шарик попадает в мишень массой 20 г, подвешенной на длинных нитях, и застревает в ней (рис. 6). Определите механическую энергию движущейся мишени.»

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Импульс. Энергия».

§ 22. Повторение и обобщение материала.

Выполнение теста по разделу «Основы механики»

Первая часть урока. Обобщение материала по разделу «Основы механики» проводят, «проговаривая» конспекты 3 и 4, приведённые в тематической тетради. При этом в роли «спикера» выступает учитель, демонстрируя слайды, на которых шаг за шагом (после верного комментария учеников) формируется содержание конспекта.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют тест по разделу «Основы механики» из комплекта тестов для 9 класса, входящих в дидактический комплекс.

§ 23. Зачёт по разделу «Основы механики»

Напомним предложения по организации урока-зачёта, которые ранее уже излагались в методических рекомендациях к урокам физики в 7 и 8 классах.

Зачёт следует проводить в устной форме. Класс делится на несколько групп (4–5 учеников в группе) по числу экзаменаторов –

¹ Полезно снабдить задачу соответствующей демонстрацией (мишень можно изготовить из горлышка пластиковой бутылки, заполнив его пластилином).

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 ученик должен заранее знать порядок работы своей группы и, конечно, иметь тематическую тетрадь, где приведены вопросы зачёта. В течение зачётного урока ученики поочередно 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.

При ответе на вопрос 14 «Сила упругости. Закон Гука. Коэффициент жёсткости» и вопрос 15 «Сила трения скольжения. Коэффициент трения скольжения» зачёта ученики должны продемонстрировать практическое умение производить необходимые измерения для определения коэффициента жёсткости пружины и коэффициента трения скольжения.

§ 24. Контрольная работа по разделу «Основы механики»

Варианты контрольной работы приведены в пособии «Самостоятельные и контрольные работы к учебнику „Физика“. 9 класс», входящем в УМК по физике для данного класса.

§ 25. Урок коррекции знаний

Итоги изучения раздела «Основы механики» 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. 110–112 учебника).

Часть урока можно отвести на решение качественных задач, демонстрацию известных занимательных опытов, например:

1. «*Суперотскок*». Мяч для тенниса и мяч для настольного тенниса опускают поочередно с одной высоты над демонстрационным столом и наблюдают, что каждый из мячей после отскока подлетает на высоту, меньшую, чем первоначальная высота. После этого демонстрируют «суперотскок» – мяч меньшей массы располагают на малом расстоянии над тяжёлым мячом и отпускают. В результате верхний лёгкий мяч после отскока подлетает на высоту, которая значительно превышает первоначальную. Опыт эффектно смотрится, если имеется высокая мензурка подходящего диаметра. Тогда при двойном «запуске» мячей в мензурке верхний мяч вылетает из неё. [Результат опыта объясняется тем, что, отскочив от поверхности стола (дна мензурки), большой мяч сталкивается с маленьким мячом и передаёт ему часть своей кинетической энергии и импульса.]

2. «Скатывание бутылки». Демонстрируют, как скатывается пустая пластиковая бутылка с наклонной плоскости. Затем бутылку частично (на три четверти) заполняют песком и наблюдают, что скорость движения бутылки при скатывании существенно меньше. Если же бутылку заполнить песком полностью, то она вновь «бодро» скатывается с наклонной плоскости. (Результат опыта объясняется тем, что при неполном заполнении бутылки при её движении часть механической энергии переходит во внутреннюю энергию за счёт трения песчинок о стенки бутылки и между собой.)

3. «Послушный метр». Демонстрационный метр кладут на вертикально расположенные на одной высоте ладони рук (рис. 7).

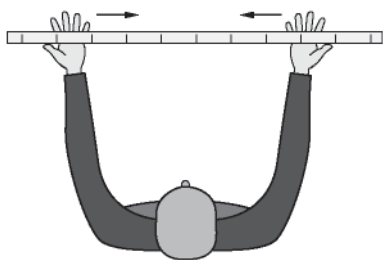


Рис. 7

Следует объяснить, почему при сближении ладоней они всегда сходятся на центре тяжести метра. [Рассмотрим силы трения, действующие на ладони рук со стороны метра. Пусть одна из ладоней случайно окажется несколько дальше от центра тяжести. Тогда на эту ладонь будет действовать меньшая часть веса демонстрационного метра (это можно обосновать, исходя из условия равновесия рычага, и проверить на опыте, подвесив горизонтально рас-

положенный метр на двух динамометрах, находящихся от центра тяжести метра на разном расстоянии). В результате на ладонь со стороны метра будет действовать меньшая сила трения покоя, и ладонь проскользнет, приблизившись к центру тяжести метра.]

4. «Время двигательной реакции». При свободном падении тела без начальной скорости за время t оно упадет вниз на расстояние h :

$$h = \frac{gt^2}{2},$$

где g – ускорение свободного падения.

Отсюда

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

На рис. 8 показан график зависимости времени движения t от расстояния h .

Предложите способ оценки времени двигательной реакции руки, если вы располагаете только измерительной линейкой.

При анализе результатов демонстрационных опытов уместна будет организация работы учеников в группах. После обсуждения группа предоставляет письменно свой вариант объяснения результатов опыта. Учитель (не оглашая авторства) «озвучивает» все поступившие варианты объяснения и в коллективной беседе с классом устанавливает «итоговую версию».

Раздел 2. Колебания и волны

Рассмотрение механических и электромагнитных процессов совместно в рамках единого раздела совершенно уместно ввиду универсальности закономерностей, описывающих колебания и волны различной природы. Это способствует развитию у учащихся способности проводить аналогии, осуществлять перенос знаний, полученных, например, при изучении механических волн, на другую область – электромагнитные волны. При этом существенной проблемой для учителя при изложении колебательных и волновых процессов является недостаточный уровень математической подготовки учеников 9 класса для изучения этого раздела. Так, например, им недостаёт знаний о тригонометрических функциях, и по этой причине в учебнике в качестве графика гармонических колебаний приводится только график функции синус. Нельзя получить и проанализировать с достаточной математической строгостью уравнение колебательного движения. Многие вопросы изучаются только на качественном уровне (что особо касается электромагнитных колебаний), а для того, чтобы получить математические соотношения между величинами, характеризующими колебания, применён метод размерностей.

§ 1. Свободные механические колебания

Первая часть урока. Урок начинают с демонстрации различных примеров механического движения по рис. 116 учебника и предлагают ученикам выявить признак, объединяющий указанные явления. Таким признаком является повторяемость движения через определённый промежуток времени. Это позволяет сформулировать определение свободных колебаний.

Далее ученикам предлагается ознакомиться с проблемой, сформулированной в первом разделе «Свободные колебания и условия их возникновения» § 15 учебника: «При каких условиях тело может совершать свободные колебания?» Проблема самым подробным образом рассмотрена в указанном разделе параграфа учебника, анализ проблемы следует снабдить демонстрационными опытами по рис. 118 и 119 учебника. Сохранение механической энергии при совершении колебаний можно проиллюстрировать, используя ресурс ЕК ЦОР № 133916 (мультимедиа «Пружинный маятник», показаны горизонтальные колебания груза на пружине).

Вторая часть урока. Во второй части урока рассматриваются основные характеристики колебаний – амплитуда, период, частота колебаний¹. К этой работе необходимо подойти основательно. Например, можно использовать маятник длиной 1 м и подсчитать, сколько колебаний совершит маятник, например, за 1 мин. Это позволит определить период, частоту, круговую частоту колебаний маятника. Аналогичную работу можно провести, рассматривая и колебания груза на пружине.

¹ Вполне уместно именно в этой части урока ввести и понятие круговой (циклической) частоты колебаний.

Математические соотношения между величинами, характеризующими колебания, следует отразить в таблице:

<i>Величина</i>	<i>Обозначение величины</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Формула, связывающая данную величину с другими</i>
Период колебаний	T	с	$T = \frac{t}{N}$
Частота колебаний	ν	Гц	$\nu = \frac{1}{T}$
Круговая частота колебаний	ω	Гц	$\omega = 2\pi\nu$

Заключительная часть урока. Демонстрируется опыт 2/1 – 1 «Запись колебаний». Ученики должны уяснить, что полученная запись колебаний является графиком зависимости координаты колеблющегося тела от времени¹. Используя полученную запись колебаний или рис. 121 учебника, выясняют, как в данных графиках «зашифрована» информация об амплитуде колебаний координаты и периоде колебаний колеблющегося тела.

Ученикам сообщают, что график зависимости координаты свободно колеблющегося тела описывается функцией синус (или косинус). Указываются основные сведения о функции синус (они приведены в соответствующем разделе § 15 учебника). Производят «расшифровку» информации об амплитуде колебаний координаты, круговой частоте, частоте и периоде колебаний по математической записи координаты колеблющегося тела от времени:

$$x = x_{\max} \sin \omega t.$$

Подводя итог этой части работы, формулируют определение гармонических колебаний и сообщают ученикам, что математически строго обоснован и экспериментально подтверждён факт гармоничности малых свободных механических колебаний².

Ученикам сообщают (без вывода) формулу для расчёта периода колебаний груза, прикреплённого к пружине,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

¹ В настоящее время школы также имеют возможность приобретать устройство для записи колебаний маятника. Устройство представляет собой нитяной маятник, который с помощью бифилярного подвеса подвешивается к стержню, закреплённому в муфте штатива. Маятник изготовлен в виде плоского цилиндра (массой около 0,8 кг). В верхней кромке цилиндра имеется четыре попарно противоположных отверстия для крепления нитей подвеса. Цилиндр имеет сквозное осевое отверстие, куда запрессована металлическая трубка (в неё вставляется маркер). При проведении опыта под маятник помещают лист белой бумаги. В трубку маятника помещают маркер. На маркер кладут грузик. Маятник отклоняют на 5–6 см и отпускают, дав возможность совершать колебательное движение. Маркер, прижатый грузиком, оставляет на бумаге след. Бумажный лист равномерно передвигают в направлении, перпендикулярном плоскости колебаний маятника. При этом на листе образуется кривая временной развёртки колебаний маятника.

² Можно рекомендовать ученикам посмотреть видефрагмент «Математический маятник – запись колебаний песком» на YouTube. (Строго говоря, маятник, который демонстрируют в видефрагменте, сложно назвать математическим маятником.)

и формулу для расчёта периода колебаний нитяного маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Зависимость периода колебаний груза на пружине от массы груза и жёсткости пружины иллюстрируют опытом 2/1 – 2 «Период колебаний пружинного маятника»¹; зависимость периода колебаний нитяного маятника от длины нити и ускорения свободного падения иллюстрируют опытом 2/1 – 3 «Период колебаний нитяного маятника».

Представляет интерес также ресурс ЕК ЦОР № 186443 (анимация «Интерактивный рисунок „График гармонических колебаний”», иллюстрированное изучение взаимосвязи между колеблющимся маятником и графиком его колебаний.) В ресурсе можно изменять параметры маятника (для пружинного маятника – жёсткость пружины и массу груза, для математического – длину и ускорение свободного падения) и получать соответствующий этому маятнику график колебаний, перемещать точку на графике и наблюдать соответствующее положение маятника.

Завершают урок (что будет своеобразным подведением его итогов) заполнением соответствующих разделов справочника по физике в тематической тетради.

Уровень «максимум». В материале для дополнительного чтения § 15 учебника приведено обоснование формул для расчёта круговой частоты колебаний груза, прикреплённого к пружине, и нитяного маятника методом размерностей.

§ 2. Решение задач по теме «Свободные механические колебания»

Первая часть урока. В начале урока проводят физический диктант, который можно организовать в виде заполнения «белых пятен» следующей таблицы.

<i>Величина</i>	<i>Обозначение величины</i>	<i>Единица измерения</i>	<i>Формула, связывающая данную величину с другими</i>
Частота колебаний			
			$T = \frac{t}{N}$
Период колебаний маятника			
	ω		
Период колебаний груза на пружине			

¹ Также можно провести фронтальный опыт по изучению зависимости периода колебаний груза на пружине от его массы.

Вторая часть урока. Ученики читают раздел «Классификация задач» § 16 учебника¹ и отвечают на следующие вопросы:

1. На какие виды подразделены задачи по теме «Механические колебания»? Какие ещё виды задач, по вашему мнению, следует добавить в эту классификацию?

2. Какие математические соотношения используют при расчёте периода и частоты колебаний?

3. Какие физические величины и как можно определить по графику гармонических колебаний? Какие колебания являются гармоническими?

4. Какие ещё физические величины можно определить из уравнения зависимости координаты гармонически колеблющегося тела от времени, помимо тех, что указаны в разделе «Классификация задач»?

5. Какие задачи относят к комбинированным задачам?

Далее анализируются задачи 1–3 из раздела «Примеры решения задач» § 16 учебника². После проведённого анализа ученики самостоятельно (как это делалось и ранее в подобных случаях) записывают решение задач в свои рабочие тетради.

Задачу 1, в условии которой упомянут т. н. маятник Фуко, можно проиллюстрировать ресурсом ЕК ЦОР № 133508 (гипертекст с иллюстрациями, анимация «Модель маятника Фуко»).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока следует дифференцировать работу учеников. Некоторым из них можно предложить проанализировать задачу 4 из раздела «Примеры решения задач» § 16 учебника, другим же ученикам могут быть предложены задачи 13 и 14 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

§ 3. Лабораторная работа «Изучение колебаний маятника»

На данном уроке учащиеся выполняют лабораторную работу «Изучение колебаний маятника», указания к которой и составляют содержание § 17 учебника. Определённая новизна работы заключается в том, что разные группы учеников определяют период колебаний маятников различной длины. Объединение всех результатов позволяет провести их анализ и подтвердить функциональную зависимость периода колебаний маятника от его длины. Освоение учениками на материале данной лабораторной работы приёма графического анализа экспериментальных результатов, несомненно, в большей мере служит задаче развития учащихся и освоения научного метода познания, нежели определение численного значения одной из физических величин. Наличие же в лабораторной работе дополнительных заданий (задания 3 и 4) позволяет в полной мере «загрузить» учеников с более высокими учебными умениями и тем самым реально дифференцировать обучение учащихся.

¹ Хотя этот раздел и отнесён в учебнике к дополнительному материалу, но его рассмотрение будет полезно и в классе с невысоким уровнем познавательных способностей (как ещё одна возможность определённой систематизации и обобщения учебного материала).

² Число задач, которые учитель планирует проанализировать на уроке, очевидно, может быть и иным.

Необходимо отметить, что учёные-дидакты обоснованно выделяют в качестве основных ключевых видов деятельности на уроках физики экспериментирование и моделирование. По этой причине самое пристальное внимание учителю физики следует уделить фронтальным лабораторным работам, которым в большинстве случаев должен быть придан проблемный характер. Такие работы, как свидетельствует многолетний педагогический опыт, вполне доступны ученикам при правильной организации их познавательной деятельности и способствуют формированию физического мышления учащихся¹. Одним из методов организации фронтальных лабораторных работ, который и использован при выполнении данной работы, является метод комплексно-коллективных экспериментальных исследований. «Совместную работу учеников, к сожалению, далеко не часто встретишь на современном школьном уроке. ... Но учитель, хотя бы раз организовавший на своём уроке слаженную совместную (коллективную) работу, будет стремиться к этому снова и снова. В такой работе удаётся достичь высоких результатов обучения всех школьников: растёт познавательная активность, прежде всего, в передаче опыта между субъектами»².

§ 4. Самостоятельная работа по теме «Свободные механические колебания». Вынужденные колебания. Резонанс

Первая часть урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Свободные механические колебания». В отличие от большинства самостоятельных работ варианты данной работы содержат не четыре, а три задания. По этой причине учителю следует планировать на её выполнение меньше времени.

Вторая часть урока. Ученикам демонстрируют модель двигателя внутреннего сгорания. Вращая рукоятку прибора, демонстрируют движение поршня двигателя попеременно вверх и вниз. Предлагают ученикам ответить на вопрос, является ли наблюдаемое ими движение поршня колебаниями и если да, то чем оно отличается от ранее рассмотренных свободных механических колебаний. В результате обсуждения формулируют определение вынужденных механических колебаний. Демонстрируют опыт 2/4 – 1 «Вынужденные колебания маятников. Резонанс» (первая часть опыта, посвящённая вынужденным колебаниям)³. Демонстрируется опыт по рис. 130 учебника.

Проводят сравнение свободных и вынужденных механических колебаний (соответствующая таблица представлена в разделе «Вынужденные колебания» § 18 учебника).

Заключительная часть урока. При изучении явления резонанса демонстрируют опыт 2/4 – 1 «Вынужденные колебания маятников. Резонанс» (вторая часть опыта, посвящённая резонансу). Приводят примеры положительного проявления резонанса:

¹ Малафеев, Р. И. Система творческих лабораторных работ по физике в 7–8 классах [Текст] / Р. И. Малафеев // Физика в школе. – 1993. – № 2. – С. 47; № 3. – С. 41.

² Коханов, К. А. Проблема задания и формирования современной культуры физического мышления [Текст] : монография / К. А. Коханов, Ю. А. Сауров. – Киров : Изд-во ЦДОШ, 2013. – С. 178.

³ Содержание этого опыта соответствует опыту по рис. 129 учебника.

- раскачивая коляску с ребёнком, няня качает её с частотой, равной собственной частоте колебаний коляски, и в результате затрачивает меньше усилий;
- «резонансное» раскачивание качелей;
- в электротехнике для измерения частоты переменного тока в ряде случаев (контроль сетей электропитания) используют вибрационные (язычковые) частотомеры, в которых упругие пластины совершают резонансные колебания под воздействием переменного магнитного поля (рис. 9).

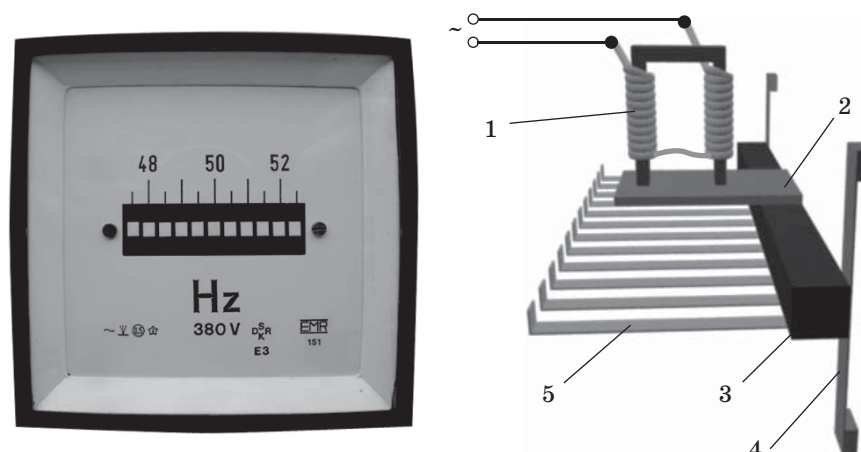


Рис. 9. Вибрационный частотомер: 1 – обмотка электромагнита; 2 – якорь электромагнита; 3 – основание частотомера; 4 – пружинящие крепления; 5 – пластины

Приводят примеры, когда явление резонанса приводит к нежелательным последствиям¹.

Обсуждают резонансные кривые (рис. 132 учебника). Для обоснования вывода о том, что резонанс менее «заметен» в системе с боль-

¹ Во многих учебниках физики негативное проявление резонанса иллюстрируют обрушением в 1905 г. Египетского моста через р. Фонтанку в Петербурге, по которому проходил кавалерийский эскадрон. Петербургская газета того времени «Новости дня» писала 21 января 1905 года: «Сегодня в 12 ¹/₂ час. дня при следовании лейб-гвардии конно-гренадерского полка через Египетский цепной мост через Фонтанку, по направлению от Могилёвской улицы к Ново-Петергофскому проспекту, в тот момент, когда головная часть полка уже подходила к противоположному берегу, мост обрушился. Находившиеся впереди офицеры успели проскочить на берег, нижние же чины, в количестве двух взводов, шедшие в строй справа по 3 в ряд, вместе с лошадьми упали в воду. Упали также в воду проезжавшие в обратную сторону один ломовой и четыре легковых извозчика без седоков и несколько пешеходов. Вся настилка моста вместе с перилами и креплениями, разорвав цепи и сломав часть чугунной опоры, проломала лёд и оказалась на дне реки».

Для расследования причин разрушения моста и выяснения обстоятельств аварии была создана специальная комиссия Городской думы. По мнению комиссии, причиной аварии послужило плохое качество железа – наличие внутренней раковины в металле одного из звеньев цепи. Таким образом, следует, на наш взгляд, воздержаться об упоминании этого происшествия при рассмотрении явления резонанса.

шей силой сопротивления, продолжают демонстрацию предыдущего опыта в варианте, изображённом на рис. 133 учебника¹.

Конспект 5 «Механические колебания», приведённый в тематической тетради, учащиеся анализируют (в отличие от предыдущих конспектов) самостоятельно при выполнении домашнего задания.

Уровень «максимум». В материале для дополнительного чтения § 18 учебника рассмотрены автоколебания. Изложению материала сопутствует описание опыта по демонстрации механических автоколебаний (рис. 134 учебника)². Приведена блок-схема автоколебательной системы (рис. 135 учебника). Рассказ оживит обращение к следующим строкам из стихотворения Н. А. Некрасова «Генерал Топтыгин»:

Свечерело. Дрожь в конях,
Стужа злее на ночь;
Заворочался в санях
Михайло Иваныч,
Кони дёрнули; стряслась
Тут беда большая –
Рявкнул мишка! – понеслась
Тройка как шальная!
Колокольчик услышал,
Выбежал Федюха,
Да напрасно – не догнал!
Экая поруха!
Быстро, бешено неслась
Тройка – и не диво:
На ухабе всякий раз
Зверь рычал ретиво;
Только стон кругом стоял:
«Очищай дорогу!
Сам Топтыгин-генерал
Едет на берлогу!»
Вздрогнет встречный мужичок,
Жутко станет бабе,
Как мохнатый седочок
Рявкнет на ухабе.
А коням подавно страх –
Не передохнули!
Вёрст пятнадцать на весь мах
Бедные отдули!³

После чтения этих строк можно предложить выделить в колебаниях тройки на ухабах элементы автоколебательной системы.

¹ Для наблюдения зависимости амплитуды вынужденных колебаний при резонансе от силы сопротивления можно использовать механический демонстрационный частотомер, если такой прибор сохранился в кабинете физики. Крепят небольшой (15×15 мм) листок плотной бумаги на стрелку прибора. Настраивают прибор на резонансную частоту колебаний. Замечают, что при расположении листка перпендикулярно плоскости колебаний стрелки амплитуда её вынужденных колебаний заметно меньше, чем в том случае, когда листок бумаги находится в плоскости колебаний стрелки. Это объясняется большей силой сопротивления в первом случае.

² Описание опыта приведено в приложении – см. опыт 2/4 – 2 «Автоколебания».

³ Некрасов, Н. А. Полное собрание сочинений : В 15 т. Т. 3. Стихотворения 1866–1877 гг. [Текст] / Н. А. Некрасов. – Л. : Наука. Ленинградское отделение, 1982. – С. 102.

§ 5. Механические волны

Первая часть урока. Урок начинают с того, что ученики письменно воспроизводят опорный конспект 5 «Механические колебания», а затем, обменявшись работами, проводят их проверку и оценивают.

Вторая часть урока. Демонстрируется опыт по рис. 138 учебника. С учениками обсуждают, почему если один из маятников приводят в колебательное движение, то через некоторое время и остальные маятники колеблются. Формулируют определение понятия механической волны.

Обсуждают причину возникновения волны в резиновом шнуре и выясняют, что колебания распространяются благодаря деформации сдвига. Ученикам сообщают, что рассмотренный тип волн называют поперечной волной. Демонстрируют опыт 2/5 – 1 «Образование и распространение поперечных волн». При обсуждении используют прибор волновую машину и демонстрируют с помощью прибора модель распространения поперечной волны.

Ученикам предлагают прочитать эпиграф к § 19 учебника и объяснить, какое физическое явление наблюдается при бросании камней в воду. Используя прибор «Волновая ванна», демонстрируют распространение поперечных волн на поверхности воды.

Отмечают, что поперечные волны возможны только в твёрдых телах (и на поверхности жидкости), в газах же и внутри жидкости волны такого типа не распространяются. Напоминают ученикам, что в газах и жидкостях силы упругости возникают не при относительном смещении слоёв вещества, а при их сдавливании. Демонстрируют передачу давления жидкостью (прибор «Шар Паскаля», гидравлический пресс), упругие свойства воздуха (воздушное огниво, воздушный ручной насос). Формулируют определение понятия продольной волны, которая может распространяться и в газах, и в жидкостях, и в твёрдых телах. Демонстрируют распространение продольной волны на модели с керамическими магнитами (рис. 143 учебника)¹. Используют волновую машину и демонстрируют с помощью прибора модель распространения продольной волны. Продольную волну удобно также продемонстрировать с помощью набора пружин для демонстрации волнового движения (набор состоит из двух пружин различной жёсткости, изготовленных из пластика и металла).

Подводя итоги этой части урока, следует использовать ресурс ЕК ЦОР № 133560 (гипертекст с иллюстрациями, анимация «Волны»). В данной модели наглядно представлен процесс образования различных типов упругих волн: продольных, поперечных и стоячих. Приведены основные параметры волнового процесса, для большей наглядности приведена возможность «пошагового» и автоматического просмотра образования волнового процесса.

¹ Для проведения демонстрации по рис. 143 необходим простой самодельный прибор. Для его изготовления потребуется деревянный брусок, в котором на одинаковых расстояниях (7–9 см) делают узкие поперечные пропилы. В этих пропилах с помощью клея крепятся упругие металлические пластинки (на эту роль хорошо подходят куски плоской пружины от механического будильника, можно попробовать использовать ножовочные полотна по металлу).

Заключительная часть урока. Основная задача заключительной части урока – ввести понятие длины волны. Это можно сделать в ходе беседы, используя волновую машину (при её отсутствии беседу можно иллюстрировать перемещением керамических магнитов по поверхности классной доски). Примерный ход беседы таков:

Учитель: Пусть частица среды 1 (её изображает первый шарик прибора) в некоторый момент времени начинает колебательное движение с периодом T . Частица среды 2 придёт в движение в этот же момент времени или позже?

Ученик: Частица 2 придёт в движение тогда, когда на неё будет действовать сила – сила упругости. Сила же упругости возникает при деформации среды за счёт движения частицы 1. Потребуется какое-то время на движение частицы 1, деформация не возникнет мгновенно, значит, частица 2 придёт в движение с некоторым «запаздыванием».

Учитель: Что можно сказать о времени начала движения частиц 3, 4, 5 и так далее?

Ученик: Поочерёдно, одна за другой, частицы 3, 4, 5 и так далее придут в движение.

Учитель: Каков будет характер движения частиц среды?

Ученик: «Зачинщик движения» – частица 1 – колеблется, значит, деформация среды, создаваемая движением этой частицы, будет переменной, будет переменной и сила упругости, действующая на частицу 2, и так далее. Следовательно, частицы среды будут совершать колебания.

Учитель: С какой частотой будут совершать колебания частицы среды?

Ученик: Колебания частиц среды – это вынужденные колебания, они будут совершаться с частотой вынуждающей силы – с частотой колебаний частицы 1.

Учитель: Как называется рассмотренный нами физический процесс постепенного распространения колебаний?

Ученик: Такой процесс называется механической волной.

Учитель: Мы рассмотрели с вами процесс распространения поперечной волны. Есть ли, по вашему мнению, принципиальные отличия процесса распространения волны для случая продольной волны?

Ученик: Принципиального отличия нет. Также будет происходить «эстафета взаимодействия», но не в «поперечном», а в «продольном» направлении.

Учитель: С одинаковой ли скоростью будут распространяться колебания в различных упругих средах? Одинакова ли будет скорость волн в различных средах?

Ученик: Так как в различных средах частицы взаимодействуют по-разному, то скорость волн в различных средах будет разной.

Учитель: Вернёмся к анализу движения частиц среды. Пусть частица 1 совершила одно полное колебание. Сколько на это потребовалось времени?

Ученик: Время одного колебания – это период колебаний T .

Учитель: Итак, пусть прошло время T – период колебаний, и частица 1 приступает «ко второму витку». В этот момент времени некоторая частица среды, допустим, частица 13, также начинает

двигаться. Одинаково ли в этом случае движение частицы 1 и частицы 13?

Ученик: Так как из «начальной точки» частица 1 и частица 13 «стартуют» в один и тот же момент времени, то колебания этих частиц происходят одинаковым образом – синхронно.

Учитель: Чем, по вашему мнению, определяется расстояние между частицами-«близнецами» – 1 и 13?

Ученик: Это расстояние определяется скоростью распространения колебаний – скоростью волны и промежутком времени – периодом колебаний.

Учитель приводит определение длины волны, записывает расчётные формулы, вытекающие из этого определения. Ученики прорабатывают план ответа о физической величине (применительно к длине волны), заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради.

Урок завершают решением задачи 15 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс». Некоторым ученикам можно рекомендовать прочитать раздел «Основные свойства волн», приведённый в § 19 учебника в качестве дополнительного материала.

§ 6. Звук

Первая часть урока. Урок начинают с заполнения учениками «белых пятен» в опорной схеме, посвящённой механическим волнам. Ученикам выдаются листы формата А4, на которых изображён «костяк» опорной схемы (рис. 10).

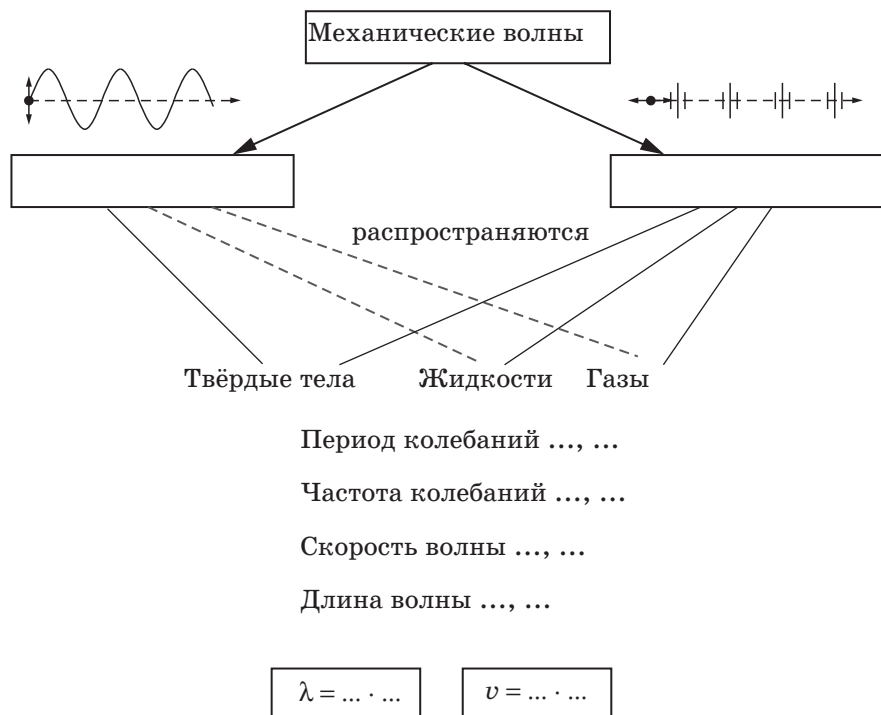


Рис. 10

На рис. 11 показано, как должна выглядеть схема после её заполнения учеником под руководством учителя.

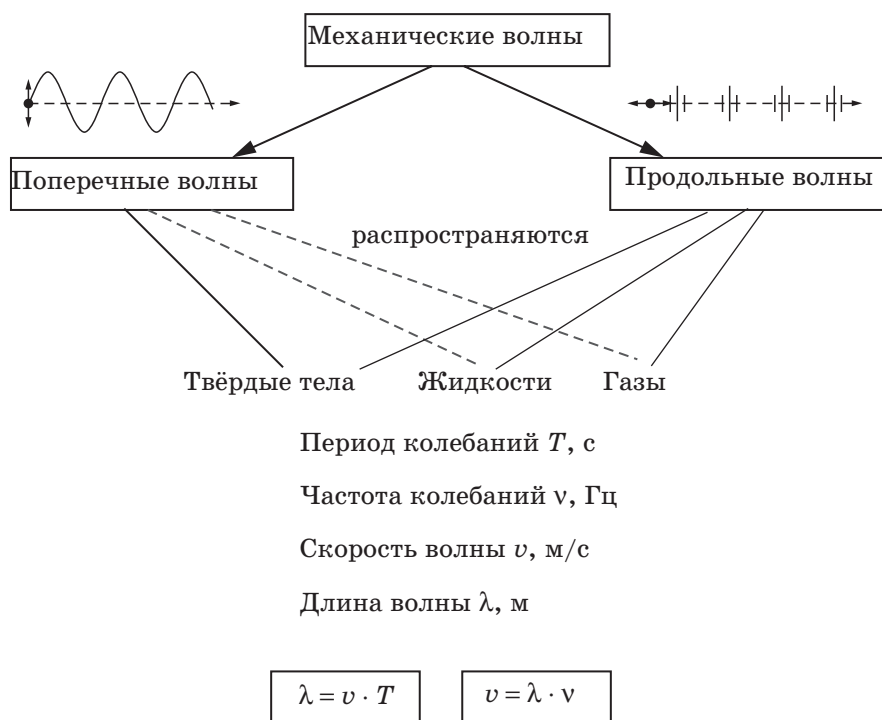


Рис. 11

Вторая часть урока. Демонстрируют опыт по рис. 147 и 148 учебника, выясняют, что продольные волны, создаваемые колеблющейся линейкой и распространяющиеся в воздухе, воспринимаются ухом человека как звук, начиная с некоторой частоты. Указываются границы акустического диапазона.

Демонстрируют действие камертона. То, что при звучании ветви камертона колеблются, показывают, демонстрируя опыт по рис. 150 учебника.

Демонстрацию звукопроводности воды и твёрдого тела проводят по рис. 152 учебника. Затем демонстрируют широко известный опыт с электрическим звонком, помещённым под колокол воздушного насоса (рис. 153 учебника). При откачивании воздуха из колокола громкость звука уменьшается до минимума, а если снова впустить воздух под колокол, то громкость звука восстанавливается (для увеличения выразительности опыта звонок следует ставить на подставку из поролона).

Ученикам предлагают прочитать текст на с. 148 учебника, где приводятся сведения о скорости звука в различных средах, они знакомятся с соответствующей таблицей, приведённой на той же странице учебника. Обсуждают вопросы: «Почему скорость звука в твёрдых телах, как правило, больше, чем в жидкостях, а в жидкостях больше, чем в газах? Почему скорость звука в газах увеличивается с ростом температуры?» С учениками анализируют задачу про опыт

французского физика Био по измерению скорости звука в чугуне (условие задачи приведено в разделе «Пример решения задачи» § 20 учебника). Можно также обсудить вопрос: «Как во время грозы оценить расстояние от наблюдателя до места, где произошёл разряд молнии?»

Заключительная часть урока. В заключительной части урока рассматриваются субъективные характеристики звука (высота звука, громкость звука) и их связь с объективными физическими характеристиками – частотой и амплитудой звуковых колебаний. Помимо примеров, приведённых в тексте учебника, следует показать опыт 2/6 – 1 «Характеристики звука». Можно также использовать по усмотрению учителя некоторые из указанных ниже ресурсов ЕК ЦОР:

– № 179739 «Периодическое колебание. Низкий звук. Звук» (цифровой звук, демонстрация различных звуковых сигналов с низким звуком);

– № 179621 «Периодическое колебание. Высокий звук. Звук» (цифровой звук, демонстрация различных звуковых сигналов с высоким звуком);

– № 179651 «Что такое звук? Характеристики звука. Звуки одинаковой мощности, но разных частот» (цифровой звук, демонстрация различных звуковых сигналов на примере звуков одинаковой мощности, но разных частот);

– № 179831 «Громкость звука» (цифровой звук, демонстрация различных параметров звука).

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в § 20 учебника рассмотрено понятие об интенсивности звука, уровне звукового давления и единице измерения уровня звукового давления, а также указано, что тембр звука определяется, в частности, тем, набор каких обертонов сопровождает основной тон.

§ 7. Волновые явления

На данном уроке рассматриваются применительно к механическим волнам такие явления, как отражение, интерференция и дифракция волн.

Используя набор «Ванна волновая», демонстрируют опыт 2/7 – 1 «Отражение волн». Отражения звуковых волн демонстрируют, проводя опыт по рис. 157, а, б учебника. Обсуждают, почему благодаря рупору звук слышен на большем расстоянии, чем без него. Выясняют, как возникает эхо и как с его помощью оценить расстояние до препятствия.

Можно сообщить ученикам такой интересный факт, что в январе 2014 г. было создано и зафиксировано самое долгое в мире эхо, которое длилось 112 с. Эксперимент происходил в резервуаре нефтехранилища в Шотландии. Чтобы установить данный рекорд, произвели холостой выстрел из пистолета. Продолжительность зафиксированной реверберации¹ составила 112 с на частоте 125 Гц (однако для

¹ Реверберация – процесс постепенного затухания звука в помещении после прекращения действия источника звука, обусловленный повторными отражениями звуковых волн от различных поверхностей.

рекорда учитывалась реверберация на всех частотах). Нефтехранилище, в котором проводился эксперимент, было вырублено в скале в 1938–1941 гг. и представляло собой сеть резервуаров, соединённых друг с другом трубами. Хранилище использовалось до 1982 г., в настоящее время в него водятся экскурсии.

К вопросу отражения волн примыкает вопрос об ультразвуке в технике и природе. Соответствующий раздел в § 21 учебника отнесён к дополнительному материалу (уровень «максимум»), однако вполне может быть рассмотрен путём ознакомления учащихся с сообщениями – мини-докладами, подготовленными отдельными учащимися. Темы этих мини-докладов достаточно очевидны:

1. Общие сведения об ультразвуке, способы получения ультразвука.
2. Применение ультразвука в технике.
3. Ультразвук в медицине.
4. Ультразвук в живой природе.

Как отмечают учёные-методисты, «в целях и содержании подготовки учащихся должны быть непременно учтены перспективные направления научно-технического прогресса. ... Во-первых, ... достигнутый уровень технической оснащённости общества и высокие темпы её дальнейшего развития являются серьёзной предпосылкой необходимости целенаправленной подготовки молодёжи к жизнедеятельности в непрерывно усложняющейся техносфере. ... Во-вторых, техника настоящего времени не только совершенна, но и сложна. Вместе с тем анализ принципов работы этих устройств показывает, что в большинстве случаев в основе их действия лежит достаточно широкий спектр физических явлений и часть из них, конечно же, изучается в курсе физики средней школы. ... В-третьих, каждый человек для эффективного и безопасного существования в окружающем его техном мире должен обладать соответствующим уровнем развития технической культуры»¹. Таким образом, реализуется принцип политехнизма, который, по мнению цитированных выше методистов, в современном толковании представляет собой систему дидактических требований, направляющих деятельность учителя на формирование у учащихся технической грамотности и технической компетентности как основы их адаптации к современной техносреде.

Наибольшие методические сложности для учителя и познавательные затруднения для учеников, на наш взгляд, возникают при рассмотрении явления интерференции волн. В первую очередь это связано с тем, что затруднительно ввести, как это сделано, например, в Физической энциклопедии, строгое определение когерентности как коррелированного протекания во времени и в пространстве нескольких случайных колебательных или волновых процессов, позволяющих получить при их сложении чёткую интерференционную картину². По этой причине в § 21 учебника приведено описание

¹ Ильин, И. В. Принцип политехнизма в обучении физике в контексте современных представлений о структуре техносферы [Текст] / И. В. Ильин, Е. В. Оспенникова // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 1. – С. 71–72.

² Статья «Когерентность» в Физической энциклопедии занимает более одной страницы. Одно это является свидетельством сложности и многогранности данного понятия.

того, какие волны считают когерентными, и отмечено, что явление интерференции наблюдается исключительно для когерентных волн. Безусловно, обязательными являются здесь демонстрации опытов 2/7 – 2 «Интерференция волн» и опыта, демонстрирующего интерференцию звуковых волн (по рис. 165 учебника). Возможно также использование ресурса ЕК ЦОР № 186574 (анимация «Интерференция волн на поверхности воды»).

В учебнике описание опыта по рис. 165 сопровождается следующими словами: «Образно говоря, возможна ситуация, когда «звук + звук» = «звук» (максимум), и возможна ситуация, когда «звук + звук» = «тишина» (минимум)». В дальнейшем при проведении урока 3/10 «Интерференция и дифракция света. Лабораторная работа „Наблюдение интерференции и дифракции света”» можно будет обратиться к результатам этого опыта, рассматривая явление интерференции света¹.

Анализ условий, при которых возникают интерференционные максимумы и минимумы, и соответствующие математические соотношения отнесены в § 21 учебника к дополнительному материалу (уровень «максимум»).

Рассмотрение явления дифракции сопровождаются демонстрацией опыта 2/7 – 3 «Дифракция волн» и обсуждением вопроса о том, наблюдается ли явление дифракции для звуковых волн (этот вопрос подробно изложен в § 21 учебника). Возможно также использование ресурса ЕК ЦОР № 186459 (анимация «Дифракция волн на поверхности воды»).

Завершают урок подведением итогов: ученикам предлагается прочитать последний абзац § 21 учебника² и сделать вывод, почему основное внимание на уроке было уделено изучению явления интерференции и явления дифракции волн.

§ 8. Повторение материала.

Самостоятельная работа по теме «Механические волны. Звук»

Первая часть урока. Анализируют конспект 6 «Механические волны», приведённый в тематической тетради.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Механические волны. Звук».

§ 9. Повторение темы «Электрические и магнитные явления»

Повторение темы «Электрические и магнитные явления» может быть организовано с применением технологии продуктивного чтения.

I этап.

Ученикам предлагается прочитать итоги § 22 учебника (основные понятия, изучаемые в параграфе) и ответить на следующие вопросы:

¹ Обратите внимание, что в качестве эпиграфа к § 38 учебника «Интерференция и дифракция света» взяты слова академика Араго: «Нельзя не удивляться, что темнота происходит от присоединения света к свету».

² Здесь упомянуто и явление преломления волн, которое в ходе урока не рассматривалось.

1. Какие понятия уже изучались вами на уроках физики?

2. Какие понятия ранее вам не встречались при изучении физики?

Для актуализации имеющихся у учеников остаточных знаний по рассматриваемой теме им предлагается попробовать охарактеризовать такие понятия, как «электрическое поле», «электрический ток», «магнитное поле», «явление электромагнитной индукции».

II этап.

При работе с текстом во время чтения ученикам необходимо:

– прочитать раздел «Электрическое взаимодействие» § 22 учебника;

– ответить на вопросы:

1. Электрическое поле – особая форма материи. Каковы основные свойства электрического поля?

2. Как осуществляется электрическое взаимодействие?

3. Для чего предназначены конденсаторы? Как устроен простейший конденсатор?

4. Как называется физическая величина, характеризующая свойства конденсатора? каков её физический смысл?

5. Как устроена электронно-лучевая трубка (ЭЛТ)?

– прочитать раздел «Электрический ток» § 22 учебника;

– ответить на вопросы:

1. Что такое электрический ток? Какие действия производит электрический ток?

2. Что характеризует физическая величина «сила тока»?

3. Что характеризует физическая величина «напряжение»?

4. Что характеризует физическая величина «сопротивление»? От чего зависит сопротивление проводника?

5. Как формулируют закон Ома для участка электрической цепи?

– заполнить таблицу:

<i>Физическая величина</i>	<i>Обозначение величины</i>	<i>Единица измерения величины</i>	<i>Формула, связывающая данную величину с другими</i>
Сила тока			
Напряжение			
Сопротивление			
Работа тока (электрического поля)			
Количество теплоты, выделяющееся при прохождении тока в проводнике			
Мощность тока			

– прочитать раздел «Магнитное поле. Явление электромагнитной индукции» § 22 учебника;

– ответить на вопросы:

1. Магнитное поле – особая форма материи. Каковы основные свойства магнитного поля?

2. Как осуществляется магнитное взаимодействие?

3. В чём заключается явление электромагнитной индукции?
4. Для чего предназначены катушки с током? зачем их, как правило, снабжают железным сердечником?
5. Как называется физическая величина, характеризующая свойства катушки с током? каков её физический смысл?

III этап.

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

1. Ученикам демонстрируют конденсатор переменной ёмкости и обсуждают вопрос, как ёмкость конденсатора зависит от взаимного расположения пластин.
2. Демонстрируют опыт по рис. 173, а, б учебника¹ и обсуждают с учениками его результаты.
3. Ученикам демонстрируют осциллограф и обсуждают, как осуществляется управление электронным лучом в ЭЛТ?
4. Ученикам демонстрируют смещение светящейся точки на экране осциллографа при поднесении постоянного магнита к экрану и предлагают им объяснить результаты опыта.
5. Демонстрируют опыт по теме «Явление электромагнитной индукции» (рис. 231 учебника физики 8 класса²) и обсуждают с учениками его результаты.
6. Демонстрируют опыт по рис. 176, а, б учебника и обсуждают его результаты.

В заключение урока ещё раз возвращаются к итогам § 22 учебника и ученикам предлагается вновь охарактеризовать все упомянутые в итогах параграфа понятия.

§ 10. Явление самоиндукции

Первая часть урока. В начале урока демонстрируется опыт 2/10 – 1 «Взаимодействие двух параллельных токов». Результаты опыта позволяют ученикам вспомнить факт, известный им из курса физики 8 класса: проводники, по которым идут токи противоположного направления, отталкиваются; проводники, по которым идут токи одного направления, притягиваются.

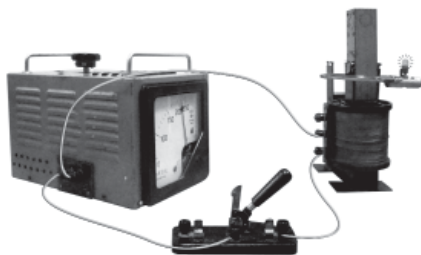


Рис. 12

Далее демонстрируется опыт, подтверждающий явление электромагнитной индукции (рис. 12). Результаты опыта подробно обсуждаются с учениками³.

¹ См. также: 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. – С. 209, опыт 121 «Энергия заряженного конденсатора».

² Андрюшечкин, С.М. Физика. 8 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / С.М. Андрюшечкин. – М. : Баласс, 2012. – 240 с. (Образовательная система «Школа 2100»).

³ Этот опыт знаком ученикам, он описан в учебнике физики 8 класса.

Вторая часть урока. Опыты, которые ученики наблюдали в первой части урока, и состоявшееся при этом обсуждение результатов опытов позволяют перейти к рассмотрению правила Ленца. Демонстрируют опыты по рис. 180, *a–в* учебника. Анализ результатов опытов (он подробно изложен в соответствующем разделе § 23 учебника) позволяет «подвести» учеников к формулировке правила. Дополнительно можно продемонстрировать опыт с известным прибором по наблюдению правила Ленца (см. рис. 233 учебника физики 8 класса¹). Можно также использовать ресурс ЕК ЦОР № 133474 (видеофрагмент «Правило Ленца»), хотя, безусловно, демонстрация видеофрагмента не является полноценной заменой «живого» опыта.

Обсуждается вопрос «Почему явление электромагнитной индукции и вызываемый этим явлением ток „подчиняются” правилу Ленца?» Если преподаватель не уверен, что в процессе беседы учащиеся под его руководством смогут сформулировать верный ответ на поставленный вопрос, то можно предложить им прочитать последний абзац раздела «Правило Ленца» § 23 учебника.

Заключительная часть урока. Далее учеников знакомят с явлением самоиндукции. Рассмотрение явления базируется на демонстрационном эксперименте (рис. 181 учебника). Рассмотрение классического опыта по «запаздыванию» тока в цепи, содержащей катушку, позволяет ученикам осознать суть явления. Внимание учеников акцентируют на том, что самоиндукция не является фундаментальным физическим явлением, а представляет собой частный случай явления электромагнитной индукции.

Проводят обсуждение, как меняется эффект самоиндукции при изменении индуктивности катушки. Тут возможен вариант, когда ученики вновь наблюдают опыт (рис. 181 учебника) при различных параметрах катушки (с меньшим числом витков, с разомкнутым сердечником) и на основе опыта делают соответствующий вывод, либо ученикам предлагается высказать гипотезу о зависимости величины эффекта самоиндукции от индуктивности катушки, спроектировать соответствующие опыты, провести их и подтвердить высказанную гипотезу.

Практическое применение явления иллюстрируют примером работы системы зажигания автомобиля. При этом будет уместно повторно продемонстрировать опыт по рис. 176, *a, б* учебника.

§ 11. Свободные электромагнитные колебания

Первая часть урока. Для понимания механизма протекания свободных электромагнитных колебаний, которые возможны в колебательном контуре, ученики должны свободно владеть понятием самоиндукции. По этой причине урок следует начать с обсуждения пунктов плана обобщённого построения ответа о физическом явлении применительно к явлению самоиндукции. Ниже приведены возможные ответы на пункты плана:

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

1. Явление самоиндукции обнаруживается по постепенному возрастанию (или по постепенному убыванию) тока в электрической цепи, в которой протекает ток, изменяющийся с течением времени.

2. Ток в электрической цепи должен изменяться (например, в момент замыкания или размыкания цепи).

3. Переменный ток, протекающий в электрической цепи, создаёт в окружающем пространстве переменное магнитное поле. Переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле, воздействующее непосредственно на переменный ток – источник магнитного поля.

4. Явлением самоиндукции называют явление воздействия вихревого электрического поля, созданного магнитным полем переменного тока, на сам этот ток.

5. Явление самоиндукции связано с явлением электромагнитной индукции (ЭМИ) и является частным случаем ЭМИ.

6. Примером использования явления на практике является система зажигания двигателя внутреннего сгорания.

Вторая часть урока. Демонстрируют опыт 2/11 – 1 «Медленные затухающие электрические колебания (индикатор – гальванометр)». Проводится подробный основательный анализ результатов опыта (он приведён в тексте § 24 учебника). Ученики должны уяснить, благодаря чему в колебательном контуре возможны свободные электромагнитные колебания и как частота этих колебаний зависит от ёмкости и индуктивности контура (на качественном уровне).

Демонстрируют опыт 2/11 – 2 «Затухающие электрические колебания (индикатор – осциллограф)». Опыт иллюстрирует тот факт, что свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре являются гармоническими (в случае малого затухания). С учениками обсуждают, по какой причине наблюдаемые колебания являются затухающими.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики прорабатывают раздел «Пример решения задачи» § 24 учебника. Они анализируют график свободных электромагнитных колебаний и выясняют, как, используя график, можно определить значения величин, характеризующих данные гармонические колебания. Самостоятельно решают задачу 16 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика”. 9 класс».

§ 12. Переменный ток

Первая часть урока. Урок может быть начат с повторения опорного конспекта 5 «Механические колебания», приведенного в тематической тетради. При повторении следует услышать от учеников ответы на следующие вопросы:

1. Что такое колебания? Какие колебания называют гармоническими?

2. Дайте определение величин, характеризующих колебания: амплитуда, период, частота, круговая частота колебаний.

3. Как можно рассчитать частоту и круговую частоту колебаний по известному периоду колебаний?

4. Какие виды колебаний вам известны?

5. Чем определяется частота свободных колебаний? Чем определяется частота вынужденных колебаний?

6. В какой физической системе могут происходить свободные электромагнитные колебания? Какое физическое явление «ответственно» за их возникновение?

7. Как вы считаете, возможны ли вынужденные электромагнитные колебания? Если, да, то при каком условии (условиях) будут происходить вынужденные электромагнитные колебания?

Вторая часть урока. Обсуждение последнего вопроса первой части урока подводит учеников к выводу, что вынужденные электромагнитные колебания в электрической цепи возможны, если в ней имеется источник переменного напряжения – «магнитоэлектрический насос, перекачивающий электроны в цепи то в одном, то в другом направлении». Переходя к рассмотрению устройства магнитоэлектрического генератора, демонстрируют опыт по рис. 192 учебника. Подробно рассматривается принцип действия генератора (соответствующий текст приведён в разделе «Генератор переменного тока» § 25 учебника). Делается вывод, что благодаря действию генератора в электрической цепи возникают колебания силы тока и напряжения, то есть вынужденные электромагнитные колебания. Рассматривается схема промышленного гидрогенератора (рис. 195 учебника). Рассмотрение данного вопроса можно снабдить ресурсами ЕК ЦОР № 187086 (анимация «Генератор переменного напряжения», озвученная анимация для изучения устройства и принципа работы генератора переменного тока), № 186680 (анимация «Схема работы тепловой электростанции», моделирование работы тепловой электростанции с паровой турбиной), № 187199 (видеоролик «О работе приливной электростанции»).

Заключительная часть урока. В заключительной части урока вводится понятие переменного тока. Демонстрируется опыт по рис. 196 учебника. Внимание учеников обращают на то, что на экране осциллографа они наблюдают осциллограмму напряжения, то есть график зависимости напряжения от времени. Если известна чувствительность прибора (то есть если известно, какое напряжение необходимо подать на вертикально отклоняющие пластины ЭЛТ, чтобы электронный луч сместился в вертикальном направлении на одно деление координатной сетки экрана), то не составляет труда определить амплитуду напряжения $U_{\text{макс}}$. После этого демонстрируется опыт по рис. 197 учебника¹, и перед учениками ставится проблемный вопрос: «Какое значение силы тока и напряжения показывают измерительные приборы в цепи переменного тока? Ведь в цепи переменного тока значение напряжения изменяется от $-U_{\text{макс}}$ до $+U_{\text{макс}}$ ». На данный вопрос отвечает учитель, который сообщает ученикам, что электроизмерительные приборы для цепи переменного тока (амперметры и вольтметры) сконструированы таким образом, что они показывают т. н. действующие значения силы тока и напряжения. В цепях переменного тока в случае гармонических колебаний действующие значения силы тока и напряжения в $\sqrt{2}$ раз меньше соответствующих амплитудных значений. Используя показания приборов (опыт по рис. 197 учебника), рассчитывают амплитуду колебаний силы тока и амплитуду колебаний напряжения, а также сопротивление лампы.

¹ При проведении демонстрации шкала вольтметра должна быть открыта.

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в § 25 учебника включён раздел «Конденсатор и катушка в цепи переменного тока». Рассмотрение этого раздела следует снабдить демонстрационными опытами, содержание которых понятно из рис. 199–201 учебника.

§ 13. Преобразование и передача электроэнергии

Первая часть урока. Проводится «физический диктант» – учитель диктует некоторое предложение или задание, а ученики должны продолжить предложение или выполнить указанное задание. Работа выполняется учениками письменно на отдельных листах бумаги. После выполнения работы ученики обмениваются листами и осуществляют взаимопроверку.

Примерные вопросы физического диктанта¹

1. Свободные электромагнитные колебания могут возникать в колебательном контуре. Колебательный контур состоит из ... [соединённых между собой конденсатора и катушки индуктивности].

2. Частота свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре зависит от ... [ёмкости конденсатора и индуктивности катушки колебательного контура].

3. Свободные электромагнитные колебания могут происходить благодаря явлению ... [самоиндукции].

4. Переменный ток – это ... [вынужденные электромагнитные колебания].

5. Явление электромагнитной индукции заключается в ... [возникновении вихревого электрического поля при изменении магнитного поля].

6. Математическое выражение закона Ома для участка электрической цепи имеет вид ... [$I = U/R$]. Поясните обозначения физических величин, входящих в формулу, укажите единицы их измерения.

7. Мощность, выделяющаяся в электрической цепи, рассчитывается по формуле ... [$P = UI$]. Поясните обозначения физических величин, входящих в формулу, укажите единицы их измерения.

Вторая часть урока. Вторая часть урока посвящена рассмотрению принципа действия трансформатора. Ученикам предлагают, используя текст раздела «Трансформатор» § 26 учебника, выяснить, каково основное преимущество переменного тока перед постоянным током, как устроен простейший трансформатор. Далее демонстрируют опыт 2/13 – 1 «Устройство и действие трансформатора». Выясняют, что действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. Обосновывают соотношение между напряжением U_1 на первичной обмотке, напряжением U_2 на вторичной обмотке и числом витков N_1 и N_2 в первичной и вторичной обмотках соответственно:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Обсуждают вопрос 26.2 учебника: «Какой трансформатор – повышающий или понижающий – изображён на рис. 206 учебника?»

¹ В квадратных скобках указаны возможные варианты ответов учеников.

Можно также использовать ресурс ЕК ЦОР № 186824 (видеоролик «Принцип действия трансформатора», демонстрируется работа понижающего трансформатора).

Далее внимание учеников заостряют на том, что трансформатор – это устройство для преобразования электрической энергии, но не для её выработки. Это означает, что энергия, выделяющаяся каждую секунду на потребителе во вторичной обмотке трансформатора, будет равна энергии, поступающей каждую секунду в первичную обмотку от источника тока:

$$P_1 = P_2.$$

С учётом потерь имеем

$$P_1 \approx P_2$$

или

$$U_1 I_1 \approx U_2 I_2.$$

Таким образом, если мы имеем понижающий трансформатор, подключённый к некоторой нагрузке, то сила тока во вторичной обмотке такого трансформатора больше, чем сила тока в его первичной обмотке. Подтверждаем этот факт, демонстрируя опыт 2/13 – 2 «Измерение напряжения и силы тока в первичной и вторичной обмотках понижающего трансформатора». Обращают внимание учеников, что не случайно вторичная обмотка трансформатора (по которой проходит существенно больший ток) намотана более толстым проводом, чем первичная обмотка. Уместно будет использование здесь ресурса ЕК ЦОР № 187080 (видеоролик «Нагревание воды с помощью трансформатора», показано нагревание и кипение воды в лотке вторичной обмотки трансформатора).

Заключительная часть урока. Ученикам предлагается прочитать изложение проблемы в разделе «Передача электроэнергии» в § 26 учебника и сам проблемный вопрос 26.5: «Как должна быть сконструирована линия электропередачи, чтобы количество теплоты, выделяющееся в проводах ЛЭП, было как можно меньше?» Обсуждение поставленной проблемы проведено в соответствующем разделе параграфа весьма подробно. Вероятно, такой же логики обсуждения проблемы следует придерживаться и при организации проблемной беседы с учениками на уроке. Вывод о необходимости осуществлять передачу электроэнергии при повышенном напряжении подтверждают опытом 2/13 – 3 «Модель линии электропередачи».

Завершают урок обобщением учебного материала, рассмотренного на этом и предыдущем уроках. Обобщение можно организовать, привлекая ресурс ЕК ЦОР № 206145 (интерактивное задание, мультимедиа «Использование явления электромагнитной индукции»). В ресурсе рассмотрено понятие переменного электрического тока, объяснён принцип действия генератора переменного тока, трансформатора, рассмотрено, как происходит передача электроэнергии по ЛЭП.

§ 14. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Свободные электромагнитные колебания. Переменный ток»

Первая часть урока. Урок начинают с анализа опорного конспекта 7 «Электромагнитные колебания», приведённого в тематической тетради.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Свободные электромагнитные колебания. Переменный ток».

§ 15. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн

Первая часть урока. В начале урока можно предложить ученикам выполнить конспект раздела «Вспомним известное» § 27 учебника. Конспект, как известно, это краткое письменное изложение содержания чего-либо (лекции, материалов по определённой теме). Встречаются различные виды конспектов того или иного параграфа, статьи, книги:

– конспект в виде цитат. Это наиболее доступный составителю вид конспекта. Положительной стороной такого конспекта является то, что в нём практически нельзя исказить мысль автора, но слабая сторона такого конспекта – минимальное самостоятельное осмысление изучаемого источника;

– конспект в виде реферата. В нём содержание изучаемого параграфа или статьи излагается составителем конспекта в виде краткого текста (реферата) собственными словами, что, безусловно, активизирует интеллектуальную работу составителя. В то же время есть риск исказить содержание конспектируемого источника, неверно интерпретировать какие-либо значимые положения работы;

– конспект в виде плана. В конспекте такого вида выделяют основные структурные элементы конспектируемого текста, это способствует приобретению автором конспекта навыков анализа, деления текста на смысловые элементы. Определённым недостатком плана-конспекта является его заведомая схематичность, что повышает «нагрузку» на память автора конспекта;

– конспект в виде тезисов. Тезисы могут быть составлены по значительному по объёму произведению, в них отражается концепция автора в целом по рассматриваемой проблеме, приводятся аргументы автора, подтверждающие его точку зрения и опровергающие иные воззрения.

Работа учеников по составлению конспекта может быть организована по следующему алгоритму:

1. Бегло просмотрите текст. Поймите, о чём идёт речь в тексте.
2. Внимательно прочитайте текст. Уточните значения непонятных слов. Произведите сортировку материала: главные мысли, определения понятий, выводы, второстепенный материал.
3. Повторно прочитайте текст. Ещё раз выделите основные идеи изучаемой темы, основные смысловые элементы. Озаглавьте конспект. Составьте черновик конспекта, выписав ключевые слова, используя схемы, рисунки.

4. Составьте итоговый вариант конспекта изученной темы. Имейте в виду, что сплошной текст плохо запоминается: используйте отступы, нумерацию, выделение главного подчёркиванием, рамкой или иным цветом (цветом не увлекайтесь – конспект не должен напоминать попугая).

5. Закончив конспектирование, попробуйте по конспекту воспроизвести изученный материал. Оцените результат. При необходимости дополните или измените конспект.

Вторая и заключительная части урока. Во второй части урока демонстрируются опыты, подтверждающие основные свойства электромагнитных волн (рис. 210–215 учебника). Сами опыты подробно описаны в § 27 учебника. При рассмотрении явления отражения можно «обыграть» данную ситуацию следующим образом. Демонстрируется опыт по рис. 212, *а* учебника и учащимся предлагается выяснить, какое физическое явление – полное поглощение электромагнитной волны металлом или отражение электромагнитной волны от проводящей поверхности – они наблюдают. Если высказано предположение об отражении волн, то учитель пробует его «опровергнуть» (опыт по рис. 213 учебника). В результате ученики самостоятельно приходят к идее опыта с «правильным» положением отражающей поверхности (опыт по рис. 212, *б* учебника) и формулируют вывод, отражающий существо закона отражения: «Угол отражения равен углу падения».

16. Принцип радиосвязи

Первая часть урока. С целью закрепления ранее рассмотренного материала по вопросу «Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн» организуется работа в группах по следующим вопросам:

1. Установите соотношение между фамилиями учёных и научно-техническими достижениями.

<i>Фамилия учёного</i>	<i>Термин</i>
А) Д.-К. Максвелл	1) практическое применение электромагнитных волн
Б) А. С. Попов	2) разработка теории электромагнитного поля
В) Г. Герц	3) идея о существовании электрического и магнитного полей
Г) М. Фарадей	4) эксперимент по обнаружению электромагнитных волн

2. На рис. 13, *а – д* изображены схемы опытов, подтверждающих основные свойства электромагнитных волн. Какое свойство электромагнитных волн, по вашему мнению, иллюстрирует каждая схема? Ответ обосновать.

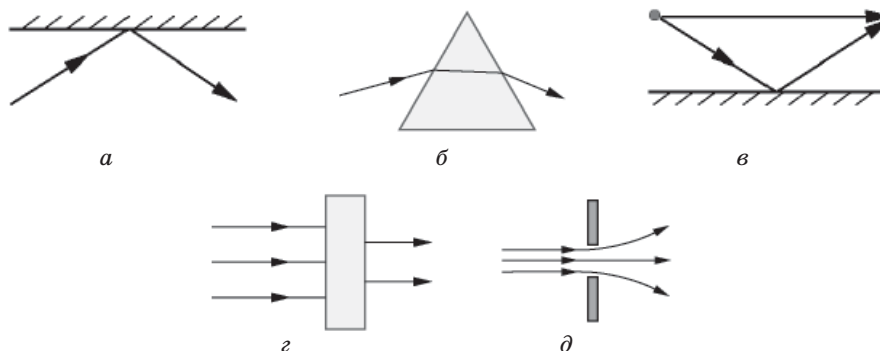


Рис. 13

3. Базовая станция сотовой связи излучает электромагнитные волны длиной 32 см. Какова частота электромагнитного излучения?

Вторая часть урока. Изучение принципа радиосвязи следует начать с рассмотрения устройства приёмника А. С. Попова. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186655 (рисунок-плакат «Схема приёмника Попова»). Удачная демонстрация принципа действия когерера предложена К. Ю. Богдановым: «Возьмите два одинаковых болта диаметром 4–5 мм и гибкую пластиковую (например, силиконовую) трубку длиной 50 мм, внутренний диаметр которой чуть меньше диаметра болта. С помощью напильника сделайте торцевую поверхность болтов гладкой и ровной. Вкрутите один из болтов внутрь трубки почти до её середины. Потом возьмите железный гвоздь и с помощью напильника изготовьте небольшое количество железных опилок. Поставьте трубку с болтом вертикально и засыпьте опилки в её открытый конец, чтобы они заполнили около 1 мм её длины. Потом вкрутите второй болт так, чтобы сопротивление между болтами составляло 10–50 кОм.

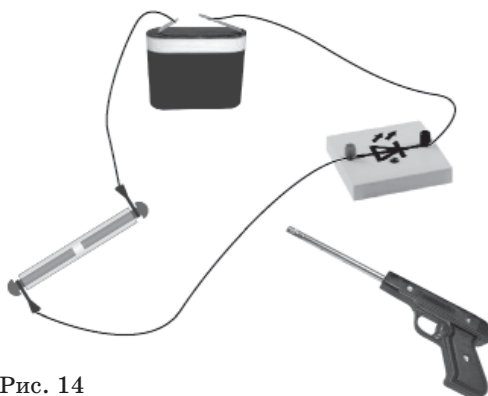


Рис. 14

Чтобы убедиться, что когерер «работает», возьмите пьезоэлектрическую зажигалку, дающую только искру (без пламени) ... Если когерер сделан «правильно», то искра будет уменьшать сопротивление когерера до сотни, а иногда и десятков ом. После этого, слегка постучав по трубке, можно опять привести когерер в рабочее состояние. Можно собрать очень простую схему из когерера, батарейки и светодиода, включив их последовательно (рис. 14). Сопротивление когерера сначала довольно большое, и светодиод не горит. Если искра зажигалки возникает на расстоянии не более 20 см, то сопротивление когерера падает, и светодиод загорается. Такая простая и современная демонстрация опыта А. С. Попова запомнится ученикам»¹.

¹ Богданов, К. Ю. Почувствуй себя А. С. Поповым! [Текст] / К. Ю. Богданов // Физика – Первое сентября. – 2011. – № 6. – С. 44.

Используя источник высокого напряжения и радиоприёмник, можно продемонстрировать регистрацию радиоприёмником электромагнитных волн, возникающих при проскакивании электрических искр при работе источника высокого напряжения.

Далее рассматривают устройство электродинамического микрофона. Ученики читают соответствующий текст на с. 203 учебника, подготавливая ответы на вопросы 1–3 обобщённого плана ответа о приборе, механизме, машине. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186591 (рисунок «Микрофон», иллюстрация для изучения устройства микрофона) и ресурс ЕК ЦОР № 186987 (анимация со звуком «Работа микрофона», озвученная иллюстрация для изучения устройства и принципа действия микрофона). Демонстрируют опыт 2/16 – 1 «Осциллографирование звука». Делают вывод, что с помощью микрофона звук преобразуется в переменный ток.

Обратный процесс – преобразование переменного тока в звук – производят, как известно ученикам, с помощью громкоговорителя. Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187164 (рисунок «Громкоговоритель», иллюстрация для изучения устройства громкоговорителя) и ресурс ЕК ЦОР № 187239 (анимация со звуком «Работа громкоговорителя», озвученная иллюстрация для изучения устройства и принципа действия громкоговорителя). Демонстрируют опыт 2/16 – 2 «Динамический громкоговоритель – источник звука».

Далее ученикам сообщают, что, оказывается, энергия излучаемой электромагнитной волны пропорциональна частоте колебаний в четвёртой степени. По этой причине передача информации путём «прямого» преобразования: звук – микрофон – переменный ток – излучающая антенна – электромагнитная волна – приёмная антенна – громкоговоритель – звук не осуществима. Перед учениками ставится проблема: «Как передать информацию с помощью электромагнитных волн?» Ввиду сложности проблемы её постановка и разрешение осуществляется учителем. При этом им вводится понятие модуляции и демодуляции. В тексте учебника анализ основных процессов, происходящих при осуществлении радиосвязи, отнесён к дополнительному материалу (уровень «максимум»). Несмотря на это, по нашему мнению, следует рассмотреть и прокомментировать рис. 218 учебника, на котором изображена блок-схема радиотелефонной связи. Полнота рассказа учителя и развёрнутость его комментариев, конечно же, будет определяться уровнем познавательных возможностей конкретного класса.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока следует продемонстрировать работу детекторного приёмника (опыт 2/16 – 3 «Приём радиовещания на детекторный приёмник»).

При этом необходимо акцентировать внимание учеников на основных структурных элементах приёмника (антенна, колебательный контур, демодулятор).

§ 17. Распространение радиоволн. Радиолокация

Первая часть урока. Организуется работа учеников с текстом раздела «Распространение радиоволн» § 28 учебника. Ученики письменно выполняют следующие задания:

1. Перечислите, на какие основные диапазоны принято подразделять радиоволны. Чем обусловлено такое разделение?
2. Заполните таблицу¹.

Название диапазона радиоволн	Длины волн (границы диапазона), м	Частоты излучений (границы диапазона), МГц	Особенности распространения волн	Основные физические процессы, обуславливающие особенности распространения	Область практического применения
ДВ					
СВ					
КВ					
УКВ					

3. Перенесите в тетрадь рис. 219 учебника, ответьте на вопрос 28.5 учебника.

Вторая и заключительная части урока. Далее могут быть заслушаны доклады учеников по следующим темам (перечень тем ориентировочный):

1. Радиолокация.
2. Что такое стелс-технология?
3. Радиолокация планет и других тел Солнечной системы.
4. Радиоастрономия.

При работе с докладом по первой теме можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186681» (анимация «Радиолокация» с текстовыми комментариями для изучения конструкции и принципов работы системы радиолокации), а также продемонстрировать опыт 2/17 – 1 «Радиолокация».

С целью активизации работы учащихся можно предложить некоторым из них такие роли, как «содокладчик», «рецензент доклада». Также должно выполняться очевидное обязательное условие, соблюдение которого должен пристально отслеживать учитель: в доклад включается только то, что понятно и доступно автору доклада и его слушателям.

§ 18. Повторение материала.

Самостоятельная работа по теме «Электромагнитные волны»

Первая часть урока. В начале урока учеников знакомят с тематическим конспектом 8 «Электромагнитные волны», приведённым в тематической тетради. Акцентируют внимание на основных смысловых элементах конспекта (определение электромагнитных волн, условие их возникновения, свойства электромагнитных волн, принцип радиосвязи).

¹ Таблицу следует разместить на развороте тетради либо расположить тетрадь в альбомной ориентации.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Электромагнитные волны».

§ 19. Повторение и обобщение материала. Выполнение теста по разделу «Колебания и волны»

Первая часть урока. Обобщение материала по разделу «Колебания и волны» проводят, «проговаривая» конспекты 5, 7, 6, 8, приведённые в тематической тетради (такой порядок следования конспектов при обобщении изученного материала, на наш взгляд, предпочтительнее). При этом в роли «спикера» выступает учитель, демонстрируя слайды, на которых шаг за шагом (после верного комментария учеников) формируется содержание конспекта.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют тест по разделу «Колебания и волны» из комплекта тестов для 9 класса, входящих в дидактический комплекс.

§ 20. Зачёт по разделу «Колебания и волны»

Методика проведения зачёта традиционна и не отличается от методики, использованной на соответствующем уроке предыдущего раздела.

Полезно на демонстрационном столе в кабинете физики расположить ряд приборов, к которым следует обращаться ученикам, иллюстрируя свой ответ по тому или иному вопросу зачёта (пружинный и нитяной маятники, модель двигателя внутреннего сгорания, волновая машина, камертоны, батарея конденсаторов, катушка индуктивности, ключ, соединительные провода, постоянный магнит, катушка трансформатора 220 В, амперметр демонстрационный, машина магнитоэлектрическая, низковольтная лампа на подставке, трансформатор универсальный учебный, комплект приборов для демонстрации свойств электромагнитных волн с принадлежностями и т. п.).

§ 21. Контрольная работа по разделу «Колебания и волны»

Варианты контрольной работы приведены в пособии «Самостоятельные и контрольные работы к учебнику „Физика“. 9 класс», входящем в УМК по физике для данного класса.

§ 22. Урок коррекции знаний

Итоги изучения раздела «Колебания и волны» подводят на уроке коррекции знаний. Устраняют пробелы в знаниях учеников, которые обнаружены в результате поэлементного анализа выполнения теста и при проведении зачёта. Анализируя типичные ошибки, допущенные учениками при выполнении контрольной работы.

Следует уделить время анализу кратких итогов раздела и заключительных замечаний к разделу (с. 158–159 учебника).

Часть урока можно отвести на решение качественных задач, демонстрацию занимательных опытов¹, например:

1. «*Дырявый маятник*». Маятник представляет собой пластиковую бутылку, наполненную водой, подвешенную на нити. В дне бутылки проделали отверстие, через которое вода вытекает. Будет ли при этом меняться период колебания маятника и если да, то как – увеличиваться или уменьшаться?

После обсуждения задачи (вытекание воды приводит первоначально к «понижению» центра тяжести, следовательно, к увеличению длины «нити» «математического маятника» и росту периода колебаний) следует провести соответствующий опыт. Нужно подготовить два маятника. При этом одна бутылка должна быть полностью наполнена водой, а другая – наполовину. С помощью раскалённого шила в центре крышке каждой бутылки делают отверстие, в которое продевают тонкую леску. С внутренней стороны крышки на леске завязывают узелок, а другой конец лески привязывают к стержню², закреплённому на подходящей высоте в лапке штатива. Основание штатива с помощью струбцины следует прикрепить к поверхности демонстрационного стола. Маятники одновременно отводят в сторону на одинаковый угол, отпускают и убеждаются, что периоды их колебаний различны.

2. «*Движущийся источник звука*». К звуковому генератору с помощью длинных и гибких проводов подключают электромагнитный телефон и возбуждают его на частоте примерно 1000 Гц. В течение 15–20 с дают возможность учащимся прислушаться к звучанию покоящегося телефона. После этого его приводят во вращение от руки в вертикальной плоскости с частотой 1–2 об/с. Радиус вращения 50–60 см, а плоскость вращения перпендикулярна рядам учащихся – в этом случае телефон то приближается, то удаляется от учащихся. При вращении телефона учащиеся отмечают периодическое изменение высоты тона звука: при приближении телефона в сторону учащихся высота тона повышается, а при движении в обратную сторону – понижается»³.

Ученикам предлагается предложить объяснение наблюдаемого явления.

3. «*Петля-катушка*». Собирают установку по рис. 15.

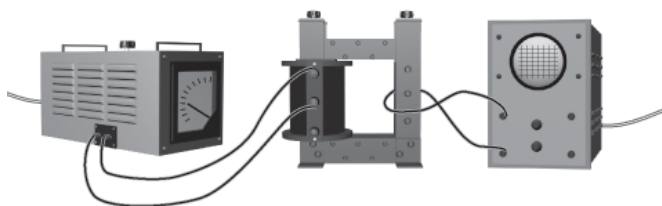


Рис. 15

¹ Здесь может быть организована работа в группах.

² Если в стержне будут просверлены сквозные отверстия, через которые можно пропустить леску, то тогда удобнее регулировать длину нити маятника.

³ Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома [Текст] : пособие для учителей / под ред. А. А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1979. – С. 109.

На сердечник без якоря от универсального трансформатора надета катушка на 220 В, на которую от регулятора подано напряжение 120–130 В. Включают электронный осциллограф и получают горизонтальную развёртку луча осциллографа (осциллограф должен находиться от трансформатора на расстоянии не менее 1 м). Проводник длиной 2,5–3 м подключают к зажимам У-входа и надевают на свободную часть сердечника. При наличии небольшого усиления на экране возникает синусоида. Ученикам предлагают объяснить наблюдаемое явление. Из проводника делают двойную петлю и надевают на сердечник. При этом амплитуда синусоиды удваивается. Ученикам предлагают объяснить наблюдаемое явление. Сердечник трансформатора замыкают якорем. При этом амплитуда синусоиды увеличивается. Ученикам предлагают объяснить наблюдаемое явление¹.

Раздел 3. Световые явления

Во многих школьных учебниках физики раздел «Световые явления» изучается в курсе физики 8 класса после рассмотрения вопросов электричества и магнетизма и предваряет изучение механики, колебательных и волновых процессов. В данном курсе физики изучение световых явлений проходит после изучения колебаний и волн (в том числе электромагнитных волн). Памятуя об электромагнитной природе света, такое «местонахождение» раздела «Световые явления» кажется логически оправданным, оно же определяет структуру раздела: изложение вопроса о электромагнитной природе света, изучение основных понятий и закономерностей т. н. геометрической оптики, рассмотрение примеров практического применения оптических законов (линзы, оптические приборы, очки), рассмотрение волновых явлений (интерференция и дифракция световых волн).

§ 1. Электромагнитная природа света

Первая часть урока. Может быть использована технология продуктивного чтения применительно к разделу «Удивительное открытие физиков» § 29 учебника (первый этап – работа с текстом до чтения, второй этап – работа с текстом во время чтения, третий этап – работа с текстом после чтения).

1 этап.

Ученикам предлагается прочитать название параграфа, вводное предложение («Вам уже известно, что существуют электромагнитные волны») и с целью актуализации имеющихся у них знаний ответить на вопросы и выполнить следующие задания:

1. Что такое электромагнитные волны? При каких условиях они возникают?

2. К каким волнам – продольным или поперечным – относятся электромагнитные волны?

¹ Горев, Л.А. Занимательные опыты по физике в 6–7 классах средней школы [Текст] : кн. для учителя / Л.А. Горев. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1985. – С. 101, опыт 416.

3. Бегло ознакомьтесь с разделом «Удивительное открытие физиков» § 29 учебника и выясните, какие виды излучения рассматриваются в данном разделе параграфа, к какому фундаментальному выводу пришли учёные относительно физической природы этих видов излучения.

II этап.

Ученикам предлагается прочитать раздел «Удивительное открытие физиков» § 29 учебника и заполнить следующую таблицу.

<i>Название диапазона излучения</i>	<i>Источники излучения</i>	<i>Примеры практического применения излучения</i>
Радиоволны		
Инфракрасное излучение		
Видимое излучение		
Ультрафиолетовое излучение		
Рентгеновское излучение		
Гамма-излучение		

III этап.

На заключительном этапе работы по технологии продуктивного чтения (работа с текстом после чтения) ученикам может быть предложено обсудить следующие задания:

1. Пронаблюдать опыт по рис. 222 учебника и объяснить его результаты.

2. Прокомментировать ресурс ЕК ЦОР № 186694 (слайд-шоу «Фотосинтез», иллюстрированный и озвученный рассказ о преобразовании световой энергии при фотосинтезе; содержание слайд-шоу позволяет ученикам сделать вывод о том, что Солнце – важнейший для людей источник теплового, видимого и ультрафиолетового излучения).

3. Объяснить результаты опыта по изменению сопротивления фоторезистора при его освещении (опыт по рис. 170 учебника физики для 8 класса).

4. Ученикам демонстрируют опыт по разрядке отрицательно заряженного электрометра под воздействием ультрафиолетового излучения и прекращение изменения заряда электрометра, когда пучок света от ультрафиолетового излучателя перегораживает прозрачным стеклом (опыт 3/1 – 1 «Обнаружение ультрафиолетового излучения»). Опыт позволяет сделать вывод о том, что электрическая дуга помимо видимого света является источником и более «высокоэнергетичного» излучения, приводящего к разрядке электрометра (ультрафиолетовое излучение). Хорошо, если учитель пойдёт не «по пути наименьшего интеллектуального сопротивления», сразу же озвучивая объяснение результатов опыта, а организует обсуждение различных гипотез, выдвинутых учениками (придав опыту, тем самым, проблемный характер).

5. Ученикам предлагается, проанализировав информацию, приведённую в изученном ими разделе параграфа, сравнить проникающую способность рентгеновского излучения и гамма-излучения.

Вторая часть урока. Во второй части учитель производит обобщение изученного материала, рассматривая шкалу электромагнитных излучений. Внимание учеников обращают на то, что изменения длины волны и частоты колебаний приводят в итоге к изменению свойств электромагнитных излучений («переход количества в качество»). Это позволяет выделить в единой шкале электромагнитных излучений отдельные виды излучений: радиоволны, инфракрасное излучение, видимое излучение, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение, гамма-излучение. В ходе беседы учителю следует использовать ресурс ЕК ЦОР № 186427 (рисунок «Шкала электромагнитных волн»).

Заключительная часть урока. Заключительную часть урока следует начать с предложения ученикам прочитать первый абзац раздела «Измерение скорости света» § 29 учебника, где обращено внимание на то, что на единую природу рассмотренных видов излучения указывает равенство скорости их распространения в вакууме.

Вопрос об измерении скорости света астрономическим и лабораторными методами и описание опытов Рёмера и Физо отнесены в учебнике «Физика-9» к дополнительному материалу (уровень «максимум»). Однако, используя ряд ресурсов ЕК ЦОР № 186631 (слайд-шоу «Астрономический метод измерения скорости света», подборка рисунков с текстовыми комментариями для изучения эксперимента по определению скорости света методом наблюдения за затмением спутника Юпитера Ио), № 186433 (анимация «Опыт по определению скорости света», анимированная модель эксперимента по определению скорости света методом вращения зубчатого колеса), можно изложить эти вопросы доступно для учащихся практически в любом классе.

Учителю также можно посоветовать обратить внимание на ресурс ЕК ЦОР № 133862 (мультимедиа «Опыт Майкельсона»). Цифровой ресурс представляет собой демонстрационную модель по теме «Скорость света». Компьютерная программа моделирует классический опыт Майкельсона по определению скорости света. На экране модели изображена схема опыта. Кнопка «Эксперимент» позволяет перейти к интерактивной модели, которая представляет собой упрощённую схему опыта. Пользователь может изменять частоту вращения восьмиугольной призмы, наблюдая за движением светового импульса и добиваясь его попадания в окуляр наблюдателя. Интерактивная модель сопровождается инструкцией пользователю, краткой теоретической справкой, а также методическими материалами для преподавателей.

§ 2. Прямолинейное распространение света

Первая часть урока. С целью проверки знаний учащихся по вопросу, изученному на предыдущем уроке, и расширения их физического кругозора ученикам предлагается выполнить задание на установление соответствия между диапазоном электромагнитного излучения и характерным примером его практического применения или его характеристикой.

К каждой позиции первого столбца ученикам необходимо подобрать соответствующую позицию второго и записать в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

<i>Диапазон электромагнитного излучения</i>	<i>Характерный пример практического применения диапазона или его характеристика</i>
А) Радиоволны	1) Длины волн данного диапазона излучения составляют от 0,40 до 0,76 мкм
Б) Инфракрасное излучение	2) Применяется для лечения злокачественных опухолей
В) Видимое излучение	3) Применяется для передачи информации
Г) Ультрафиолетовое излучение	4) Применяется для сушки различных изделий
Д) Рентгеновское излучение	5) Применяется для кварцевания помещений медучреждений
Е) Гамма-излучение	6) Применяется для обнаружения повреждений внутренних органов человека

А	Б	В	Г	Д	Е

Вторая часть урока. Ученикам сообщают, что ещё до установления электромагнитной природы света учёными были сформулированы законы геометрической оптики. При рассмотрении вопроса о прямолинейном распространении света формируют основное понятие геометрической оптики – световой луч. В качестве модели светового луча предлагается использовать узкий пучок света, распространяющийся в однородной среде. Демонстрируют опыт 3/2 – 1 «Прямолинейное распространение света». Также имеется соответствующий ресурс ЕК ЦОР № 187001 (видеоролик-анимация «Прямолинейное распространение света»).

Прямолинейное распространение света подтверждают демонстрационными опытами по образованию тени и полутени (опыт 3/2 – 2 «Образование тени и полутени»). Опыты можно дополнить ресурсами ЕК ЦОР № 186419 (видеоролик-анимация «Образование тени», модель опыта, иллюстрирующего образование тени и зависимость размеров тени от расстояния до источника света), № 186425 (видеоролик-анимация «Образование тени и полутени», модель опыта, иллюстрирующего образование тени и полутени при освещении предмета двумя источниками), № 133572 (демонстрационная модель «Тень-полутень», модель позволяет продемонстрировать образование тени от препятствия на экране при использовании точечного или протяженного источников).

Рассматривают, как возникают солнечные и лунные затмения. Объяснения можно иллюстрировать ресурсами ЕК ЦОР № 186345 (видеоролик-анимация «Солнечные затмения», иллюстрированный и озвученный рассказ о солнечных затмениях), № 186397 (видеоролик-анимация «Лунные затмения», иллюстрированный и озвученный рассказ о лунных затмениях). Можно предложить нескольким

ученикам в классе предварительно подготовить сообщения по этим вопросам.

В § 30 учебника «Физика-9», посвящённом рассмотрению прямолинейного распространения света, имеется несколько обращений к тексту различных литературных произведений: эпитафия (стихотворные строки Александра Блока), задание 30.2 (цитата из романа «Фараон» польского писателя Болеслава Пруса), задание 30.4 (задача по сюжету рассказа Артура Конан Дойля «Обряд дома Месгрейвов»). Этот перечень можно дополнить историей, главным героем которой является Колумб. «Во время своего последнего, четвёртого плавания к берегам Вест-Индии Колумб и его матросы внезапно оказались на грани катастрофы. Из-за ветхости кораблей, которые уже едва держались на плаву, Колумб принужден был прервать плавание и надолго разбить лагерь у берегов острова Ямайка. В отместку за постоянные грабежи местного населения касики Ямайки – правители острова – мало-помалу почти полностью прекратили снабжать белокожих пришельцев съестными припасами. Одолеть касиков Колумб не мог. Перед угрозой голодной смерти ему пришлось идти на хитрость.

Предполагают, что Колумб всегда имел при себе в плаваниях экземпляр «Эфемерид» – сборника справочных астрономических таблиц, изданных во второй половине XV в. в Нюрнберге немецким астрономом Региомонтаном. «Эфемериды» содержали сведения относительно фаз Луны, движений планет и предстоящих затмений примерно на тридцать лет вперёд.

Зная из «Эфемерид» Региомонтана о предстоящем вечером 29 февраля 1504 г. лунном затмении, Колумб пригрозил касикам, что в наказание отнимет у них Луну. Касики не поверили. В нужный момент Колумб пригласил их к себе и, как хороший актёр, прекрасно провёл сцену «отнятия» и последующего великодушного «возвращения» Луны. С этого момента продовольственные припасы доставлялись в его лагерь в изобилии без всяких проволочек»¹.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока формируют понятие об изображении, даваемом оптической системой. «Традиционно понятие изображения вводят при рассмотрении плоского зеркала. Это нельзя считать удачным, так как приходится начинать с мнимого изображения – значительно более трудного случая, чем действительное изображение. Трудность ещё и в том, что ни линзы, ни глаза ещё не изучались, поэтому нет базы для объяснения учащимся того, почему мы *видим* мнимое изображение.

Более правильным является введение понятия **действительного** изображения. Это может быть сделано на основе наблюдений опытов по получению изображений с помощью диафрагмы с небольшим отверстием. Для опыта удобно использовать настольную лампу (с лампочкой накаливания с видимой нитью, не матовой) и кусок картона с небольшим отверстием. Расположив картон с отверстием вблизи лампы, получают на стене (экране) изображение раскалённой нити. Удаляя или приближая картон с отверстием к лампе, получают уве-

¹ Гурштейн, А. А. Извечные тайны неба [Текст] : кн. для учащихся / А. А. Гурштейн. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Просвещение, 1984. – С. 105.

личное или уменьшенное изображение. Используя диафрагмы с отверстиями различного диаметра, убеждаются, что «малое отверстие даёт более чёткое изображение»¹.

Подобный опыт можно выполнить и фронтально, если предложить ученикам повернуть лист бумаги с отверстием в сторону окон учебного кабинета и спроецировать полученное изображение окон на лист белой бумаги или белый экран со щелью.

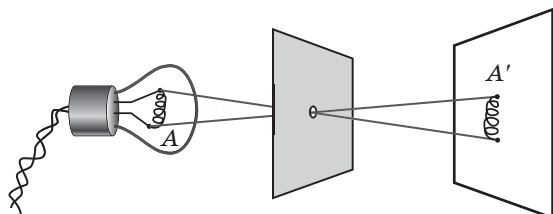


Рис. 16

Результаты опыта объясняют на основе закона прямолинейного распространения света. Лучи, вышедшие из точки A светящегося объекта (рис. 16), попадают на экран в точку A' и образуют изображение точки A . Совокупность изображений точек образует изображение всего объекта.

Из построения понятно, почему изображение получается более резким при уменьшении диаметра отверстия. Ясно также, почему изображение оказывается перевернутым.

«Таким образом, подобные оптические наблюдения учащихся дают им первичное понятие о действительном изображении, знакомят с некоторыми характеристиками изображения (увеличенное или уменьшенное по сравнению с линейными размерами предмета, прямое или перевернутое, резкое или размытое)»².

§ 3. Отражение света. Лабораторная работа «Изучение явления отражения света»

Первая часть урока. Демонстрируют явление отражения света (опыт по рис. 251 учебника). Вводят понятие угла падения и угла отражения, формулируют закон отражения света. В ходе этой части урока можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187249 (интерактивный рисунок «Закон отражения», интерактивное задание, которое позволяет проиллюстрировать закон отражения света для любых углов падения) или аналогичный ресурс ЕК ЦОР (интерактивный рисунок «Отражение света»), а также ресурс ЕК ЦОР № 186728 (видеоролик-анимация «Закон отражения», показана модель опыта, иллюстрирующего закон отражения света).

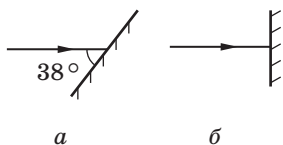


Рис. 17

Разбирают несколько примеров на построение дальнейшего хода светового луча и на определение углов падения и отражения, подобных тем, что изображены на рис. 17, *а*, *б*.

Здесь может быть использован ресурс ЕК ЦОР № 186389 (интерактивный рисунок «Освети дно колодца», интерактивный рисунок, позволяющий экспериментально решать зада-

¹ Усова, А.В. Методика преподавания физики в 7–8 классах средней школы [Текст]: пособие для учителя / А.В. Усова, В.П. Орехов, С.Е. Каменецкий и др.; под ред. А.В. Усовой. – 4-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1990. – С. 303.

² Там же. С. 304–305.

чу об освещении дна колодца при помощи зеркала). В модели можно изменять глубину колодца, высоту Солнца и угол наклона зеркала.

Далее рассматривают случай рассеянного отражения (рис. 241 учебника). Подчёркивают, что и в этом случае закон отражения выполняется. Ход лучей при рассеянном отражении иллюстрируют, используя ресурс ЕК ЦОР № 186508 (слайд-шоу «Рассеянное отражение», набор рисунков, иллюстрирующих ход лучей света при рассеянном отражении).

Вторая часть урока. Анализируют, как возникает изображение, даваемое плоским зеркалом. Рассмотрение этого вопроса следует начать с демонстрации, содержание которой понятно из рис. 246 учебника. Следует постараться «обыграть ситуацию», вызвать удивление учеников – сделайте вид, что зажгли обе свечи и обратите внимание учеников, что свеча за стеклом-зеркалом является «негасимой» – её не удаётся ни задуть, ни залить водой и, более того, свеча «горит», даже если её убрать. Удачным дополнением к опыту будет ресурс ЕК ЦОР № 186602 (видеоролик «Свеча горит в воде», видеофрагмент, в котором демонстрируется опыт по наблюдению иллюзии горения свечи в стакане с водой).

Ученикам объясняют (используя рис. 245 учебника), что зеркало даёт мнимое, прямое, равное по размерам предмету, симметрично расположенное изображение (расстояние от стекла-зеркала до свечи и расстояние от стекла-зеркала до изображения измеряют демонстрационным циркулем). Можно также использовать ресурс ЕК ЦОР № 186542 (видеоролик-анимация «Отражение в зеркале», модель опыта по образованию мнимого изображения в зеркале), содержание которого фактически повторяет ранее описанный опыт, а также ресурс ЕК ЦОР № 187017 (анимация «Построение изображения в плоском зеркале»), где рассматривается ход лучей при построении изображения в плоском зеркале.

Заключительная часть урока. Выполняется лабораторная работа «Изучение явления отражения света» по описанию, приведённому в § 31 учебника.

§ 4. Преломление света. Явление дисперсии

Первая часть урока. Рассмотрение явления преломления света начинают с опыта, аналогичного тому, что изображён на рисунке-заставке к § 32 учебника¹ (не составляет труда этот опыт провести фронтально). Демонстрируют опыты по рис. 251, 253 учебника, в которых происходит переход светового луча из оптически менее плотной среды в оптически более плотную. Проводят основательный анализ результатов опыта (аналогично тому, как это сделано в § 32 учебника). Устанавливают, что в этом случае угол преломления меньше угла падения (кроме случая, когда угол падения равен нулю и преломление света не происходит).

Затем демонстрируют опыт по рис. 254, а–в учебника, в котором происходит переход светового луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную. Выясняют, что в этом случае воз-

¹ В ЕК ЦОР имеется соответствующий ресурс № 186439 (видеоролик «Иллюзия сломанной ложки»).

можно явление полного отражения, когда угол падения превышает некоторое предельное значение (опыт по рис. 256, а учебника). При обобщении изученного материала можно воспользоваться ресурсом ЕК ЦОР № 186454 (интерактивный рисунок «Преломление света», позволяет проиллюстрировать закон преломления света для любых углов падения, а также наблюдать явление полного отражения света и экспериментально установить предельный угол полного отражения для некоторых веществ)¹.

Формулируют основные закономерности (на качественном уровне), обнаруженные при изучении явления преломления света. Отмечают, что, как установлено учёными, причина явления – различие скорости распространения света в различных средах.

При рассмотрении преломления света помимо опытов, описанных в § 32 и подтверждающих как закономерности явления преломления, так и существование полного отражения, можно организовать (на уровне «максимум») обсуждение следующей экспериментальной задачи.

С учениками обсуждается вопрос, имеется ли какое-нибудь физическое основание в утверждении, высказанном в известной поговорке: «Не зная броду, не суйся в воду». При поисках ответа на вопрос ученики могут наполнить мензурки водой и пронаблюдать кажущееся приближение метки, нанесённой на «дно водоёма». Делается чертёж, поясняющий ход световых лучей и образование мнимого изображения. Ученикам предлагается выяснить, как зависит «изменение глубины водоёма» от его фактической глубины. С этой целью организуется работа в группах. В каждой группе мензурка наполняется водой до одинакового уровня, измеряется фактическая глубина «водоёма» h . Затем на боковую стенку мензурки наносится метка, соответствующая кажущейся глубине «водоёма» h' . (Для удобства нанесения меток на внешнюю стенку мензурки следует прикрепить полоску клейкой ленты-скотча.) Вычисляется, во сколько раз фактическая глубина h больше кажущейся глубины h' . Сравнив результаты измерений трёх различных групп, ученики выясняют, что степень уменьшения глубины не зависит от глубины самого «водоёма» и составляет

$$\frac{h}{h'} = 1,3.$$

При обсуждении полученных результатов высказывается предположение, что степень уменьшения глубины водоёма определяется свойствами жидкости, заполняющей водоём. Ученики высказывают предположение, что для проверки этой гипотезы можно использовать трапециевидные стеклянные пластинки. Проведя соответствующие измерения, в этом случае получают

$$\frac{h}{h'} = 1,6.$$

Вторая часть урока. Далее учеников знакомят со знаменитым опытом Ньютона по дисперсии света. Демонстрируется опыт 3/4 – 1 «По-

¹ В ЕК ЦОР имеется ресурс № 187364 (видеофрагмент «Преломление света»). В видеофрагменте приведены опыты по преломлению света с оптической шайбой, в том числе демонстрируется явление полного отражения на границе «стекло – воздух». Этот ресурс может быть использован в качестве «квазизаменителя» реальных опытов, когда отсутствует полная возможность их проведения.

лучение сплошного спектра на экране»¹. При рассмотрении явления можно также использовать ресурс ЕК ЦОР № 186702 (слайд-шоу «Опыт Ньютона по разложению белого света в спектр», озвученные иллюстрации об опыте Ньютона по разложению луча белого света). Ввиду того, что при изучении явления преломления математическое выражение закона преломления не изучалось, определение явления дисперсии формулируется следующим образом: зависимость степени преломления света от длины волны света называется явлением дисперсии. Указывают, что каждой частоте излучения соответствует своё цветное восприятие. Продолжая опыт 3/4 – 1, демонстрируют сложение спектральных цветов при помощи цилиндрической линзы. В качестве последней можно воспользоваться стаканом НН 250, наполненным чистой водой. Стакан помещают на подъёмном столике за призмой так, чтобы на экране получилось вместо спектра отчетливое белое изображение щели.

Рассказывается, как этот вывод и явление дисперсии, открытое Ньютоном, позволило объяснить такие оптические явления, как образование радуги и цвета тел. При рассмотрении последнего вопроса можно использовать ресурсы ЕК ЦОР № 186328 (видеоролик-анимация «Цвет в проходящем и отражённом свете, модель эксперимента по выяснению причин получения видимого цвета прозрачных и непрозрачных предметов»), № 186584 (слайд-шоу «Цвета различных тел в отражённом и проходящем свете», озвученные иллюстрации для рассказа о причинах проявления различной окраски тел).

Заключительная часть урока. Рассматривают конспект 9 «Геометрическая оптика» из тематической тетради ученика 9 класса.

§ 5. Линзы

Первая часть урока. Урок начинают с введения понятия «линза» и демонстрации хода световых лучей через выпуклую и через вогнутую стеклянные линзы (используется демонстрационный набор «Геометрическая оптика»). Формулируют проблему: «Почему выпуклая стеклянная линза является собирающей, а вогнутая линза – рассеивающей?» При обсуждении проблемы следует напомнить ученикам задание 32.2 учебника (часть домашнего задания к этому уроку), продемонстрировать ход лучей через стеклянный клин. Решая проблему, ученики должны уяснить, что наблюдаемый ход лучей и свойство линзы (быть собирающей линзой или быть рассеивающей линзой) обусловлены законом преломления света. Можно использовать, завершая этот этап урока, ресурс ЕК ЦОР № 186903 (видеоролик-анимация «Рассеивающая и собирающая линзы», иллюстрированный и озвученный рассказ о том, как получить рассеивающую или собирающую линзу).

Еще раз демонстрируют ход лучей через выпуклую и через вогнутую стеклянные линзы и вводят основную «линзовую» терминологию: главная оптическая ось линзы, главный фокус линзы, фокусное расстояние, оптическая сила. Измеряют фокусное расстояние собирающей линзы, используемой в демонстрировавшемся опыте.

¹ В ЕК ЦОР имеется ресурс № 186675 (видеоролик «Разложение белого света с помощью призмы», приведён эксперимент по дисперсии света в стеклянной призме).

Производят расчёт оптической силы линзы (предостерегают о распространённой ошибке, допускаемой при расчёте оптической силы, когда не производят перевод сантиметров в метры). Можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186690 (видеоролик-анимация «Сравнение фокусного расстояния линз», иллюстрированная и озвученная модель демонстрации, в которой сравнивается фокусное расстояние двух собирающих линз)¹.

Вторая часть урока. Используя демонстрационный набор, анализируют ход «удобных» световых лучей через линзу: луч, параллельный главной оптической оси, луч, проходящий через фокус собирающей линзы, луч, проходящий через центр линзы.

Демонстрируют изображения, даваемые собирающей и рассеивающей линзами (опыт 3/5 – 1 «Получение изображений при помощи линз»). Опыт сопровождают подробным анализом хода световых лучей и построением соответствующих рисунков для различных случаев, отличающихся расстоянием между линзой и предметом, а также тем, какой является линза.

Заключительная часть урока. Обращают внимание учеников на тот факт, что они наблюдали в ходе демонстрации опыта 3/5 – 1 – чёткое изображение предмета, даваемого линзой на экране, получается только в случае определённого расстояния от линзы до экрана. Это позволяет сделать вывод, что имеется некоторое соотношение между такими величинами, как расстояние от линзы до предмета, фокусное расстояние линзы (или её оптическая сила) и расстояние от линзы до экрана. Записывают (без вывода) формулу линзы, заполняют соответствующий раздел справочника по физике в тематической тетради. В случае работы на уровне «максимум» проводят вывод формулы линзы (он приведён в § 33 учебника).

Завершают урок анализом заданий 33.1, 33.3 домашнего задания. Ученики решают задачу 17 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс».

§ 6. Решение задач на применение формулы линзы

Первая часть урока. Урок начинают с активизации знаний учащихся по теме, изученной на предыдущем занятии. Учащиеся отвечают на вопросы и выполняют следующие задания:

1 вариант.

1. Изобразите, как, по вашему мнению, могут выглядеть поперечные разрезы рассеивающих линз.

2. На каком расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 8 дп необходимо расположить экран, чтобы сфокусировать на нём параллельный пучок световых лучей, падающих на эту линзу?

3. На расстоянии 4,5 см от линзы с фокусным расстоянием 3 см находится предмет высотой 1,5 см. (Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси линзы.) Сделайте соответствующий чертёж, постройте изображение предмета, даваемое линзой. Определите по чертежу, каково расстояние от линзы до изображения предмета.

4. Запишите для случая собирающей линзы т. н. формулу линзы,

¹ С весьма спорной фразой, которой завершается видеоролик: «Мы видим, что чем толще линза, тем меньше фокусные расстояния», согласиться сложно.

т.е. формулу, связывающую между собой расстояние от линзы до предмета a , расстояние от линзы до изображения b и фокусное расстояние F (оптическую силу D) линзы. Выразите из данной формулы расстояние от линзы до изображения b . Используя данные предыдущей задачи, проведите расчёт расстояния от линзы до изображения b . Сравните результат с результатом, полученным при геометрическом построении изображения, даваемого линзой. Сделайте вывод.

II вариант.

1. Изобразите, как, по вашему мнению, могут выглядеть поперечные разрезы собирающих линз.

2. Какую оптическую силу имеет рассеивающая линза с фокусным расстоянием 20 см?

3. На расстоянии 6 см от линзы с фокусным расстоянием 2 см находится предмет высотой 4 см. (Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси линзы.) Сделайте соответствующий чертёж, постройте изображение предмета, даваемое линзой. Определите по чертежу, каково расстояние от линзы до изображения предмета.

4. Запишите для случая собирающей линзы т.н. формулу линзы, т.е. формулу, связывающую между собой расстояние от линзы до предмета a , расстояние от линзы до изображения b и фокусное расстояние F (оптическую силу D) линзы. Выразите из данной формулы расстояние от линзы до изображения b . Используя данные предыдущей задачи, проведите расчёт расстояния от линзы до изображения b . Сравните результат с результатом, полученным при геометрическом построении изображения, даваемого линзой. Сделайте вывод.

Вторая часть урока. Во второй части урока решают экспериментальную задачу на определение оптической силы и фокусного расстояния линз проекционного аппарата (путём получения чёткого изображения спирали лампы накаливания на экране и измерения соответствующих расстояний). Решение подобной задачи подготавливает учеников к выполнению заданий лабораторной работы.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученикам предлагают построить изображение предмета, находящегося от линзы на двойном фокусном расстоянии: $a = 2F$. Выясняют, что в этом случае изображение предмета, даваемого линзой, также находится на двойном фокусном расстоянии: $b = 2F$. При этом линза даёт действительное перевёрнутое изображение в натуральную величину. Этот же результат легко получить, опираясь на формулу линзы.

Опираясь на полученный результат, ученики выполняют фронтальную экспериментальную задачу по определению фокусного расстояния собирающей линзы. При этом они получают следующий комплект оборудования: собирающую линзу, измерительную ленту, экран со щелью, свечу на подставке¹.

§ 7. Лабораторная работа «Изучение явления преломления и измерение оптической силы линзы»

Указания по выполнению лабораторной работы составляют содержание § 34 учебника и включают следующие задания:

- изучение явления преломления;

¹ В качестве подставки можно использовать металлическую крышку для хозяйственных банок.

- наблюдение явления полного отражения;
- измерение фокусного расстояния собирающей линзы (используется удалённый источник света);
- получение изображения предмета с помощью собирающей линзы на экране и определение фокусного расстояния и оптической силы линзы.

Если учитель считает необходимым уделить большее внимание изучению линзы, то может быть предложена следующая работа.

Лабораторная работа «Изучение собирающей линзы»

Задание 1. Получите изображение при помощи линзы. Пронаблюдайте, как изменится изображение, если часть линзы закрыть непрозрачным экраном.

Задание 2. Используя удалённый источник света, получите при помощи собирающей линзы на экране изображение источника. Измерьте фокусное расстояние линзы, определите её оптическую силу.

Задание 3. Используя в качестве источника света низковольтную лампочку на подставке, получите при помощи собирающей линзы на экране её изображение. Определите фокусное расстояние линзы, определите её оптическую силу.

Задание 4. Изучите зависимость размера изображения от расстояния между линзой и предметом. Для этого измерьте размер изображения предмета при различных расстояниях между линзой и предметом и, используя полученные данные, постройте график соответствующей зависимости. Для повышения точности измерений можно закрепить на лабораторном экране со щелью полоску миллиметровой бумаги.

§ 8. Оптические приборы. Глаз. Очки

Первая часть урока. Изучение оптических приборов начинают с рассмотрения фотоаппарата – демонстрируется опыт 3/8 – 1 «Принцип действия фотоаппарата». Указывается, что в современных фотоаппаратах объектив создаёт уменьшенное действительное перевёрнутое изображение на специальной электронной матрице, описывается принцип её действия. Можно рекомендовать использовать ресурс ЕК ЦОР № 134999 (анимация «Цифровой фотоаппарат», изложены принципы работы цифрового фотоаппарата).

Вторая часть урока. Далее рассматривается строение глаза человека. Следует отметить, что орган зрения является продуктом длительной эволюции. Например, совершенно не случаен тот диапазон электромагнитного излучения, на который реагирует сетчатка глаза. Если бы сетчатки глаза достигало ультрафиолетовое излучение, то это высокоэнергетичное излучение разрушало бы светочувствительные элементы сетчатки. По этой причине ограничение оптического диапазона со стороны коротковолнового излучения биологически оправдано. Не регистрирует глаз и длинноволновое ИК-излучение, так как сам глаз, как всякое нагретое тело, является источником теплового излучения и невозможно зарегистрировать ИК-сигнал на таком тепловом фоне¹.

¹ Рекомендуем обратить внимание на классику научно-популярной литературы: Вавилов, С. И. Глаз и Солнце: О свете, Солнце и зрении [Текст] : научное издание / С. И. Вавилов ; ред. и послесл. И. М. Франк. – 10-е изд. – М. : Наука, 1981. – 126 с.

При рассмотрении строения глаза можно воспользоваться моделью глаза и ресурсом ЕК ЦОР № 187298 (слайд-шоу «Строение глаза»). Рассказывая о ходе световых лучей в глазе, используют ресурс ЕК ЦОР 187094 (анимация «Ход лучей в глазе») и ресурс ЕК ЦОР № 187254 (анимация «Как мы видим»), в котором рассмотрено понятие аккомодации. Подводя итог этому этапу урока и сравнивая фотоаппарат и глаз как оптические приборы, делают вывод, что глаз как оптическая система представляет собой собирающую линзу с переменным фокусным расстоянием и неизменным расстоянием от «линзы» до «экрана» – сетчатки глаза.

В случае изложения материала на уровне «максимум» рассказывают о механизме цветного зрения [используют ресурсы ЕК ЦОР № 187185 (слайд-шоу «Восприятие цвета. Палочки и колбочки»), № 133522 (видеофрагмент «Цветовой диск Ньютона»)].

При рассмотрении дефектов зрения и методов их исправления, используя набор «Геометрическая оптика», демонстрируют соответствующие опыты, иллюстрирующие коррекцию близорукости и дальнозоркости линзами очков. Параллельно с проведением опыта может быть использован ресурс ЕК ЦОР № 187147 (интерактивная модель «Исправление близорукости и дальнозоркости с помощью очков», модель эксперимента по использованию собирающей или рассеивающей линзы (очков) для исправления дефекта аккомодации глаза)¹.

Заключительная часть урока. В тексте § 35 учебника достаточно подробно рассмотрено устройство таких оптических приборов, как микроскоп и телескоп. С этим дополнительным материалом следует ознакомить учеников, но чему именно отдать предпочтение – провести фронтальные наблюдения, используя школьные биологические микроскопы, рассказать о работах Антони ван Левенгука, открытиях Галилео Галилея, первым направившим телескоп в небо, или об успехах астрономов, достигнутых ими с помощью космического телескопа Хаббл – определять непосредственно самому учителю. Соответствующий иллюстративный ряд подобрать, в том числе и с помощью ресурсов ЕК ЦОР, не составит труда.

Завершают урок рассмотрением конспекта 10 «Линзы» из тематической тетради ученика 9 класса.

§ 9. Повторение материала.

Контрольная работа по теме «Геометрическая оптика»

Первая часть урока. Обобщение материала, изученного по теме «Геометрическая оптика», проводят, «проговаривая» конспект 9 «Геометрическая оптика» и конспект 10 «Линзы».

Вторая и заключительная части урока. Проводится контрольная работа по теме «Геометрическая оптика». Варианты контрольной работы приведены в пособии «Самостоятельные и контрольные работы к учебнику „Физика“. 9 класс», входящем в УМК по физике для данного класса.

¹ Имеется также аналогичный по содержанию ресурс ЕК ЦОР № 133490 (анимация «Глаз как оптическая система»).

§ 10. Интерференция и дифракция света.

Лабораторная работа «Наблюдение интерференции и дифракции света»

Первая часть урока. Материал по теме «Интерференция и дифракция света» приведён в учебнике «Физика-9» как дополнительный материал (уровень «максимум») и составляет содержание § 36 учебника. Рассмотрение волновых явлений интерференции и дифракции света можно начать с того, что предложить ученикам посмотреть на яркий источник через узкую щель, оставленную между неплотно сдвинутыми указательным и средним пальцами руки. Ученикам поясняют, что они наблюдают интерференционные максимумы и минимумы, возникшие при прохождении световой волны через узкое отверстие. Проводят анализ классического опыта Юнга. При рассмотрении схемы опыта можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 133526 (анимация «Интерференция света»). С помощью набора «Волновая оптика» демонстрируют опыт Юнга.

В качестве примеров, иллюстрирующих явление интерференции света, рассматриваются кольца Ньютона и объясняется разноцветная окраска тонких плёнок (урок оживит пускание мыльных пузырей преподавателем). Демонстрируют соответствующие опыты – опыт «Кольца Ньютона» и опыт «Интерференция света в тонких плёнках» (вновь используется набор по волновой оптике).

Вторая часть урока. В состав комплекта по волновой оптике входит полупроводниковый лазер с блоком питания, что позволяет без особых затруднений при рассмотрении явления дифракции продемонстрировать опыты «Дифракция света на тонкой нити» и «Дифракция света на узкой щели».

Далее ученикам рассказывают об устройстве дифракционной решётки и демонстрируют опыт 3/10 – 1 «Получение спектра с помощью дифракционной решётки».

Заключительная часть урока. В заключительной части урока выполняется лабораторная работа «Наблюдение интерференции и дифракции света». Описание лабораторной работы приведено в § 36 учебника и содержит 5 заданий, при выполнении которых необходимо пронаблюдать, описать и объяснить то или иное явление.

§ 11. Повторение и обобщение материала.

Выполнение теста по разделу «Световые явления»

Первая часть урока. Повторение и обобщение материала может быть проведено путём повторения конспектов 9 и 10, анализа отдельных заданий примерного варианта теста по разделу «Световые явления», с которым ученики работали при подготовке к уроку.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют тест по разделу «Световые явления» из комплекта тестов для 9 класса, входящих в дидактический комплекс.

§ 12. Урок коррекции знаний

Итоги изучения раздела «Световые явления» подводят на уроке коррекции знаний. Анализируют типичные ошибки, допущенные учениками при выполнении контрольной работы по теме «Геометрическая оптика». Устраняют пробелы в знаниях учеников, которые обнаружены в результате поэлементного анализа выполнения теста.

Следует уделить время анализу кратких итогов раздела и заключительных замечаний к разделу (с. 260–261 учебника).

Часть урока можно отвести на анализ опытов по теме «Световые явления»:

1. «Копировальное устройство». Опыт проводят фронтально, снабдив его следующими указаниями: «Положите чистый лист бумаги параллельно рисунку, который хотите скопировать. Выньте бумажную обложку из прозрачной коробочки от компакт-диска. Откройте коробочку и поставьте на стол так, чтобы прозрачная часть была между рисунком и чистым листом (рис. 18). Смотрите на пластик с той стороны, где лежит картинка. Вы видите изображение, возникшее на чистом листе, которое можно скопировать»¹.

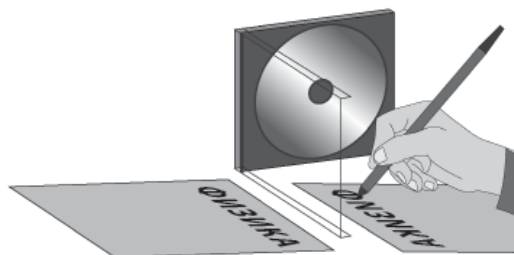


Рис. 18

Ученикам предлагают объяснить принцип действия копировального устройства.

2. «Неправильная линза». Круглодонную стеклянную колбу доверху наполняют кипячёной водой. Направляют на боковую поверхность колбы пучок параллельных лучей и наблюдают, что колба с водой работает как собирающая линза. Выливают воду из колбы, плотно закрывают её пробкой и помещают колбу в аквариум с водой. Через стенку аквариума направляют на боковую поверхность колбы параллельный пучок лучей и наблюдают, что в этом случае колба работает как рассеивающая линза.

Ученикам предлагают объяснить результаты опыта.

3. «Световод». Ученикам демонстрируют модель световода из демонстрационного набора по геометрической оптике. Подобную модель можно также изготовить самостоятельно. Необходимо взять стеклянную трубку и изогнуть её произвольным образом в пламени газовой горелки. Один конец трубки нужно обработать мелкой наждачной бумагой, чтобы увеличить эффект рассеяния света. Если на «гладкий» торец такой трубки направить свет от лазерной указки, то благодаря полному внутреннему отражению свет распространяется по криволинейной траектории внутри трубки и «шероховатый» конец трубки светится. Аналогичный опыт можно провести с

¹ Оптика. Ч. 9. Опыты. Копировальное устройство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://class-fizika.spb.ru/index.php/opit/642-op-svet9> (дата обращения: 16.02. 2016).

U-образной трубкой¹, наполненной водой. Пучок света направляют вертикально вниз. В пучок света вносят трубку с жидкостью так, чтобы он входил только в одно колено. При этом жидкость начинает светиться по всей длине (для увеличения рассеяния света в воду следует добавить несколько капель хвойного экстракта или молока).

С учениками обсуждают результаты опыта. Отмечают, что одним из современных разделов геометрической оптики является т.н. волоконная оптика. Основной рабочий элемент волоконной оптики – это волоконный световод. Кабели на базе оптических волокон составляют основу волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Применение ВОЛС привлекательно тем, что оптическое волокно обеспечивает высокую защищённость от несанкционированного доступа, низкое затухание сигнала при передаче информации на значительные расстояния и чрезвычайно высокую скорость передачи.

4. «Искажение изображения». Используя одну из линз конденсора проекционного аппарата, получают на экране увеличенное изображение спирали лампы накаливания осветителя проекционного аппарата. Обращают внимание учеников на то, что края изображения являются окрашенными.

Ученикам предлагается дать объяснение наблюдаемого эффекта.

Раздел 4. Элементы квантовой физики

Раздел «Элементы квантовой физики» занимает особое место в школьном курсе физики. Именно в этом разделе ученики знакомятся с новыми квантовыми представлениями, которые вошли в физику на рубеже XIX и XX вв. и которые определили развитие современной физики.

§ 1. Возникновение квантовой физики

Первая часть урока. В начале урока рассказывают про проблемы, анализ которых в итоге привёл к возникновению квантовой физики. Следует обратить внимание на эпиграф к § 37 учебника «Физика – 9», в качестве которого взяты строки из известного курса общей физики, написанного для студентов МФТИ профессором Д. В. Сивухиным: «Человеческое воображение не в состоянии создать образ, обладающий одновременно и свойствами корпускулы, и свойствами волны. Однако природа богаче воображения человека. При её изучении надо руководствоваться не тем, что доступно воображению человека, а тем, что дают наблюдения и опыт». Действительно, понять (и принять) представления о свете в единстве его корпускулярных и волновых свойств – задача сложнейшая не только для ученика, но и для учёного. Единственный ориентир, служащий здесь маяком на

¹ Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома [Текст] : пособие для учителей / под ред. А. А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1979. – С. 167, опыт 73.

пути познания – исходить из тех фактов, «что дают наблюдения и опыт». По этой причине изложение рассматриваемого вопроса начинается с перечисления тех экспериментальных фактов, которые отражали кризис классической электродинамики.

Рассказывая о проблеме теплового излучения, демонстрируют опыт 4/1 – 1 «Зависимость непрерывного спектра нагретого тела от его температуры». Результаты опыта позволяют иллюстрировать выводы, сделанные в учебнике о зависимости длины волны, на которую приходится максимум излучения нагретого тела, от его температуры и об увеличении мощности излучения с ростом температуры тела.

Демонстрируют опыт 4/1 – 2 «Зависимость электропроводности полупроводника от освещённости». Ученикам сообщают, что экспериментально обнаружен тот факт, что световое излучение не всякой частоты вызывает внутренний фотоэффект. Если частота излучения меньше некоторого предельного значения (для данного полупроводникового материала), то фотоэффект не происходит. Делают вывод, что особенности поглощения электромагнитной энергии при внешнем фотоэффекте, как и закономерности теплового излучения, не нашли своего объяснения в рамках классической физики.

Вторая часть урока. Далее формулируется гипотеза М. Планка о дискретном характере светового излучения, записывается его знаменитая формула

$$E = h\nu$$

и раскрываются взгляды А. Эйнштейна на процесс поглощения света как поглощения квантов света – фотонов.

Подтверждением революционных теоретических концепций Планка и Эйнштейна является их согласие с экспериментальными фактами. В качестве одного из таких фактов в § 37 учебника описываются результаты известного опыта С. И. Вавилова¹.

Приведём для сведения учителя обширную цитату из статьи С. И. Вавилова (совместно с Е. М. Блумбергом) «Визуальные измерения статистических флуктуаций фотонов», впервые опубликованной в журнале «Известия Академии наук СССР» в 1933 г.: «Доказательства корпускулярных свойств света в видимой области спектра до настоящего времени были лишь косвенными, представляя собой теоретические выводы из многочисленных опытов. Только в недавно появившейся работе Барнеса и Черни была сделана попытка обнаружить флуктуации фотонов при помощи адаптированного к темноте глаза. Эта попытка была основана на том, что вблизи порога зрительного ощущения человеческого глаза в области его максимальной чувствительности в спектре поток фотонов должен быть столь разрежен, что такие флуктуации безусловно следует ожидать. ...

Нам кажется, что наблюдения Барнеса и Черни производились в таких условиях, при которых было в высшей степени трудно исключить мешающие физиологические явления, на которые сами авторы указывали в своём сообщении. ...

¹ Следует рассказать ученикам о трагической судьбе учёного-генетика, ботаника, селекционера академика Н. И. Вавилова, брата С. И. Вавилова.

Из энергетических измерений, проведённых Барнесом и Черни, следует, что их окончательные опыты производились при таких интенсивностях, при которых квантовые флуктуации теоретически должны быть вполне заметными. Условия опытов были, однако, таковы, что физиологические флуктуации также непременно должны были иметь место и притом в больших размерах, маскирующих квантовые флуктуации.

Таким образом, Барнес и Черни, правильно указывая на возможность зрительного наблюдения квантовых флуктуаций, не доказали их существования на опыте ни качественно, ни тем более количественно.

Настоящая работа имеет целью обсудить вопрос о возможности визуального наблюдения квантовых флуктуаций с количественной стороны. ...

Проведение опыта предполагается при соблюдении следующих условий: 1) квазимонохроматический точечный источник света; 2) постоянство положения глаза, достигаемое применением подбородника и фиксационной точки; 3) периодическое возбуждение глаза в течение достаточно коротких промежутков времени с последующими паузами полной темноты. ... В качестве света была использована четырёхвольтовая лампочка накаливания, работающая от аккумулятора. Лампочка помещалась в осветитель L_1 . Свет проходил через молочное стекло, зелёный фильтр, круглую диафрагму диаметром 1 мм и попадал в трубу R_1R_2 . На обоих концах трубы укреплялись две поляризационные призмы. Относительным поворотом этих призм свет ослаблялся в нужной степени без изменения спектрального состава. Между L_1 и R_1R_2 был установлен диск S , который приводился во вращение синхронным мотором с трансмиссией. Диск делал один оборот в секунду. Прорезь в диске составляла 36° . Центр диска и светящаяся точка располагались на одной вертикали. Свет от второй лампы L_2 отражался маленьким зеркалом m , установленным перед вращающимся сектором. Изображение красной светящейся точки лежало в той же плоскости, что и зелёная точка источника света L_1 , на расстоянии 60 см от глаза. Наблюдатель видел красную точку на угловом расстоянии в 4° от зелёной. Свет красной точки не прерывался вращением сектора, так что она всё время оставалась видимой для наблюдателя и была использована как фиксационная точка. Между сектором и трубой R_1R_2 помещалась стопа стеклянных пластинок G , которая служила для ступенчатого ослабления света источника L_1 . Таким ступенчатым ослабителем можно было очень легко пользоваться в темноте. Каждая из стеклянных пластинок ослабляла свет на 7%, что было установлено при помощи фотометрических измерений. ...

Опыты велись следующим образом. Предварительная темновая адаптация глаза наблюдателя длилась полный час. Для установления различных стадий адаптации использовались кристаллы ураниловых солей. Благодаря радиоактивности урана, ураниловые соли всегда возбуждены радиоактивными лучами и дают слабое свечение, которое, однако, достаточно чётко различается темноадаптированным глазом. Интенсивность этого излучения у различных ураниловых солей очень различна, так что из них легко можно составить шкалу с различными степенями яркости. ...

Все окончательные опыты были выполнены одним из авторов. Чтобы исключить возможное самовнушение в процессе опытов, результаты опытов и расчёты оставались наблюдателю долгое время неизвестными.

Заставляя сектор S вращаться, наблюдатель, всё время фиксируя глаз на красную фиксационную точку, понижает постепенно яркость прерывисто светящейся зелёной точки до пороговой величины ...

Первый полученный нами новый качественный результат состоит в том, что порога зрительного ощущения при таких условиях в сущности нет!

Вначале при каждом прохождении сектора наблюдатель видит вспышку. Затем, однако, вспышки по мере дальнейшего очень незначительного ослабления света перестают появляться при каждом прохождении отверстия. При некоторых прохождениях отверстия вспышек нет, в то время как яркость каждой вспышки при этом не меняется, по крайней мере для глаза. Если теперь вдвиганием новых стеклянных пластинок стопы G постепенно понижать „среднюю силу света” источника далее, то вспышки будут наблюдаться ещё реже ...»¹

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в отдельном разделе § 37 учебника затронут вопрос о корпускулярно-волновом дуализме.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики заполняют соответствующий раздел в справочнике в тематической тетради, рассматривают пример решения задачи.

§ 2. Линейчатые спектры. Лабораторная работа «Наблюдение линейчатых спектров»

Первая часть урока. В начале урока проводится лабораторная работа «Наблюдение линейчатых спектров». Ученикам следует воспользоваться цветными карандашами и изобразить в отчёте к лабораторной работе наблюдаемые ими линейчатые спектры. В ходе выполнения данной работы ученики должны убедиться, что в отличие от нагретых тел в твёрдом состоянии, которые дают сплошной спектр, газовый разряд – источник линейчатого спектра, причём линейчатые спектры разных газов «индивидуальны». Можно при подведении итогов работы использовать ресурс ЕК ЦОР № 206135 (интерактивное задание, мультимедиа «Линейчатые спектры», наибольший интерес представляет слайд 3, также можно использовать ресурс при рассмотрении вопроса «Спектральный анализ»).

Вторая часть урока. Обращают внимание учеников, что учёным в рамках классической теории электромагнетизма Максвелла не удалось объяснить происхождение линейчатых спектров. Также при теоретическом обосновании планетарной модели строения атома, предложенной Э. Резерфордом, им не удалось разрешить проблему устойчивости атома.

Отмечают, что верный путь к разрешению противоречий между экспериментальными фактами и тогдашними теоретическими воз-

¹ Вавилов, С. И. Собрание сочинений. Т. 1. Работы по физике 1914–1936 [Текст] / С. И. Вавилов. – М. : Изд-во Академии наук СССР, 1954. – С. 345–352.

зрениями был указан Н. Бором. Формулируют знаменитые постулаты Н. Бора, приводят энергетическую диаграмму атома водорода – рис. 313 учебника (при этом ученикам необходимо напомнить, что представляет собой внесистемная единица измерения энергии электронвольт.) Ученикам сообщают, что разработанная Н. Бором первая квантовая теория атома позволила объяснить возникновение линейчатых спектров.

При рассмотрении материала на уровне «максимум» анализируют задачу на расчёт длины волны излучения, испускаемого атомом водорода при переходе из возбуждённого состояния в стационарное.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока ученики выясняют, в чём заключается метод спектрального анализа. Можно предложить им самостоятельно проработать материал соответствующего раздела § 38 учебника, ответить на следующие вопросы:

1. Что такое спектральный анализ?
2. Какие физические закономерности лежат в основе метода спектрального анализа?
3. Приведите примеры практического применения метода спектрального анализа.
4. Как учёные-астрономы установили химический состав звёзд?
5. Каков химический состав Солнца?

При обсуждении ответов на эти вопросы можно использовать ресурс ЕК ЦОР №186411 (слайд-шоу «Спектры», подборка рисунков линейчатых спектров испускания чистых веществ и спектров испускания и поглощения смешанных веществ, предназначенная для освоения метода спектрального анализа). Можно, возвращаясь к лабораторной работе, предложить определить, каким «неизвестным» газом наполнена одна из газоразрядных трубок.

§ 3. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Кванты»

Первая часть урока. Повторение и обобщение материала, изученного на предыдущих уроках, проводят, прорабатывая опорный конспект 11 «Основы квантовой физики», приведённый в тематической тетради.

Повторение также может быть организовано путём обсуждения ключевых вопросов, относящихся к изученному материалу:

1. Какие научные факты на рубеже XIX и XX вв. не находили своего объяснения в рамках классической физики?
2. В чём заключается гипотеза М. Планка по объяснению характера излучения света?
3. В чём заключается основная идея А. Эйнштейна в области объяснения характера поглощения света?
4. Как рассчитывается энергия кванта?
5. Как формулируются постулаты квантовой теории строения атома, выдвинутые Н. Бором?
6. Как, исходя из постулатов Н. Бора, объяснить факт существования линейчатых спектров излучения?

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Кванты».

§ 4. Строение атомного ядра. Энергия связи ядра

Первая часть урока. Урок следует начать с предложения ученикам вспомнить, что им известно о строении атома и атомного ядра. В ходе беседы выясняют, что атом состоит из ядра (в котором находятся положительно заряженные частицы протоны и электрически нейтральные частицы нейтроны) и электронных оболочек (состоящих из электронов). Здесь можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187072 (видеоролик-анимация «Строение атома и ядра»).

Напоминают ученикам уже известные им из курсов физики и химии факты:

- атом – это электрически нейтральная система;
- электрический заряд протона численно равен заряду электрона;
- порядковый номер химического элемента в периодической системе Менделеева равен числу электронов в электронных оболочках атома.

Таким образом, что знание порядкового номера химического элемента в периодической системе Менделеева позволяет определить число протонов в ядре атома данного химического элемента.

Ученикам предлагают, воспользовавшись текстом § 39 учебника, выяснить:

- в каких единицах измеряют, как правило, массу частиц (например, протонов, нейтронов, электронов) в атомной и ядерной физике;
- сравнить массу ядра атома и его электронных оболочек.

Это позволяет сделать вывод о том, что масса атома (атомного ядра) в атомных единицах массы, округлённая до целого числа, равна общему числу протонов и нейтронов в ядре атома. Следовательно, не составляет труда определить и число протонов, и число нейтронов в ядре атома.

С учениками обсуждают вопрос 39.2, приведённый в тексте § 39 учебника. Используют ресурс ЕК ЦОР № 187048 [интерактивный рисунок «Собери ядро», иллюстрация при изучении строения атомного ядра, выполнение задания на «сборку» ядра с заданными параметрами (количеством протонов и нейтронов)].

Далее вводят понятие «изотоп химического элемента». Для иллюстрации метода определения массы изотопов можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 105321 (демонстрационная модель по теме «Масс-спектрометр»).

Обращают внимание учеников на значение массы атома хлора, приведённое в периодической системе Менделеева, которое весьма далеко от целочисленного значения. Учащимся предлагают ознакомиться с постановкой проблемы, приведённой в тексте § 39 учебника: «Чем же объясняется различие в массе ядер у изотопов?» После разрешения проблемы (она для учеников не трудна) выясняют состав изотопов ряда химических элементов (неон, уран, водород).

Вторая часть урока. Далее рассматривают понятие ядерных сил и сильного взаимодействия. Здесь может быть организована работа учащихся с текстом § 39 учебника. Им предлагается найти ответы на следующие вопросы:

1. Почему ни силы гравитационного взаимодействия, ни силы электромагнитного взаимодействия не могут обеспечить устойчивость атомного ядра?

2. Что называют сильным взаимодействием? Что называют ядерными силами?

3. Каковы характерные особенности ядерных сил?

4. Какой физической величиной принято характеризовать сильное взаимодействие протонов и нейтронов¹ в ядре (ядерные силы)?

Приводят определение понятия «энергия связи». Используя аналогию процессов деления и образования атомных ядер с процессами испарения и конденсации, выясняют, что энергия связи – это энергия, которую необходимо затратить при расщеплении ядра на отдельные протоны и нейтроны, и одновременно энергия связи – это энергия, выделяющаяся при «ядерной конденсации» – при образовании атомного ядра из отдельных протонов и нейтронов.

Далее обозначают проблему расчёта энергии связи. Ученикам сообщают, что великим физиком А. Эйнштейном был установлен выдающийся научный факт: любое покоящееся тело обладает энергией! Эту энергию назвали энергией покоя. Эйнштейн установил, что энергия покоя тем больше, чем больше масса тела. Приводится знаменитая формула² Эйнштейна

$$E_0 = mc^2.$$

Проводят расчёт энергии покоя для тела, имеющего массу 1 а. е. м.

Обращают внимание учащихся, что при образовании атомного ядра из отдельных частиц – протонов и нейтронов – энергия системы уменьшается на энергию связи, а значит, в соответствии с соотношением Эйнштейна масса ядра атома меньше суммарной массы всех протонов и нейтронов, составляющих ядро. Вводят понятие «дефект массы³», иллюстрируя его ресурсом ЕК ЦОР № 187024 (видеоролик-анимация «Понятие дефекта масс»). Записывают формулу для расчёта дефекта массы. [Имеется соответствующий ресурс ЕК ЦОР № 186992 (формула «Дефект массы ядра», иллюстрированная формула с текстовыми комментариями для изучения понятия дефекта массы ядра).] Записывают формулы для расчёта энергии связи и для расчёта удельной энергии связи.

¹ Обратите внимание, что термин «нуклон» в тексте учебника не применяется.

² Значение этого математического соотношения замечательно иллюстрируют слова Стивена Хокинга: «Мне сказали, что каждая включённая в книгу формула вдвое уменьшит число покупателей. Тогда я решил вообще обходиться без формул. Правда, в конце я все-таки написал одно уравнение – знаменитое уравнение Эйнштейна $E_0 = mc^2$. Надеюсь, оно не отпугнёт половину моих потенциальных читателей». (Хокинг, С. Краткая история времени: От Большого взрыва до чёрных дыр [Текст] / С. Хокинг. – СПб. : Амфора, 2000. – С. 5–6.)

³ В первом томе Физического энциклопедического словаря (Физический энциклопедический словарь. Т. I. А–Д. [Текст] / гл. ред. Б. А. Введенский. – М. : Госуд. научн. изд. «Советская энциклопедия», 1960. – 664 с.) соответствующая словарная статья называется «Дефект масс». В Физическом энциклопедическом словаре (Физический энциклопедический словарь [Текст] / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Сов. энциклопедия, 1984. – 944 с.) соответствующая словарная статья называется «Дефект масс». В первом томе Физической энциклопедии (Физическая энциклопедия. Т. I. Аарона – Бома эффект – Длинные линии [Текст] / гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Сов. энциклопедия, 1988. – 704 с.) соответствующая словарная статья называется «Дефект массы».

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») приведён график зависимости удельной энергии связи от числа частиц (протонов и нейтронов) в ядре атома – рис. 314 учебника. При анализе данного графика можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 186974 (интерактивный рисунок «График удельной энергии связи в ядре»). Следует обратить внимание на меньшее значение удельной энергии связи для легких и тяжёлых ядер, дав качественное объяснение этому факту.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока решают задачу на расчёт энергии связи. Соответствующая задача приведена в разделе «Пример решения задачи» § 39 учебника.

§ 5. Явление радиоактивности. Ядерные реакции

Первая часть урока. Урок может быть начат рассказом учителя об истории открытия явления радиоактивности¹. Указывают, что радиоактивное излучение имеет три компоненты (α -, β -, γ -излучение), различающиеся своей проникающей способностью. Наглядно это можно иллюстрировать ресурсом ЕК ЦОР № 186962 (анимация «Проникающая способность радиоактивных излучений»). Ученикам сообщают, какова физическая природа α -, β -, γ -излучения. Используют ресурс ЕК ЦОР № 187116 (анимация «Радиоактивные излучения», анимационная модель эксперимента по разделению радиоактивных излучений в магнитном поле).

Рассматривают примеры радиоактивных превращений. Соответствующие примеры приведены в тексте § 40 учебника, также можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187178 (анимация «Ядерные реакции», анимационные модели для изучения реакции α -распада и β -распада²).

В качестве дополнительного материала (уровень «максимум») в § 40 учебника приведён закон радиоактивного распада, рассмотрен пример его применения для т.н. радиоуглеродной датировки. При рассмотрении этого вопроса можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187126 (анимация «Радиоактивный распад», модель для объяснения закона радиоактивного распада).

Обязательно рассматривают примеры практического применения радиоактивного излучения, а также знакомят учеников с физической величиной, характеризующей биологическое действие излучения, – эквивалентной дозой. Указывают, что единица измерения эквивалентной дозы в СИ носит название зиверт (Зв). Демонстрируют бытовой дозиметр (рис. 320 учебника), сообщают, что естественный радиационный фон везде свой, он зависит от высоты территории над уровнем моря, геологического строения конкретного района. Используя показание дозиметра, оценивают значение естественного

¹ См.: Капустинская, К. А. Анри Беккерель [Текст] / К. А. Капустинская. – М. : Атомиздат, 1965. – 85 с. Также, безусловно, представляют интерес следующие произведения: Данин, Д.С. Резерфорд [Текст] / Д.С. Данин. – М. : Молодая гвардия, 1966. – 624 с.; Кюри, М. Пьер Кюри [Текст] / М. Кюри. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1968. – 176 с.; Кюри, Е. Мария Кюри [Текст] / Е. Кюри. – 4-е изд., – М. : Атомиздат, 1976. – 328 с.

² Недостатком данного ресурса является то, что в анимационной модели не меняется буквенный символ химического элемента, испытавшего радиоактивный распад.

радиационного фона (он составляет 2–3 мЗв в год). Отмечают, что безопасный уровень внешнего облучения («радиационный фон в норме») – 0,2 мкЗв/ч, верхний предел допустимой мощности эквивалентной дозы – 0,5 мкЗв/ч.

Следует акцентировать внимание учеников на указанное выше значение допустимой мощности эквивалентной дозы. В случае её существенного превышения нужно принять меры защиты от излучения – в первую очередь удалиться от места возможного радиационного загрязнения и затем поставить в известность специалистов по радиационной защите населения.

Приводят для сведения ориентировочные значения эквивалентных доз при рентгенодиагностике (средняя эффективная доза за одно обследование, с использованием медицинских источников ионизирующего излучения):

- цифровая флюорограмма, 1 проекция – 0,03–0,06 мЗв (минимум и максимум, в зависимости от класса аппаратуры и применяемой методики);

- рентгенография органов грудной клетки («рентген лёгких») – 0,15–0,40 мЗв;

- дентальный (зубной) рентген – 0,15–0,35 мЗв (на цифровом аппарате доза облучения на порядок меньше).

Если суммарная доза кратковременного облучения меньше 10 мкЗв, то считается, что излучение фактически отсутствует и его можно не учитывать. Когда же индивидуальные дозы облучения могут превысить в течение только одной рабочей смены 0,2 мЗв, то радиационно опасные работы выполняются профессионалами только по дозиметрическим нарядам. Эквивалентная доза до 100 мЗв – допустимое аварийное облучение населения (разовое); медицинскими методами не наблюдается каких-либо заметных изменений в тканях и органах. Облучение дозой 0,5–1 Зв вызывает чувство усталости, наблюдаются умеренные изменения в составе крови; состояние нормализуется за короткое время. Основная доля радиационного риска – возможность появления в будущем онкологических заболеваний. При дозе 1 Зв начинается лучевая болезнь. При дозе 2,5–4 Зв возникает лучевая болезнь средней тяжести. У облучённых в первые сутки после облучения наблюдаются тошнота и рвота, резко снижается содержание лейкоцитов в крови. Такая доза вызывает существенный непоправимый ущерб здоровью. Доза свыше 7 Зв вызывает крайне тяжёлую форму острой лучевой болезни, приводит к летальному исходу.

Вторая часть урока. Во второй части урока учащихся знакомят с понятием ядерной реакции, приводят примеры таких реакций. Обращают внимание, что ядерная реакция может быть вызвана как высокоэнергетичной заряженной частицей, получившей энергию за счёт ускорения в электрическом поле, так и нейтральной частицей – нейтроном, которой нет необходимости преодолевать силы электрического отталкивания при сближении с ядром атома.

Заключительная часть урока. В заключительной части урока рассматривают цепную реакцию деления урана, устройство ядерного реактора и реакцию термоядерного синтеза. Энергетическую «выгодность» цепной реакции деления урана и реакции термоядерного синтеза обосновывают, исходя из графика зависимости удельной

энергии связи от числа частиц (протонов и нейтронов) в ядре атома (рис. 314 учебника). При этом можно вновь воспользоваться ресурсом ЕК ЦОР № 186974 (интерактивный рисунок «График удельной энергии связи в ядре»).

При рассмотрении цепной реакции деления урана можно использовать ресурс ЕК ЦОР № 187096 (анимация «Цепная реакция деления урана», анимация для изучения цепной реакции деления урана-235 и условий протекания такой реакции)¹.

Изучение принципа действия и устройства ядерного реактора можно снабдить ресурсом ЕК ЦОР № 187106 (анимация «Работа ядерного реактора», анимационный озвученный рисунок для изучения устройства и принципа работы ядерного реактора), но содержание этого ресурса может быть сложным для учащихся 9-го класса и более удачным будет использование компьютерной модели «Ядерный реактор», содержащейся на дисках «Открытая физика (часть 2)», «Физика. 7–11» фирмы «Физикон».

Рассказ учителя о реакции термоядерного синтеза следует снабдить ресурсом ЕК ЦОР № 187280 (анимация «Термоядерная реакция горения водорода»). Говорится, что на современном уровне развития человеческой цивилизации наиболее перспективным источником энергии является управляемый термоядерный синтез. Очередным этапом на пути к этой цели является строительство международного экспериментального реактора. К его возведению приступили в 2010 г. на юге Франции, Россия является одной из стран-участниц этого проекта.

§ 6. Повторение материала. Самостоятельная работа по теме «Ядро атома»

Первая часть урока. На уроке повторения материала решают несколько тренировочных задач на расчёт энергии связи, написание уравнений ядерных реакций.

Примерами ядерных реакций могут быть следующие:

«Запишите реакцию α -распада изотопа радона-222 (содержится среди других 60 канцерогенов в составе сигаретного дыма). Образующийся при этом полоний-218 превращается в свинец-214. Изотоп свинца-214 является β -активным (электронный β -распад). Запишите соответствующие ядерные реакции».

Также могут быть предложены задачи 18 и 19 из сборника «Многовариантные задачи к учебнику „Физика“. 9 класс». Учащихся знакомят с тематическим конспектом 12 «Ядро атома», приведённым в тематической тетради.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют самостоятельную работу по теме «Ядро атома».

§ 7. Методы регистрации частиц

Первая часть урока. Отмечают, что одной из существенных проблем физики микромира является проблема регистрации элемен-

¹ В ЕК ЦОР также имеется ресурс № 187101 (видеоролик-анимация «Цепная ядерная реакция», озвученная модель для изучения цепной ядерной реакции).

тарных частиц. В начале XX в. на заре атомной и ядерной физики приборы, с помощью которых осуществлялась регистрация частиц, было принято подразделять на приборы-счётчики и трековые приборы. В настоящее время детекторы частиц – это сложнейшие многофункциональные измерительные комплексы, и подобное разделение приборов на два отдельных класса применяется только в историческом плане. Рассмотрение же на уроках физики в школе устройства счётчика Гейгера, камеры Вильсона, равно как и пузырьковой камеры, давно утративших свою роль инструментов научных исследований, оправдано тем, что позволяет на их примере познакомить учащихся с принципом действия детектора частиц – с использованием состояния неустойчивого равновесия.

Учащихся знакомят с назначением, принципом действия и схемой счётчика, изобретённого в 1908 г. немецким физиком Хансом Гейгером (1882–1945), работавшим в то время под руководством Резерфорда. Следует использовать соответствующий ресурс ЕК ЦОР № 133509 (видеофрагмент «Счётчик Гейгера»), а также продемонстрировать опыт 4/7 – 1 «Индикатор ионизирующих частиц».

Далее рассказывают о трековом приборе – «туманной камере» – английского физика Чарльза Томсона Риса Вильсона (1869–1959). При рассмотрении принципа действия камеры Вильсона уместно будет следующее описание: «Если высоко в небе пролетает реактивный самолет, то мы ясно видим тянущийся за ним след — облако кристалликов льда, хотя сам самолет не всегда можно разглядеть. Человечеству очень повезло в том смысле, что мельчайшие предметы, о которых оно что-либо знает, сгустки вещества и энергии, называемые элементарными частицами, ведут себя таким же точно образом. Отдельная элементарная частица в десятки миллиардов раз меньше предмета, который можно разглядеть в микроскоп. И тем не менее, пролетая с огромной скоростью через камеру Вильсона или более современный прибор – пузырьковую камеру, такая частица оставляет след, видимый невооружённым глазом. Такой след можно сфотографировать, а затем подробно изучить»¹. Демонстрируют различные слайды, на которых воспроизведены треки частиц в камере Вильсона; особо отмечают, что объём физической информации, которую можно извлечь из анализа треков частиц, существенно возрастает, если поместить прибор в магнитное поле. Используют ресурс ЕК ЦОР № 133485 (видеофрагмент «Камера Вильсона»)².

Завершают эту часть урока демонстрацией слайдов, на которых представлены современные детекторы частиц, например, детектор ATLAS Большого адронного коллайдера.

Вторая часть урока. Эту часть урока учитель посвящает рассказу об элементарных частицах. *Примерное* содержание этого рассказа может быть следующим³:

¹ Форд, К. Мир элементарных частиц [Текст] / К. Форд. – М. : Мир, 1965. – С. 7.

² Если у учителя имеется возможность продемонстрировать работу камеры Вильсона «вживую», то такой опыт оставит у учеников самое яркое впечатление.

³ Ниже использовано содержание соответствующего параграфа учебника 11 класса (базовый уровень). См.: Андрияшечкин, С.М. Физика. 11 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. организаций (базовый уровень) / С.М. Андрияшечкин. – М. : Баласс, 2013. – С. 247–250.

Вопросы о том, что является первоосновой нашего мира, как устроен окружающий мир, волновали людей издревле. Идея дискретности материи восходит к древнегреческому философу и учёному-энциклопедисту Демокриту (около 460 до н. э. – год смерти не известен; по некоторым сведениям, прожил свыше ста лет). Он представлял мир как систему *атомов* – неделимых частиц, хаотично движущихся в пустом пространстве. Атомы при своём движении сталкиваются и либо разлетаются, либо сцепляются между собой, что приводит к возникновению сложных тел.

Идеи Демокрита об атомарном строении вещества перешли из плоскости философии в плоскость естественных наук лишь через много веков. Только в первой половине XVII в. в трудах французского учёного Пьера Гассенди (1592–1655) вводится термин *молекула*, трактуемый как соединение нескольких атомов. Сторонником атомистической теории являлся и выдающийся русский учёный-энциклопедист Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765), разработавший молекулярно-кинетическую теорию тепловых явлений.

Первый шаг к количественному описанию свойств атомов был сделан известным английским учёным Джоном Далтоном (1766–1844). Далтоном было введено понятие *относительной атомной массы* и определены относительные атомные массы ряда химических элементов.

Майкл Фарадей (1791–1867), изучая процессы электролиза, предполагал, что электропроводность водных растворов солей, кислот и щелочей обусловлена движением заряженных частиц, названных им *ионами*.

В 1896 г. французским физиком Антуаном Анри Беккерелем (1852–1908) было открыто *явление радиоактивности*. Радиоактивность свидетельствовала о наличии определенной внутриатомной структуры.

В следующем 1897 г. выдающимся английским физиком Джозефом Джоном Томсоном (1856–1940) был открыт *электрон*, измерено отношение заряда электрона к его массе.

В начале XX в. благодаря трудам великих немецких физиков-теоретиков Макса Планка (1858–1947) и Альберта Эйнштейна (1879–1955) возникло представление о квантах электромагнитного поля – *фотонах*. Было установлено, что энергия и импульс фотона определяются частотой излучения.

В 1905–1906 гг. Альберт Эйнштейн и польский физик Мариан Смолуховский (1872–1917) разрабатывают теорию *броуновского движения* – движения видимых макроскопических частиц твёрдого тела, взвешенных в жидкости или газе. Причиной броуновского движения являются удары молекул жидкости или газа, совершающих хаотическое тепловое движение. Теория броуновского движения была подтверждена экспериментальными работами французского физика Жана Батиста Перрена (1870–1942), в которых он сделал то, что в то время казалось совершенно невозможным, – была *определена масса атомов и молекул*.

В 1911 г. великим английским физиком Эрнестом Резерфордом (1871–1937) *открыто атомное ядро*, окончательно доказана сложная структура атома. Резерфордом же в 1919 г. обнаружена частица, входящая в состав атома, – *протон* и предсказано (1920) существо-

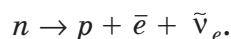
вание нейтральной ядерной частицы – *нейтрона*. В 1932 г. английским физиком Джеймсом Чедвиком (1891–1974) нейтрон был экспериментально обнаружен.

Электрон, протон, нейтрон, фотон (квант электромагнитного поля) получили название *элементарных частиц*, то есть частиц, которые невозможно расщепить на составные части и которые при взаимодействии с другими частицами ведут себя как единое целое.

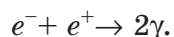
В 1932 г. американским физиком Карлом Дейвидом Андерсоном (1905–1991) был открыт «двойник» электрона – частица, имеющая такие же характеристики, как и электрон, но обладающая положительным электрическим зарядом. Эта частица была названа *позитроном* (обозначается e^+). Позитрон оказался первой открытой учёными *античастицей*. В дальнейшем факт существования «двойников» – античастиц – был доказан для всех элементарных частиц. В настоящее время парная природа элементарных частиц «частица – античастица» является достоверно установленным законом природы. Учёные-физики умеют даже «изготавливать» *антивещество*. Так, ещё в 1970 г. на Серпуховском ускорителе был зарегистрирован антигелий-3. В 1995 г. в ЦЕРНе был синтезирован атом антиводорода, состоящий из антипротона и позитрона.

В настоящее время учёными открыто несколько сотен элементарных частиц. Некоторые частицы, например фотон, электрон, протон, по современным научным представлениям являются стабильными. Нейтрон, по меркам мира элементарных частиц, является долгожителем и существует в свободном состоянии (вне пределов атомного ядра) 880 с. Время же жизни большинства частиц – миллионная, миллиардная доля секунды либо ещё более короткий промежуток времени.

Основной важнейший факт, установленный учёными при изучении элементарных частиц, заключается в том, что *возможны взаимные превращения одних частиц в другие*. Например, свободный нейтрон «распадается» на протон, электрон и частицу, называемую электронное антинейтрино (обозначается $\bar{\nu}_e$):



Слово «распадается» в последнем предложении взято в кавычки не случайно. Приведём следующее образное сравнение: если любопытный малыш хочет узнать, как устроен его игрушечный автомобиль, то он может разобрать игрушку на отдельные детали, а затем из этих деталей собрать что-нибудь другое. В мире же элементарных частиц не происходит «сборка» новой «конструкции» – новой частицы из «запасных частей» – остатков предыдущей частицы. Происходит именно *превращение* одних частиц в другие. К примеру, в 1933 г. французский физик Фредерик Жолио-Кюри (1900–1958) на опыте обнаружил превращение пары электрон и позитрон в кванты электромагнитного излучения – фотоны:



Этот процесс назвали *аннигиляцией* (от позднелатинского *annihilatio* – уничтожение, исчезновение). Ясно, что внутри электрона и позитрона не могли находиться кванты электромагнитного излучения, движущиеся со скоростью света.

Возможен и обратный процесс, когда квант гамма-излучения, взаимодействуя с веществом, превращается в электронно-позитронную пару:

$$\gamma \rightarrow e^- + e^+.$$

Несмотря на большое многообразие процессов превращения, происходящих в микромире, на них наложены жёсткие ограничения, обусловленные законами сохранения. *Все превращения элементарных частиц строго подчиняются законам сохранения* – закону сохранения энергии, закону сохранения импульса, закону сохранения электрического заряда и другим законам сохранения, выполняющимся в природе¹.

Заключительная часть урока. Вопрос о классификации элементарных частиц отнесён в § 41 учебника к дополнительному материалу (уровень «максимум»), однако с целью расширения кругозора учащихся следует, по нашему мнению, рассмотреть данный вопрос, несмотря на обилие научной терминологии, которую с неизбежностью приходится использовать учителю.

Результатом рассмотрения классификации элементарных частиц и установления кварк-лептонной основы мира может быть следующая схема (рис. 19):



Рис. 19

§ 8. Фундаментальные взаимодействия

Одно из заключительных занятий по курсу физики 9-го класса посвящено обобщению и расширению представлений учащихся о различных видах фундаментальных взаимодействий. Анализируются роль и место каждого из фундаментальных взаимодействий в природе. В качестве дополнительного материала рассматривается вопрос о том, что в основе классификации элементарных частиц лежит их участие (или неучастие) в определённом виде фундаментального взаимодействия. Следует указать ученикам на последние достижения в области элементарных частиц (открытие бозона Хиггса), на перспективы развития современной физики.

Рассмотрение различных видов фундаментальных взаимодействий можно обобщить следующей схемой (рис. 20). (Последний элемент – «электрослабое взаимодействие», указывающий на связь электро-

¹ Считаем необходимым ещё раз отметить, что решение о том, какой именно учебный материал из указанного выше необходимо использовать в качестве основы для рассмотрения основных свойств элементарных частиц, всецело за учителем и никаких «универсальных вариантов» тут быть не может.

магнитного и слабого взаимодействий, добавляется в схему позднее, на заключительном этапе урока.)

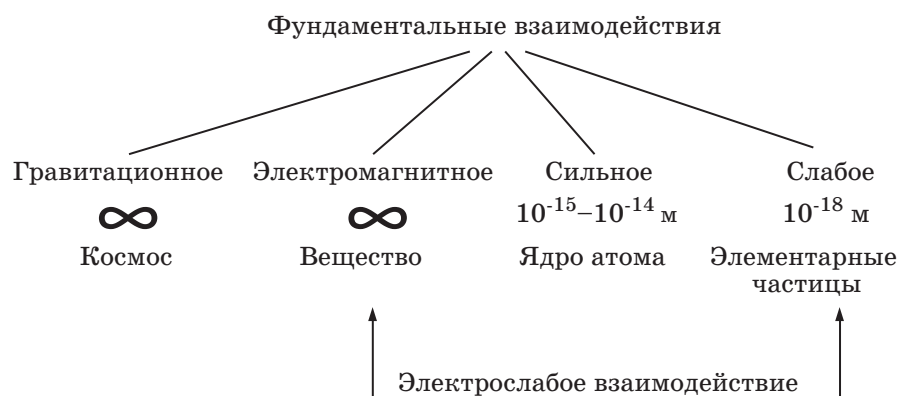


Рис. 20

Далее рассматривается вопрос, что следует положить в основу классификации частиц. Ученикам предлагается обратиться к тексту учебника, чтобы выяснить происхождение терминов *лептон* (от греческого *leptos* – тонкий, лёгкий), *адрон* (от греческого *hadros* – большой, сильный), *мезон* (от греческого *mesos* – средний, промежуточный), *барион* (от греческого *barys* – тяжёлый).

Сообщают, что первоначально в основу классификации частиц были положены их массы, однако открытие новых частиц привело к пересмотру принципа классификации частиц. Ученикам предлагается, используя текст раздела «Взаимодействия и классификация частиц» § 42 учебника, выяснить, в каких видах взаимодействий участвуют те или иные классы частиц. Результаты такой работы представлены на рис. 21.

		Вид взаимодействия			
		Гравитационное	Электромагнитное	Сильное	Слабое
Класс частиц	Фотоны	+	+		
	Лептоны	+	+ в случае заряженных частиц		+
	Адроны (мезоны и барионы)	+	+ в случае заряженных частиц	+	+

Рис. 21

В заключительной части урока ученикам обрисовывают основные проблемы, стоящие перед современной физикой. Соответствующий материал подробно изложен в разделе «Великие планы “великого объединения”» § 42 учебника. Дополним этот материал (для учителя) обширной цитатой из уже упоминавшейся ранее книги Хокин-

га: «Сейчас есть две основные частные теории для описания Вселенной – общая теория относительности и квантовая механика. Обе они – результат огромных интеллектуальных усилий учёных первой половины нашего века¹. Общая теория относительности описывает гравитационное взаимодействие и крупномасштабную структуру Вселенной, т. е. структуру в масштабе от нескольких километров до миллиона миллиона миллиона километров (единица с двадцатью четырьмя нулями) километров, или до размеров наблюдаемой части Вселенной. Квантовая механика же имеет дело с явлениями в крайне малых масштабах, таких, как одна миллионная одной миллионной сантиметра. И эти две теории, к сожалению, несовместны – они не могут быть одновременно правильными. Одним из главных направлений исследований в современной физике ... является поиск новой теории, которая объединила бы две предыдущие в одну – в квантовую теорию гравитации. Пока такой теории нет, и её, может быть, еще придется долго ждать, но мы уже знаем многие из тех свойств, которыми она должна обладать. ...

Поскольку уже существующих частных теорий вполне достаточно, чтобы делать точные предсказания во всех ситуациях, кроме самых экстремальных, поиск окончательной теории Вселенной не отвечает требованиям практической целесообразности. (Заметим, однако, что аналогичные возражения можно было бы выдвинуть против теории относительности и квантовой механики, а ведь именно эти теории произвели революцию в ядерной физике и в микроэлектронике!) Таким образом, открытие полной единой теории, может быть, не будет способствовать выживанию и даже никак не повлияет на течение нашей жизни. Но уже на заре цивилизации людям не нравились необъяснимые и не связанные между собой события, и они страстно желали понять тот порядок, который лежит в основе нашего мира. По сей день мы мечтаем узнать, почему мы здесь оказались и откуда взяли. Стремление человечества к знанию является для нас достаточным оправданием, чтобы продолжать поиск. А наша конечная цель – никак не меньше, чем полное описание Вселенной, в которой мы обитаем»².

§ 9. Повторение и обобщение материала.

Выполнение теста по разделу «Элементы квантовой физики»

Первая часть урока. Повторение и обобщение материала может быть проведено путём повторения конспектов 11 и 12, анализа отдельных заданий примерного варианта теста по разделу «Элементы квантовой физики», с которым ученики работали при подготовке к уроку.

Вторая и заключительная части урока. Ученики выполняют тест по разделу «Элементы квантовой физики» из комплекта тестов для 9 класса, входящих в дидактический комплекс.

¹ С. Хокинг имеет в виду XX в.

² Хокинг, С. Краткая история времени: От Большого взрыва до чёрных дыр [Текст] / С. Хокинг. – СПб. : Амфора, 2000. – С. 27–29.

§ 10. Урок коррекции знаний

На уроке коррекции знаний подводят итоги изучения раздела «Элементы квантовой физики». Анализируют типичные ошибки, допущенные учениками при выполнении теста.

Проводят итоговое обобщение изученного материала, привлекая текст учебника на с. 304–305 («Самое важное в разделе „Элементы квантовой физики”»). Заслушивают и обсуждают доклады учащихся по различным темам. Темы докладов могут быть следующими:

1. Спектральный анализ – от астрономии до криминалистики.
2. Физики дописывают историю (по страницам одноимённой книги)¹.
3. Радиоуглеродные изотопы в науке, технике, медицине.
4. Знаменитая семья (о научной династии Кюри).
5. Что такое радиофобия.
6. Большой адронный коллайдер – чудо-машина современной физики.

¹ Ваганов, П. А. Физики дописывают историю [Текст] / П. А. Ваганов. – Л. : Изд-во Ленинградского университета, 1984. – 216 с.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В приложении приведено описание опытов, которые, по мнению автора, должны быть продемонстрированы ученикам при изучении курса физики 9 класса. Описание большинства опытов заимствовано 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 уже не выпускаются промышленностью и не входят в современные 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 1/6 – 1. Демонстрация II закона Ньютона

Оборудование: 1) акселерометр; 2) динамометр демонстрационный; 3) груз наборный; 4) плоская резинка или пружина.

Основной прибор, используемый при проведении опыта, – самодельный акселерометр. Его изготавливают из легкоподвижной тележки (массой 2 кг), к которой болтом М6 прикреплён маятник из набора «Трансформатор универсальный», и снабжают самодельной шкалой, проградуированной от 0 до 4 м/с².

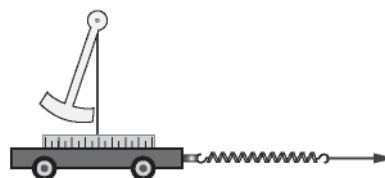


Рис. 22

Вместе с акселерометром используют демонстрационный динамометр 0–12 Н и плоскую резинку или пружину (рис. 22)¹. В ходе опыта проверяют зависимость ускорения, с которым движется тележка-акселерометр, от приложенной к тележке силы и её массы (в ходе проведения опыта тележку утяжеляют грузом).

Опыт 1/7 – 1. Демонстрация III закона Ньютона

Оборудование: 1) динамометры демонстрационные со съёмными круглыми столиками; 2) штатив универсальный; 3) тележки легкоподвижные; 4) вентилятор; 5) источник питания; 6) экран белый со щелью; 7) груз наборный; 7) весы настольные.

Вариант 1².

Оборудование: 1) динамометры демонстрационные со съёмными круглыми столиками; 2) штатив универсальный.

На штативе крепят демонстрационный динамометр со съёмным круглым столиком. Второй динамометр устанавливают на первый динамометр и также крепят в штативе (рис. 23). Наблюдают, что показания динамометров одинаковы.

¹ Идея изготовления акселерометра из указанных выше приборов принадлежит В. М. Кононову (г. Ярославль).

² Горев, Л. А. Занимательные опыты по физике в 6–7 классах средней школы [Текст] : кн. для учителя / Л. А. Горев. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1985. – С. 8, опыт 9.

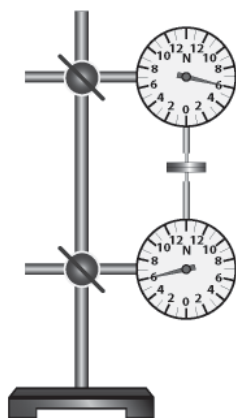


Рис. 23

Вариант 2.

Оборудование: 1) тележки легкоподвижные; 2) вентилятор; 3) источник питания; 4) экран белый со щелью; 5) груз наборный; 6) весы настольные.

На одной из тележек устанавливают вентилятор, а на другой – экран и груз наборный. С помощью весов убеждаются, что массы тележек одинаковы. Вентилятор подключают к источнику тока с помощью длинных проводов, которые не должны препятствовать перемещению тележки. Включают вентилятор, направляя струю воздуха на экран. Наблюдают, что обе тележки приходят в движение и движутся при этом с одинаковым ускорением. (О равенстве ускорения тележек судят по тому, что тележки

одинаковым образом изменяют свою скорость и смещаются на равные расстояния.)

Опыт 1/11 – 1 [1, с. 33, опыт 6]. Падение тел в разреженном пространстве

Оборудование: 1) трубка Ньютона; 2) вакуум-насос; 3) вакуумметр.

У трубки Ньютона открывают кран и, держа её в вертикальном положении краном кверху, обращают внимание учащихся на тела разной массы, лежащие на дне прибора (например, в трубках старой конструкции это были перышко, пробка и кусочек свинца). При быстром перевёртывании трубки краном вниз (это надо сделать 2–3 раза) ученики наблюдают, что тела разной массы в воздухе падают с различными ускорениями и «приземляются» на дно трубки не одновременно.

Далее соединяют толстостенным резиновым шлангом вакуум-насос с вакуумметром, а вакуумметр – с трубкой Ньютона и откачивают воздух. Когда стрелка вакуумметра не будет больше перемещаться, кран трубки Ньютона закрывают.

Сняв резиновый шланг, снова перевёртывают трубку 2–3 раза. Ученики убеждаются, что в этом случае тела падают практически с одинаковым ускорением.

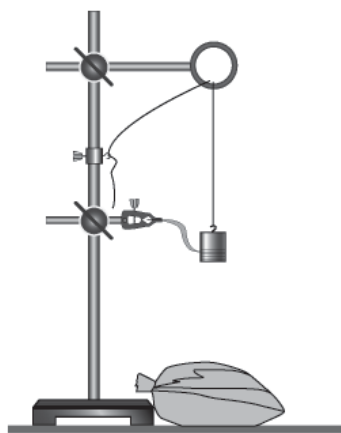


Рис. 24

Опыт 1/13 – 1 [1, с. 59, опыт 27].

Невесомость при падении тела

Оборудование: 1) груз наборный массой 1–2 кг; 2) штатив универсальный; 3) шнур; 4) полоска бумаги; 5) мешочек с песком.

На прочном шнурке, пропущенном через кольцо штатива, подвешивают груз наборный 1–2 кг, состоящий из отдельных цилиндрических гирь. На другом конце шнура делают петлю, которую зацепляют за крючок муфты на стержне от штатива, как показано на рис. 24.

Между гирями наборного груза закладывают полоску газетной бумаги и свободный её конец прочно зажимают в лапке штатива.

Отцепив петлю шнура, медленно отпускают груз. Последний натягивает и разрывает бумажную полоску. Из этого можно заключить, что бумажная полоска была достаточно сильно прижата гирей. Заменяют порванную полоску бумаги такой же целой полоской, отцепляют шнур и отпускают его. Груз свободно падает, а бумажная полоска, освободившись, повисает на лапке штатива.

Опыт показывает, что при свободном падении давление гири на опору отсутствует, т. е. гиря при падении находится в состоянии невесомости.

Ранее промышленностью выпускался специальный прибор для демонстрации невесомости, опыты с которым позволяли наглядно показать возникновение невесомости не только при движении тела вниз, но и тогда, когда оно движется вверх или под углом к горизонту под действием силы тяжести¹.

Возможен также вариант проведения опыта с использованием пластиковой бутылки². В дне или боку пластиковой бутылки раскалённым шилом делают отверстие диаметром 3–4 мм. Бутылку заполняют водой и закрывают крышкой. При плотно завёрнутой крышке вода из отверстия вытекать не должна. Затем крышку чуть отвинчивают, давая воздуху возможность проникать под неё. При этом из отверстия потечёт струйка воды. Удерживая бутылку за горлышко, подбрасывают её вверх на полтора – два метра. Тогда хорошо видно, что пока бутылка летит, находясь в состоянии невесомости, вода из неё не вытекает.

Опыт 1/14 – 1 [1, с. 50, опыт 19]. Трение покоя и скольжения

Оборудование: 1) динамометр демонстрационный; 2) трибометр демонстрационный; 3) гиря массой 2 кг; 4) штатив универсальный; 5) метр демонстрационный; 6) шнурок.

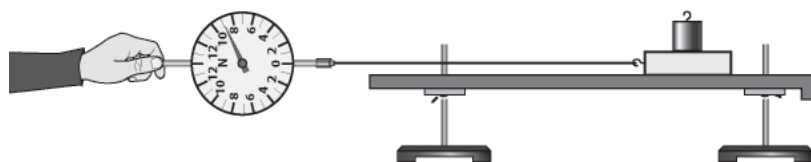


Рис. 25

Собирают установку, как показано на рис. 25. Доску трибометра закрепляют справа в штативе с помощью имеющегося на ней стержня. Левый конец доски помещают на зажатую в муфте штатива лап-

¹ Описание конструкции прибора см.: 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. – С. 59, опыт 27.

² Даминава, Р. М. Физический эксперимент. Это просто! : Занимат. опыты с пластиковыми бутылками / [Текст] / Р. М. Даминава, Р. В. Даминов, Р. В. Даминов; М-во образования Респ. Татарстан. Казан. гос. ун-т, Ин-т повышения квалификации и переподгот. работников образования. – Казань : Новое знание, 2000. – С. 58.

ку или кольцо другого штатива, чтобы доска расположилась горизонтально. Брусок трибометра нагружают гирей и привязывают к нему шнурок. Другой конец шнурка зацепляют за крючок динамометра.

Взяв динамометр за кожух с тыльной стороны, обращают его циферблатом к классу и постепенно натягивают шнурок. Динамометр показывает увеличение силы трения покоя.

После достижения предельного значения этой силы брусок с гирей сдвигается с места. При равномерном движении бруска динамометр показывает меньшую величину – силу трения скольжения.

Опыт 1/16 – 1 [1, с. 80, опыт 40]. Закон сохранения импульса

Оборудование: комплект тележек легкоподвижных.

Сохранение импульса тел при их взаимодействии удобно демонстрировать при помощи двух тележек. Поскольку массы тележек одинаковы, об импульсе каждой из них можно судить по их скоростям, которые нет необходимости измерять, а достаточно оценить на глаз.

Тележки устанавливают так, чтобы они были обращены друг к другу свободными торцами. К торцу одной из тележек прикрепляют скатанный из пластилина шарик и разводят тележки в разные стороны. Толкают одну из тележек. Тележка катится и наталкивается на неподвижную тележку. Сцепившись, обе тележки катятся со скоростью, которая приблизительно в два раза меньше скорости, с которой первоначально двигалась тележка. Делают вывод, что общие импульсы тележек до и после столкновения равны между собой.

Двумя руками одновременно и приблизительно с одинаковой силой толкают их навстречу друг другу. Сталкиваясь, тележки останавливаются. Перед взаимодействием импульсы тележек равны и направлены противоположно, следовательно, их векторная сумма равна нулю. После взаимодействия общий импульс тележек, как следует из опыта, также остаётся равным нулю.

Опыт 1/16 – 2 [1, с. 82, опыт 41]. Реактивное движение

Оборудование: 1) воронка стеклянная; 2) трубка резиновая; 3) наконечник стеклянный Г-образный; 4) штатив универсальный; 5) кювета.

Стеклянную воронку с резиновой трубкой и Г-образным наконечником вставляют в кольцо штатива и подставляют под наконечник кювету (рис. 26).



Рис. 26

Наливают в воронку воду, обращают внимание учащихся на отклонение трубки в сторону, противоположную вытеканию воды.

В качестве резервуара для воды можно использовать пластиковую бутылку. В этом случае можно будет наблюдать, как уменьшается угол отклонения трубки при понижении уровня воды в бутылке (что обусловлено уменьшением скорости вытекания воды).

Опыт 2/1 – 1 [2, с. 17, опыт 4]. Запись колебаний

Оборудование: 1) держатель со спиральной пружиной; 2) гиря массой 1 кг с крючком; 3) штатив универсальный; 4) лист фанеры размером 300×500 мм; 5) кисточка для рисования; 6) чернила; 7) бумага белая; 8) кнопки канцелярские.

Механическую запись наглядно демонстрируют при помощи вертикального пружинного маятника, совершающего медленные колебания с периодом около 1,2 с. Для этого к нижнему концу пружины, укрепленной на демонстрационном штативе, подвешивают груз массой 1 кг. К гире прикрепляют горизонтально небольшую кисточку (рис. 27).

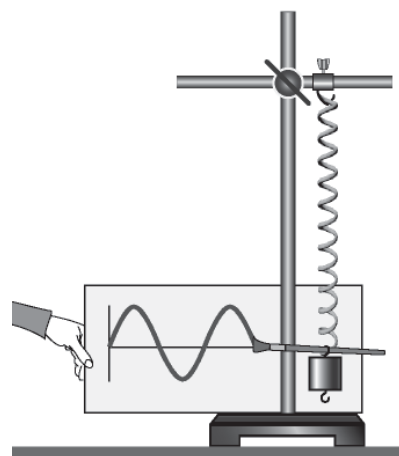


Рис. 27

Пружину поворачивают вокруг вертикальной оси так, чтобы металлический наконечник кисточки слегка прижимался к стойке штатива. Это необходимо сделать для устранения крутильных колебаний, которые возникают при вертикальных колебаниях маятника. Кисточку смачивают чернилами и приступают к демонстрации опыта.

К стержню штатива с обратной стороны прижимают лист фанеры, на котором приколоты белая бумага. Вначале при неподвижном маятнике фанеру перемещают в горизонтальном направлении, следя всё время за тем, чтобы кисточка вычерчивала на бумаге прямую линию. Затем фанеру возвращают в исходное положение, а маятник приводят в колебание. На неподвижной бумаге получают вертикальную линию, равную по длине двум первоначальным амплитудам.

После этого маятник снова приводят в колебание, а фанеру по возможности равномерно перемещают по горизонтальному направлению. Получают на бумаге волнистую линию – график колебаний пружинного маятника. Запись можно повторить на отдельных листах бумаги.

Опыт 2/1 – 2 [2, с. 22, опыт 6]. Период колебаний пружинного маятника

Оборудование: 1) держатель со спиральной пружиной; 2) гири массой 250 г и 1 кг; 3) секундомер цифровой демонстрационный; 4) штатив универсальный; 5) метр демонстрационный.

При изучении колебаний пружинного маятника следует показать зависимость периода колебаний от массы колеблющегося тела и жёсткости пружины.

Для демонстрации этих опытов спиральную пружину ввёртывают на 2–3 витка в держатель, укрепленный на штативе, и нагружают гирей массой 1 кг. Рядом на столе располагают демонстрационный секундомер.

Маятник приводят в вертикальное колебание с амплитудой 4–5 см и измеряют время 10 колебаний. К пружине подвешивают гирю мас-

сой 250 г и снова определяют период колебаний. Он оказывается в 2 раза меньше, чем в предыдущем опыте. Делают вывод о зависимости периода колебаний от массы колеблющегося тела.

У пружины оставляют одну четвёртую часть работающих витков, а остальные ввёртывают в держатель (тем самым увеличивая жёсткость пружины). К нижнему концу пружины подвешивают гирию массой 1 кг и снова определяют период колебаний. Делают вывод об уменьшении периода колебаний при возрастании жёсткости пружины.

Опыт 2/1 – 3 [2, с. 19, опыт 5]. Период колебаний нитяного маятника

Оборудование: 1) стержень с тремя маятниками; 2) секундомер цифровой демонстрационный; 3) весы; 4) штатив универсальный; 5) метр демонстрационный; 6) катушка на напряжение 220 В от универсального трансформатора с железным сердечником; 7) источник тока; 8) выключатель демонстрационный; 9) соединительные провода.

При изучении колебаний нитяного маятника следует показать зависимость периода колебаний от длины маятника и ускорения свободного падения, а также продемонстрировать независимость периода колебаний от массы маятника.

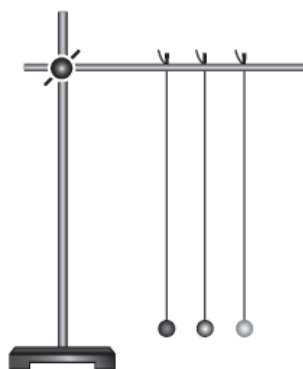


Рис. 28

Для демонстрации этих опытов удобно воспользоваться простым приспособлением – металлическим стержнем с тремя коническими отверстиями, через которые продеты нити с шариками одинакового размера (железным, алюминиевым и свинцовым). Нити зажимают в отверстиях деревянными колками (рис. 28).

Стержень с маятниками укрепляют в муфте штатива у верхнего конца и, опустив все три шарика до уровня стола, вначале (используя весы) показывают различие в их массе.

Железный шарик подтягивают за нить вверх до отказа, а свинцовый и алюминиевый приподнимают над столом. При помощи колков *тщательно* уравнивают длины маятников, так как от этого главным образом зависит успех опыта. Затем оба шарика линейкой отводят в сторону от положения равновесия и одновременно отпускают. В течение примерно минуты наблюдают одинаковую частоту колебаний шариков и делают вывод о независимости периода колебаний нитяного маятника от его массы.

На нити оставляют один свинцовый шарик, а железный и алюминиевый поднимают вверх до отказа. Освободившиеся концы нитей опускают вдоль стойки штатива, чтобы они не мешали демонстрации опыта. Нить, на которой висит свинцовый шарик, освобождают от крепления, а конец её придерживают рукой. Сообщают маятнику колебательное движение и, когда он проходит положение равновесия, немного подтягивают нить. Частота колебаний заметно увеличивается. После 3–4 полных колебаний снова уменьшают длину

маятника; частота колебаний становится ещё больше. Не дожидаясь затухания колебаний, нить опускают до первоначальной длины и наблюдают восстановление прежней частоты. Приходят к выводу, что период колебаний зависит от длины маятника.

Для установления количественных соотношений сравнивают колебания маятников с длиной нити 1 м и 25 см. В этом случае видно, что за время одного колебания маятника с длиной нити 1 м маятник с длиной нити 25 см совершает два колебания¹.

Чтобы показать зависимость периода колебаний от ускорения силы тяжести, надо иметь возможность изменить это ускорение. Для этого можно воспользоваться железным шариком и поместить под ним электромагнит (рис. 29).



Рис. 29

Подбирают длину маятника такой величины, чтобы шарик в положении равновесия отстоял от сердечника электромагнита на расстоянии 3–5 мм и

не прикасался к нему при включении тока (электромагнит собран из катушки на напряжение 220 В и сердечника от универсального трансформатора, обмотка электромагнита соединена через выключатель с источником тока напряжением около 4 В). Сообщают маятнику колебательное движение с малой амплитудой при разомкнутой цепи электромагнита. После нескольких колебаний включают ток в тот момент, когда шарик проходит положение равновесия. Частота колебаний резко увеличивается. Не дожидаясь остановки маятника, выключают ток и наблюдают восстановление периода колебаний. Опыт повторяют и убеждаются, что всякий раз при наличии магнитного поля частота колебаний маятника возрастает.

Опыт 2/4 – 1 [2, с. 30, опыт 9]. Вынужденные колебания маятников. Резонанс

Оборудование: 1) грузы массой 50 г с крючками – 3 шт. и 100 г. – 1 шт.; 2) штатив универсальный; 3) струбцины – 2 шт.; 4) нить прочная; 5) метр демонстрационный.

Собирают установку по рис. 30, треноги закрепляют на столе струбцинами. Опыт проводят в такой последовательности.

Часть 1.

Маятник 1 приводят в колебание (он выполняет роль вибратора) и наблюдают вынужденные колебания остальных маятников (резонаторов) 2–4. В постановке опыта большое значение имеет величина связи между маятниками. Нить между ними должна быть натянута очень слабо, чтобы энергия от вибратора поступала только в одном направлении – к резонатору. При сильной связи происходит обмен энергией между маятниками, и явление осложняется биениями.

¹ Эту часть опыта можно провести и фронтально.

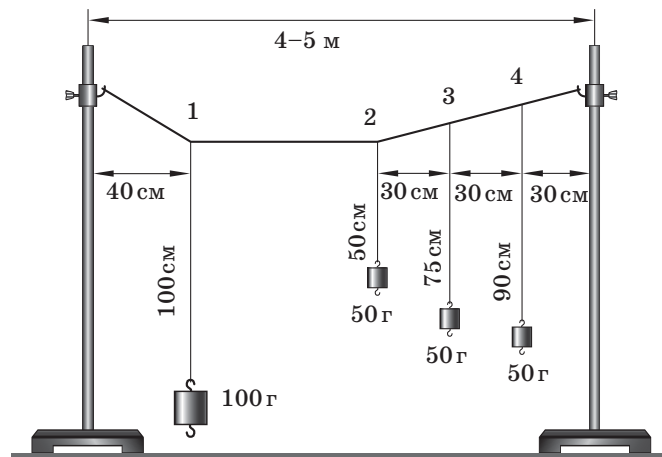


Рис. 30

Часть 2.

Длину нити маятника 4 увеличивают до 100 см (на нити маятника можно заранее сделать метки чернилами и крепить нить маятника к горизонтальной нити с помощью тонкой медной проволоки). Маятник 1 вновь приводят в колебание и замечают, что сильнее всего раскачивается маятник 4.

Длину нити маятника 1 последовательно уменьшают до 75 см, до 50 см и вновь наблюдают явление резонанса.

Опыт 2/4 – 2 [2, с. 33, опыт 12]. Автоколебания

Оборудование: 1) держатель со спиральной пружиной; 2) гиря массой 1 кг с крючком; 3) катушка на напряжение 220 В от универсального трансформатора с железным сердечником; 4) реостат сопротивлением 200 Ом; 5) лампа электрическая; 6) штатив универсальный – 2 шт.; 7) линейка металлическая; 8) источник постоянного тока; 9) провода соединительные.

Собирают установку по рис. 31.

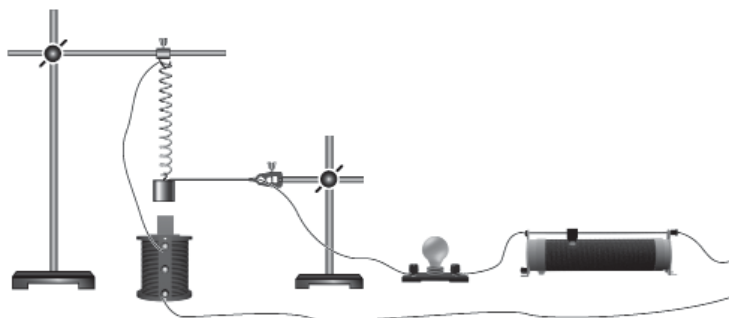


Рис. 31

Под гирей массой 1 кг, подвешенной на пружине, располагают электромагнит, собранный из катушки на напряжение 220 В от универсального трансформатора и железного сердечника. Сверху к гире прижимают конец металлической линейки, укрепленной в лапке второго штатива. Между гирей и линейкой должен быть электриче-

ский контакт. Положение линейки регулируют так, чтобы она отходила от гири, когда последняя, двигаясь вниз, приблизится к сердечнику электромагнита на расстояние 1–2 см.

Обмотку электромагнита соединяют с источником постоянного тока напряжением около 100–150 В последовательно со стойкой штатива, пружиной, линейкой, лампой накаливания и реостатом.

Соблюдая осторожность (*в цепи открытые контакты!*), подают напряжение, и маятник начинает совершать незатухающие колебания. Амплитуда автоколебаний зависит от силы тока в цепи, которую регулируют с помощью реостата. Сравнительно большой период этих колебаний облегчает наблюдение за автоколебательной системой. Наличие в цепи лампы накаливания позволяет следить за временем действия электромагнита, т.е. временем поступления энергии от источника в колебательную систему.

Опыт 2/5 – 1 [2, с. 78, опыт 31]. Образование и распространение поперечных волн

Оборудование: Трубка резиновая или шнур диаметром до 1 см и длиной 4–5 м.

Длинную резиновую трубку привязывают одним концом к ручке оконной рамы; свободный конец берут в руку и слегка натягивают поперёк кабинета. По спокойной трубке ударяют рукой на расстоянии 20–30 см от конца. Образовавшийся изгиб сравнительно медленно перемещается по трубке и, дойдя до закреплённого конца, возвращается обратно. Удары повторяют несколько раз, фиксируя внимание учащихся лишь на волне, бегущей в прямом направлении.

Начальный импульс трубке можно сообщить иначе: захватывают конец трубки большим и указательным пальцами свободной руки, быстро оттягивают вниз на расстояние 3–5 см и отпускают или быстро встряхивают конец трубки рукой.

В процессе демонстрации опыта выясняют, что: 1) отдельные частицы трубки колеблются в направлении, перпендикулярном распространению волны; 2) чем дальше точки расположены от источника колебаний, тем позднее они приходят в колебательное движение.

Показывают, что скорость распространения волны зависит от величины силы сцепления между частицами среды, т.е. от упругих свойств среды. Для этого увеличивают натяжение резиновой трубки и снова возбуждают отдельные волновые импульсы. Убеждаются, что скорость распространения волны тем больше, чем сильнее натянута трубка.

Опыт 2/6 – 1 [2, с. 107, опыт 43]. Характеристики звука

Оборудование: 1) генератор звуковой школьный; 2) осциллограф электронный; 3) громкоговоритель электродинамический; 4) соединительные провода.

Собирают установку по рис. 32. К выходным зажимам звукового генератора подключают электродинамический громкоговоритель, а параллельно ему – вход вертикального усилителя электронного осциллографа. Заставляют негромко звучать громкоговоритель на частоте 300–500 Гц и настраивают осциллограф так, чтобы на его экране получилось устойчивое и хорошо видимое изображение нескольких синусоид.

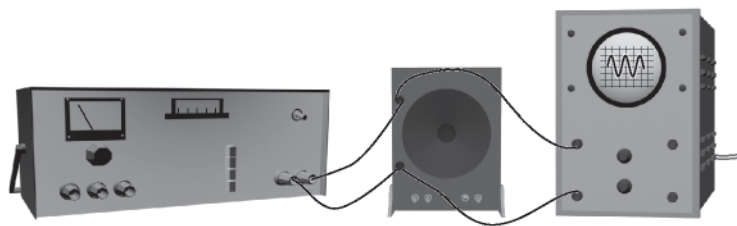


Рис. 32

Затем изменяют частоту сигнала генератора, начиная от низких частот (20 Гц) и кончая самыми высокими (20 000 Гц). По мере повышения частоты учащиеся слышат повышение тона звука. Одновременно они видят на экране увеличение числа синусоид без изменения величины их амплитуды. При высоких частотах число синусоид увеличивается настолько, что рассмотреть каждую из них становится трудно: издали они сливаются в светящийся четырёхугольник. Несмотря на это, частоту развёртки оставляют всё время постоянной. Такая постановка опыта наглядно убеждает учащихся в том, что высота тона зависит от частоты колебаний звучащего тела. Чем больше частота колебаний, тем выше тон звука.

При демонстрации этого опыта следует иметь в виду, что устойчивое изображение на экране осциллографа наблюдается только в тех случаях, когда частота подводимых к нему электрических колебаний кратна частоте генератора горизонтальной развёртки. Во всех остальных случаях изображение смещается то вправо, то влево. Чтобы устранить это неудобство, частоту звукового генератора следует изменять не плавно, а небольшими скачками, задерживая внимание учащихся лишь на тех моментах, когда изображение на экране остаётся неподвижным.

При проведении этого опыта можно также продемонстрировать существование граничных частот слуха.

Далее показывают, изменяя амплитуду сигнала при его неизменной частоте, что чем больше амплитуда сигнала, тем звук громче. (Необходимо иметь в виду, что громкость звука зависит от силы звука¹, но сложным образом. Громкость звука также зависит от частоты колебаний источника звука; звуки, лежащие в интервале 1000–3000 Гц, воспринимаются с наибольшей интенсивностью.)

Опыт 2/7 – 1 [2, с. 87, опыт 35]. Отражение волн

Оборудование: набор «Ванна волновая».

Устанавливают ванну волновую. К вибратору прикрепляют плоскую насадку и регулируют её положение так, чтобы при колебаниях она всеми точками одновременно касалась поверхности воды. Демонстрируют отражение волн от плоского препятствия.

¹ Сила, или интенсивность звука, характеризуется величиной энергии, проходящей за 1 с через единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно направлению распространения звуковых волн. По эмпирическому психофизиологическому закону Вебера-Фехнера с ростом интенсивности звука громкость возрастает по логарифмическому закону.

Опыт 2/7 – 2 [2, с. 84, опыт 33]. Интерференция волн

Оборудование: 1) набор «Ванна волновая».

Устанавливают ванну волновую. К вибратору прикрепляют насадку с двумя шариками так, чтобы при колебаниях они одновременно касались поверхности воды. Возбуждают вибратор и получают непрерывный ряд круговых волн. Они, распространяясь, накладываются друг на друга по всей поверхности воды и образуют устойчивую картину интерференции.

Опыт 2/7 – 3 [2, с. 95, опыт 38]. Дифракция волн

Оборудование: 1) набор «Ванна волновая».

Устанавливают ванну волновую. К вибратору прикрепляют насадку с одним шариком, а на дно ванны ставят тело прямоугольной формы, размеры которого в несколько раз больше длины волны. Возбуждают вибратор и наблюдают распространение волн и «тень», образующуюся позади препятствия. Затем на дно ванны ставят тело, размеры которого в два-три раза больше длины волны. Теперь волны заходят в область геометрической тени, и её контуры становятся размытыми. Наконец, заменяют тело таким, размеры которого примерно одинаковы с длиной волны. Замечают, что образование тени практически уже не происходит: волны огибают препятствие и позади него распространяются так, как если бы препятствия не было.

Далее следует показать прохождение волн через щель различной ширины. Для этого на дно ванны ставят плоские экраны так, чтобы между их концами образовалась щель. Когда ширина щели велика по сравнению с длиной падающей волны, явление дифракции выражено слабо. По мере сужения щели всё больше наблюдается загибание волн за края экранов.

Полезно показать также дифракцию на двух щелях. При этом наблюдают одновременно два явления – дифракцию и интерференцию волн.

Опыт 2/10 – 1 [1, с. 300, опыт 166]. Взаимодействие двух параллельных токов

Оборудование: 1) ленты из алюминиевой фольги; 2) блок питания регулируемый; 3) реостат 20 Ом, 10 А; 4) штативы универсальные с двумя лапками – 2 шт.; 5) провода соединительные с зажимами типа «крокодил»; 6) выключатель демонстрационный.

Из алюминиевой фольги вырезают две узкие ленты шириной 10 мм и длиной 60–65 см. Концы каждой из полосок зажимают в «крокодилах», а те, в свою очередь, в лапках штативов (рис. 33).

Располагают штативы так, чтобы расстояние между лентами составляло 0,5–1 см, ленты при этом должны быть не натянуты. Ленты подключают к

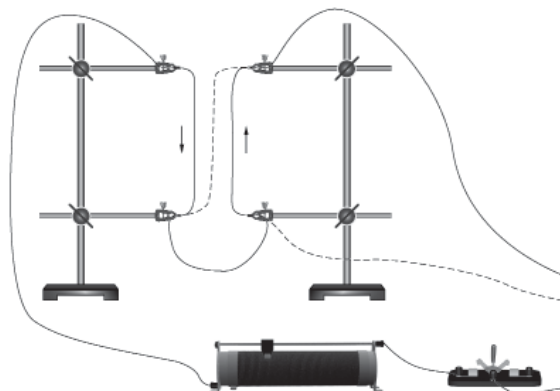


Рис. 33

блоку питания последовательно через реостат. Замкнув с помощью демонстрационного выключателя электрическую цепь на непродолжительное время, наблюдают отталкивание лент, по которым проходит ток противоположного направления (сила тока должна быть около 8 А).

Изменив подключение соединительных проводов (на рис. 33 этот вариант подключения показан пунктиром), добиваются того, чтобы ток по лентам шёл в одном направлении. В этом случае при замыкании цепи ленты будут притягиваться.

Опыт 2/11 – 1 [2, с. 38, опыт 14]. Медленные затухающие электрические колебания (индикатор – гальванометр)

Оборудование: 1) гальванометр от демонстрационного амперметра; 2) батарея конденсаторов ёмкостью 58 мкФ; 3) катушка дроссельная с сердечником; 4) выпрямитель; 5) переключатель однополюсный; 6) соединительные провода.

В условиях физического кабинета школы наилучшие результаты можно получить от установки, изображённой на рис. 34. В ней колебательный контур составлен из батареи конденсаторов с полной ёмкостью 58 мкФ и дроссельной катушки из 3600 витков с замкнутым сердечником от универсального трансформатора. Посредством однополюсного переключателя батарею можно поочерёдно переключать на заряд от источника постоянного тока напряжением 100–120 В и на разряд через дроссельную катушку.

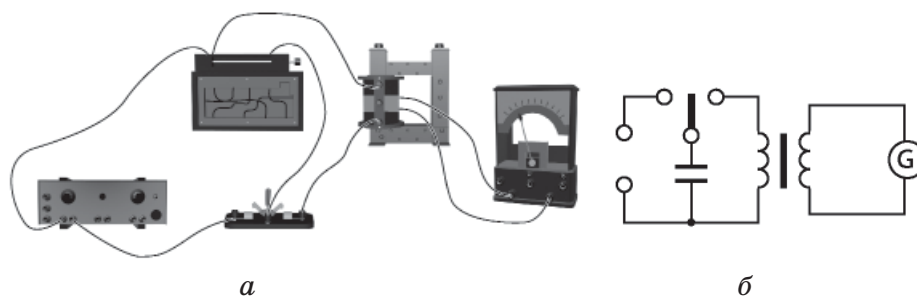


Рис. 34

В данной установке электрическая цепь имеет оголённые участки, поэтому при проведении опытов *необходимо соблюдать осторожность*.

Индикатором колебаний служит гальванометр от демонстрационного амперметра с внутренним сопротивлением 385 Ом. С катушкой колебательного контура он связан индуктивно посредством небольшой однослойной обмотки, намотанной поверх дроссельной катушки. Две части этой обмотки в 15 и 25 витков подведены к трём клеммам. Для связи пользуются всей обмоткой из 40 витков.

Сначала заряжают конденсатор и, переключив его на катушку, показывают, что разряд конденсатора имеет колебательный характер, так как стрелка гальванометра при этом совершает несколько затухающих колебаний с частотой около 2 Гц. Опыт повторяют несколько раз.

Далее показывают, что поскольку колебания в контуре не «навязываются» извне, а являются свободными, частота колебаний за-

висит только от параметров самого контура и является собственной частотой данного контура. Для этого уменьшают сначала ёмкость батареи, затем число витков катушки в контуре и, возбуждая колебания, получают заметное увеличение частоты колебаний стрелки.

При подготовке установки надо иметь в виду, что большое значение для успешного проведения опыта имеет подбор напряжения, подаваемого на конденсатор при его зарядке. Наилучшие результаты получаются при напряжении около 120 В.

При наличии в физическом кабинете двух дроссельных катушек период может быть заметно увеличен, если обе катушки насадить на сердечник и согласованно их соединить (рис. 35). Одна из обмоток связи в этом случае не используется. Такое увеличение периода заметно усиливает эффект опыта.

Опыт 2/11 – 2 [2, с. 40, опыт 15]. Затухающие электрические колебания (индикатор – осциллограф)

Оборудование: 1) осциллограф электронный; 2) батарея конденсаторов ёмкостью 8 мкФ; 3) катушка «127–220» от универсального трансформатора; 4) реостат сопротивлением 600 Ом; 5) диод из набора полупроводниковых приборов; 6) соединительные провода.

Для получения осциллограммы затухающих колебаний необходимо создать периодические кратковременные электрические импульсы, заряжающие конденсатор в колебательном контуре. Полное затухание колебаний должно проходить в паузах между импульсами. Для возбуждения колебательного контура можно воспользоваться импульсами, получаемыми при однополупериодном выпрямлении переменного тока. В этом случае паузы в 0,01 с достаточно для возникновения и полного затухания колебаний в контуре.

Общий вид установки для получения осциллограммы затухающих колебаний и её схема представлены на рис. 36. Установка состоит из однополупериодного выпрямителя, колебательного контура и электронного осциллографа. Импульсы переменного тока напряжением 4 В, проходя через полупроводниковый диод, периодически заряжают конденсатор. В промежутке между импульсами конденсатор разряжается через катушку и реостат. Разряд имеет колебательный характер, и на экране осциллографа наблюдается осциллограмма затухающих колебаний.

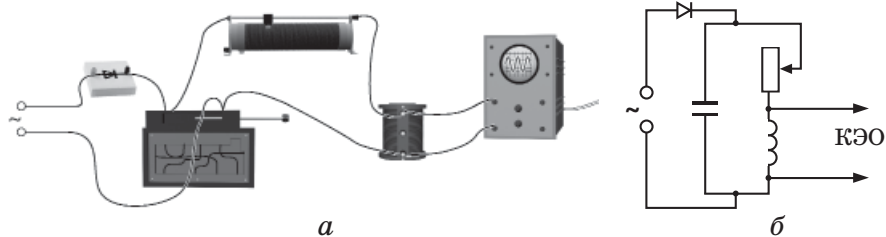


Рис. 36



Рис. 35

Опыт лучше провести в такой последовательности. Сначала отключают конденсатор (ставят стержень конденсатора на нуль) и демонстрируют кривую импульсов так, чтобы на оси OX поместилось два периода. Тогда при включении конденсатора можно будет наблюдать две осциллограммы затухающего колебания (рис. 37, *а*). Далее уменьшают частоту развёртки и тем самым увеличивают масштаб так, чтобы одна осциллограмма колебаний заняла весь экран (рис. 37, *б*).

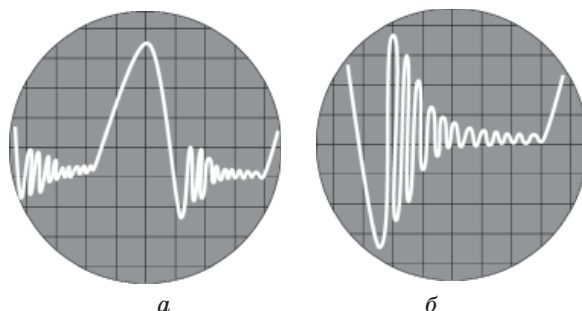


Рис. 37

После этого показывают изменение частоты колебаний при изменении ёмкости конденсатора и индуктивности катушки. Изменяя сопротивление реостата, обращают внимание на то, что от этого не только уменьшается начальная амплитуда колебаний, но и увеличивается быстрота их затухания.

Опыт 2/13 – 1 [2, с. 67, опыт 29]. Устройство и действие трансформатора

Оборудование: 1) трансформатор универсальный; 2) регулятор напряжения школьный (РНШ); 3) плоская катушка, замкнутая на лампу; 4) вольтметр с гальванометром демонстрационный; 5) лампа накаливания 220 В; 6) лампа накаливания 6 В; 7) выключатель однополюсный; 8) провода соединительные.

Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. Чтобы это показать, на незамкнутый сердечник универсального трансформатора надевают катушку «220» и присоединяют обмотку к зажимам РНШ, рукоятка регулятора которого поставлена на нуль. На свободную часть сердечника надевают плоскую катушку, прилагаемую к универсальному трансформатору, замкнутую на лампу. Включают РНШ и увеличивают напряжение, чтобы нить лампы получила нормальный накал. Снимая катушку с лампой и вновь надевая её на сердечник, показывают, что ярче всего лампа горит, когда катушка опущена вниз и охватывает весь переменный магнитный поток. По мере перемещения катушки вверх всё большая часть магнитного потока рассеивается и часть его, охваченная катушкой, уменьшается¹. Далее опускают катушку вниз и, несколько снизив напряжение, уменьшают накал лампы. При замыкании сердечника ярмом накал лампы резко увеличивается. Обсуждают с учениками, какова причина наблюдаемого эффекта.

¹ При объяснении результатов опыта учителю необходимо обойтись без слов «магнитный поток», так как в изучаемом курсе физики 9 класса этот термин не используется.

Демонстрируют назначение трансформатора на примерах. Вольтметр, настроенный на измерение напряжения до 250 В, подключают к зажимам РНШ и регулятором доводят напряжение до 220 В. Подключив к этим же зажимам обмотку трансформатора «220», а к зажимам обмотки «6» – шестивольтовую лампу, демонстрируют её нормальное свечение. Показывают повышение напряжения. К зажимам РНШ (предварительно напряжение на зажимах регулятором уменьшают до нуля) подключают лампу на 6 В и вольтметр, настроенный на измерение переменного напряжения до 15 В. Регулятором доводят напряжение до 6 В и демонстрируют горение лампы в нормальном для неё режиме.

Далее заменяют шестивольтовую лампу лампой на 220 В и убеждаются, что для её горения напряжения РНШ недостаточно. На место лампы включают обмотку универсального трансформатора с обозначением «6», а к зажимам второй обмотки с обозначением «220» подключают лампу. В новых условиях нить лампы накаливается нормально.

Обращают внимание, что результаты опыта качественно подтверждают соотношение между напряжением на первичной обмотке, напряжением на вторичной обмотке трансформатора и числом витков в обмотках трансформатора.

Опыт 2/13 – 2. Измерение напряжения и силы тока в первичной и вторичной обмотках понижающего трансформатора

Оборудование: 1) трансформатор универсальный; 2) регулятор напряжения школьный (РНШ); 3) амперметр с гальванометром демонстрационный; 4) вольтметр с гальванометром демонстрационный; 5) лампа накаливания автомобильная 12 В; 6) выключатель однополюсный; 7) провода соединительные.

Собирают электрическую цепь (рис. 38). Наблюдают, что лампа, подключённая ко вторичной обмотке трансформатора, светится, что свидетельствует о потреблении некоторой электрической энергии. Измеряют поочередно напряжение и силу тока в первичной, а затем во вторичной обмотках трансформатора. Убеждаются, что сила тока больше в той обмотке трансформатора, на которой напряжение ниже.

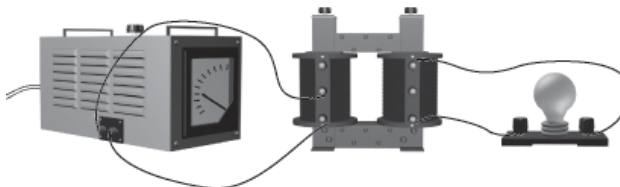


Рис. 38

Опыт 2/13 – 3 [2, с. 70, опыт 30]. Модель линии электропередачи

Оборудование: 1) трансформатор универсальный – 1 пара или трансформаторы на панелях – 1 пара; 2) машина магнитоэлектрическая или источник переменного напряжения 4 В; 3) штативы изолирующие; 4) лампа накаливания 3,5 В, 0,28 А; 5) две нихромовые спирали для электроплитки или два куска тонкого провода с большим удельным сопротивлением; 6) провода соединительные.

К зажимам магнитоэлектрической машины со щётками, установленными для получения переменного напряжения, или к источнику переменного напряжения присоединяют лампу накаливания

на 3,5 В. При вращении якоря машины или при включении источника тока лампа ярко загорается.

Лампу отодвигают от генератора (источника переменного напряжения) на другой конец демонстрационного стола и соединяют с генератором (источником переменного напряжения) двумя проводами сопротивлением по 30 Ом. Для этого могут быть взяты две нихромовые спирали для электроплитки или два куска любого тонкого провода с большим удельным сопротивлением, причём «линию электропередачи» натягивают между двумя изолирующими штативами вдоль демонстрационного стола. Теперь нить лампы накаливается едва заметно (именно с таким расчётом и подбирают сопротивление линии передачи).

После этого начало и конец линии передачи присоединяют к высоковольтным обмоткам двух трансформаторов, а низковольтные обмотки присоединяют к зажимам генератора (источника переменного напряжения) с одной стороны и к зажимам лампы – с другой. При этом лампа вновь горит почти полным накалом.

Опыт 2/16 – 1 [2, с. 100, опыт 40]. Осциллографирование звука

Оборудование: 1) осциллограф электронный; 2) микрофон электродинамический; 3) генератор звуковой частоты; 4) камертон на резонаторном ящике; 5) провода соединительные.

На вход вертикального усилителя осциллографа включают электродинамический микрофон. Перед микрофоном устанавливают звучащий камертон на резонаторном ящике и, пользуясь регулятором плавного изменения частоты горизонтальной развёртки, получают на экране устойчивое изображение нескольких синусоид. Регулятором усиления по вертикали подбирают подходящую величину амплитуды. Свободные колебания камертона и резонирующего столба воздуха в ящике через некоторое время затухают вследствие потери энергии на трение и излучение звука. Тогда камертон возбуждают снова ударом резинового молоточка и продолжают наблюдение.

Опыт 2/16 – 2. Динамический громкоговоритель – источник звука

Оборудование: 1) генератор звуковой частоты; 2) осциллограф электронный; 3) громкоговоритель электродинамический; 4) шарик на нити; 5) штатив универсальный; 6) провода соединительные.

К выходу звукового генератора подключают электронный осциллограф и демонстрируют осциллограмму переменного электрического тока звуковой частоты, вырабатываемого генератором. К тем же клеммам звукового генератора подключают громкоговоритель и слышат звук. Для наглядной демонстрации колебаний диффузора громкоговорителя подносят шарик маятника, который будет отскакивать от диффузора.

Опыт 2/16 – 3. Приём радиовещания на детекторный приёмник

Оборудование: 1) радиоприёмник детекторный демонстрационный; 2) усилитель низкой частоты; 3) громкоговоритель электродинамический; 4) провода соединительные.

Для демонстрации действия детекторного приёмника к верхнему зажиму радиоприёмника присоединяют наружную антенну, если предполагается приём дальней станции, или комнатную антенну

для приёма мощной близко расположенной радиостанции. К нижнему зажиму присоединяют заземление. К выходу радиоприёмника через усилитель подключают громкоговоритель.

Включив выпрямитель в сеть, настраивают колебательный контур. Для этого поворачивают ручку конденсатора, пока не станет слышна работа радиостанции.

Для перехода на другой диапазон катушку вынимают из гнезд, поворачивают и включают другой парой штырьков.

Опыт 2/17 – 1. Радиолокация¹

Оборудование: 1) комплект приборов для демонстрации свойств электромагнитных волн; 2) металлический маятник, изготовленный в форме плоского макета самолёта; 3) штатив универсальный.

Собирают установку, изображённую на рис. 39. Включив излучатель и приёмник электромагнитных волн, обнаруживают, что приёмник не воспринимает непосредственно электромагнитные волны, посылаемые излучателем (перед началом опыта необходимо повернуть приёмник и излучатель навстречу друг другу, чтобы ученики могли убедиться в исправной работе приборов).

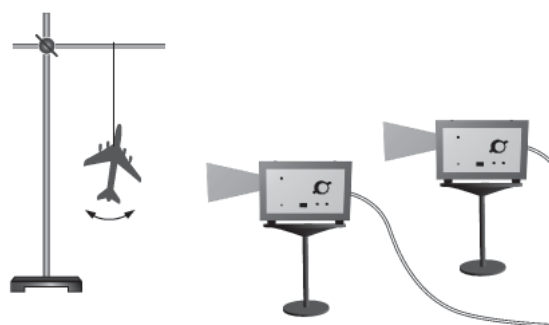


Рис. 39

Приводят в движение подвешенный металлический маятник в форме плоского макета самолёта. Замечают, что приёмник регистрирует электромагнитные волны при каждом пересечении «самолётом» «луча», посылаемого излучателем.

Опыт 3/1 – 1 [2, с. 234, опыт 111]. Обнаружение ультрафиолетового излучения

Оборудование: 1) осветитель ультрафиолетовый или лампа дуговая; 2) электрометр; 3) пластинка цинковая; 4) палочка эбонитовая; 5) мех.

Цинковую пластинку, например, из набора по электролизу, зачищают с одной стороны до блеска и при помощи небольшой трубочки или зажима типа «крокодил» устанавливают вертикально на стержне электрометра. На расстоянии примерно 40–50 см располагают ультрафиолетовый осветитель или дуговую лампу.

Пластинку поворачивают зачищенной стороной к источнику ультрафиолетового излучения и заряжают отрицательно от эбонитовой палочки. Как только стрелка электрометра установится и учащиеся убедятся, что заряд на пластинке хорошо сохраняется, включают источник ультрафиолетового излучения и наблюдают потерю цинковой пластинкой отрицательного заряда.

¹ Шахмаев, Н.М. Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика [Текст] // Н.М. Шахмаев, Н.И. Павлов, В.И. Тыщук. – М. : Просвещение, 1991. – С. 139.

Перекрывают падающий на цинковую пластинку со стороны источника ультрафиолетового излучения световой поток оконным стеклом и обнаруживают, что потеря цинковой пластинкой отрицательного заряда прекращается. Убирают оконное стекло и вновь наблюдают потерю цинковой пластинкой отрицательного заряда.

Опыт 3/2 – 1. Прямолинейное распространение света

Оборудование: 1) лазер (лазерная указка); 2) косметический аэрозоль.

Опыт проводят в затемнённом кабинете. Включают источник лазерного излучения и обращают внимание учеников на светящуюся точку на экране. Распыляя аэрозольный препарат на пути распространения излучения, «визуализируют» лазерный луч, подтверждая тем самым прямолинейный характер распространения света в оптически однородной среде.

Опыт 3/2 – 2 [1, с. 148, опыт 61]. Образование тени и полутени

Оборудование: 1) осветитель для теневого проецирования и под-света без оправы с линзой – 1 пара (или две автомобильные лампы в патронах и блок питания регулируемый); 2) светофильтры; 3) экран; 4) теплоприёмник; 5) штатив универсальный.

На демонстрационном столе на некотором расстоянии друг от друга располагают два источника света. На стойке универсального штатива с помощью муфты укрепляют теплоприёмник, который играет в опыте роль предмета, отбрасывающего тень; на расстоянии 1,5–2 м располагают экран. Включив один источник света, показывают, что при точечном источнике, вследствие прямолинейного распространения света, образуется тень. Выключают первый источник света и включают второй источник света; вновь наблюдают тень.

Включают оба источника света и наблюдают тень и две полутени. Для повышения выразительности опыта можно использовать светофильтры.

Опыт 3/4 – 1 [2, с. 185, опыт 81]. Получение сплошного спектра на экране

Оборудование: 1) аппарат проекционный; 2) призмы дисперсионные «Крон» и «Флинт»; 3) призма прямого зрения; 4) экран переносной.

Установка собирается на скамье проекционного аппарата из осветителя с конденсором, ширмы со щелью, объектива и трёхгранной призмы «Флинт», как показано на схеме (рис. 40).

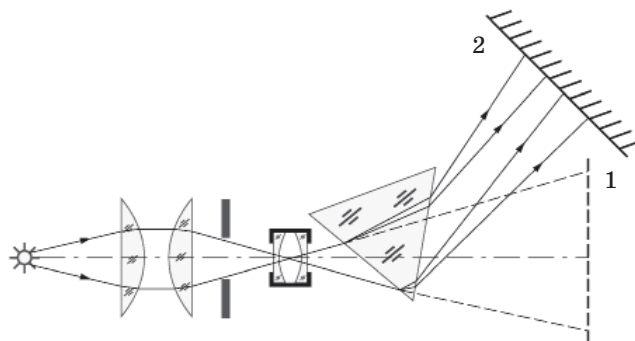


Рис. 40

Источник света располагают приблизительно в главном фокусе задней линзы конденсора. В образовавшемся после конденсора световом конусе перемещают вдоль оптической оси раздвижную щель и закрепляют её в таком месте, где сечение светового конуса полностью перекрывает щель. Между «ножами» щели оставляют просвет 1,5–2 мм. С помощью объектива на экране, расположенном у другого края демонстрационного стола, получают увеличенное, резкое, равномерно освещённое изображение щели.

После этого перед объективом на подъёмном столике устанавливают призму так, чтобы её преломляющее ребро было параллельно щели, а весь пучок света проходил сквозь грани преломляющего угла. Тогда на экране, переставленном из положения 1 в положение 2, при полном затемнении учебного кабинета будет хорошо виден сплошной спектр.

Для более точной установки призмы её слегка поворачивают вокруг вертикальной оси до тех пор, пока угол между пучком света, выходящим из призмы, и главной оптической осью объектива не станет минимальным (метод минимального отклонения преломлённого луча¹). В таком положении преломлённый луч будет направлен параллельно основанию призмы и образует внутри неё с боковыми гранями равные углы (рис. 41).

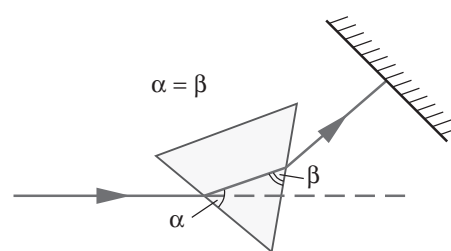


Рис. 41

Чтобы показать зависимость длины спектра от рода вещества призмы (при одном и том же преломляющем угле), опыт продолжают со второй призмой такого же размера, но «Крон». Призму «Крон» устанавливают на первую так, чтобы их плоскости и рёбра совпадали, а пучок света из объектива попадал на обе призмы. При этом на экране получают одновременно два спектра, которые удобно сравнивать: спектр от призмы «Флинт» оказывается более растянутым.

Сплошной спектр получается значительно ярче и отчётливее, если пользоваться призмой прямого зрения. В этом случае экран устанавливают не в стороне от проекционного аппарата, а на продолжении главной оптической оси конденсора и объектива. В остальном подготовка установки для получения спектра не отличается от описанной выше. Разумеется, учащимся надо кратко рассказать об устройстве призмы прямого зрения (рис. 42).

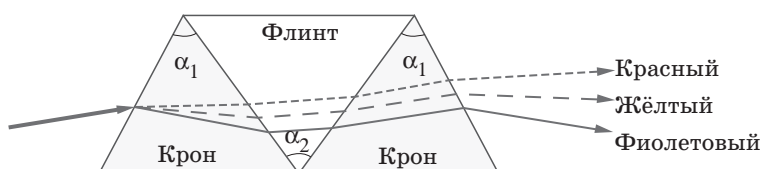


Рис. 42

¹ При разложении в спектр белого света указанный угол отсчитывается по одному из цветных пучков, например, жёлтому.

Опыт 3/5 – 1 [2, с. 175, опыт 76]. Получение изображений при помощи линз

Оборудование: 1) аппарат проекционный; 2) линза рассеивающая, 3) экран; 4) метр демонстрационный.

Из конденсора проекционного аппарата вынимают одну линзу. Оставшуюся собирающую линзу устанавливают от проекционной лампы осветителя на таком расстоянии, чтобы за линзой получился параллельный пучок лучей. (Чтобы обнаружить пучок, надо расположить экран в пучке так, чтобы пучок скользил по экрану.) Обсуждают с учениками известный факт (см. рис. 267, а учебника): если параллельный пучок световых лучей направлен вдоль главной оптической оси собирающей линзы, то после преломления в линзе лучи собираются в точке фокуса. Значит, если световые лучи будут исходить из фокуса собирающей линзы, то после преломления в линзе они дадут параллельный пучок световых лучей. Раскрывают корпус осветителя и с помощью демонстрационного метра измеряют расстояние между линзой и нитью лампы, т. е. фокусное расстояние линзы. После этого демонстрируют следующие виды изображений:

1. Линзу отодвигают от лампы на расстояние, большее двойного фокусного расстояния. На экране (при определённом расстоянии между линзой и экраном) получают действительное уменьшенное перевёрнутое изображение.

2. Лампу располагают от линзы на расстоянии больше фокусного, но меньше двойного фокусного расстояния. Добиваются чёткого действительного изображения на экране. Оно получается перевёрнутым увеличенным расположенным за двойным фокусным расстоянием.

3. Лампу располагают перед линзой на расстоянии, меньшем фокусного расстояния. Показывают, что в этом случае получить действительное изображение невозможно, так как после линзы пучок света становится расходящимся. Чтобы увидеть мнимое изображение, лампу с линзой поворачивают в сторону учащихся и просят их посмотреть на лампу через линзу. (Предварительно напряжение на лампе уменьшают, чтобы не ослеплять глаза учащихся.) Приближая линзу к лампе, а затем отодвигая её, показывают, как в первом случае изображение уменьшается, во втором – увеличивается.

Собирающую линзу заменяют рассеивающей и на опыте убеждаются в том, что при любом расстоянии между линзой и лампой рассеивающая линза даёт изображение мнимое прямое уменьшенное и лежащее с той же стороны, что и предмет.

Опыт 3/8 – 1 [2, с. 177, опыт 77]. Принцип действия фотоаппарата

Оборудование: 1) линза двояковыпуклая на подставке; 2) аппарат проекционный; 2) линза рассеивающая, 3) предмет (книга); 4) экран полупрозрачный.

Расположение приборов, используемых в данном опыте, показано на рис. 43. На демонстрационный стол ставят предмет (книгу) и освещают его светом от проекционного аппарата. Перед предметом устанавливают на столе собирающую линзу на подставке и полупрозрачный экран, имитирующий светочувствительную электронную матрицу современного цифрового фотоаппарата. Линзу поворачивают так, чтобы её оптическая ось была направлена на «фотографируемый» объект. Передвигая линзу относительно экрана, добиваются

чёткого действительного перевёрнутого изображения предмета на экране.

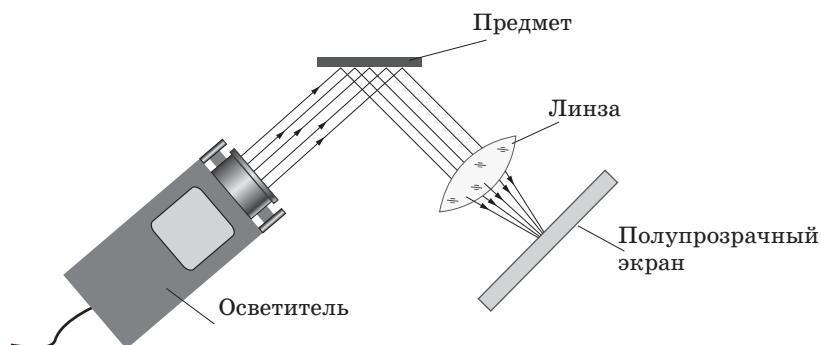


Рис. 43

3/10 – 1 [2, с. 202, опыт 88]. Получение спектра с помощью дифракционной решётки

Оборудование: 1) аппарат проекционный; 2) щель раздвижная; 3) решётка дифракционная; 4) светофильтр; 5) штатив с лапкой; 6) экран.

Опыт с дифракционной решёткой позволяет ознакомить учащихся с дифракционным спектром. Схема установки для такой демонстрации представлена на рис. 44.

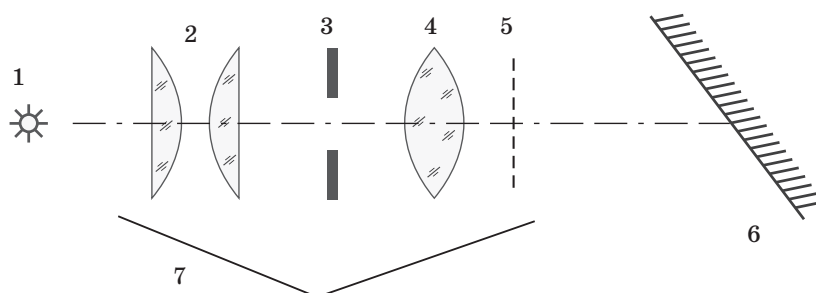


Рис. 44

Подготовку к опыту начинают с установки источника света в осветителе проекционного аппарата. Лампу накаливания располагают так, чтобы её спирали оказались на оптической оси конденсора и были обращены «ребром» к нему. Затем определяют место раздвижной щели на оптической скамье.

Для этого перемещают щель в конусе лучей света от конденсора и, когда она кажется полностью освещённой, её закрепляют. Ставят перед щелью объектив и получают её резкое изображение на экране. Ширина щели должна быть 2–3 мм. Угол дифракционной решётки аккуратно зажимают в лапке штатива и устанавливают решётку перед объективом так, чтобы её штрихи были параллельны щели. На экране получают дифракционную картину, состоящую из белой полосы в середине (центральный максимум) и ряда спектров, симметрично расположенных справа и слева от неё. По мере удаления от центра спектры становятся более широкими и менее яркими.

Используя поочерёдно ряд светофильтров, например красный, зелёный, синий, демонстрируют дифракционную картину в монохроматическом свете.

Опыт 4/1 – 1. Зависимость непрерывного спектра нагретого тела от его температуры

Оборудование: 1) аппарат проекционный; 2) регулятор напряжения; 3) призма прямого зрения; 4) экран переносной.

Собирают установку для опыта 3/4 – 1 [2, с. 185, опыт 81] «Получение сплошного спектра на экране». Осветитель проекционного аппарата подключают к источнику напряжения через регулятор. Постепенно увеличивая напряжение, подаваемое на лампу осветителя, наблюдают, как изменяется вид непрерывного спектра при повышении температуры спирали лампы. Обращают внимание учащихся, что при этом изменяется не только яркость спектра, но происходит и качественное изменение вида спектра: при низкой температуре спирали лампы большая часть излучаемого света приходится на красную часть спектра, а при повышении температуры спирали максимум светового излучения смещается в сторону более коротких длин волн.

Опыт 4/1 – 2. Зависимость электропроводности полупроводника от освещённости

Оборудование: 1) фоторезистор; 2) амперметр 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.

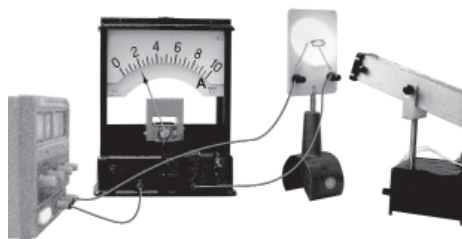


Рис. 45

Подобный опыт описан в пособии «Уроки физики в 8 классе»¹. Собирают установку по рис. 45.

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 4/7 – 1. Индикатор ионизирующих частиц²

Оборудование: 1) индикатор ионизирующих частиц; 2) выпрямитель ВУП – 2; 3) генератор низкой частоты школьный ГНЧШ; 4) электродинамический громкоговоритель; 5) провода соединительные.

¹ Андрюшечкин, С. М. Уроки физики в 8 классе: методические рекомендации для учителя [Текст] / Андрюшечкин С. М. – М. : Баласс, 2016. – С. 137 – 138, опыт 3/6 – 2.

² Хорошавин, С.А. Демонстрационный эксперимент по физике: Оптика. Атомная физика: кн. для учителя [Текст] / С. А. Хорошавин. – М. : Просвещение, 2007. – С. 71, опыт 66.

Индикатор ионизирующих частиц представляет собой газоразрядный счётчик СБМ-20, смонтированный на панели вместе с резистором и конденсаторами, позволяющими подключать счётчик к усилителю низкой частоты. Необходимое для работы газоразрядного счётчика напряжение подаётся к индикатору от выпрямителя ВУП-2 через восьмиштырьковый разъём. Выход индикатора соединяют со входом усилителя. К выходу усилителя подключают громкоговоритель (рис 46).

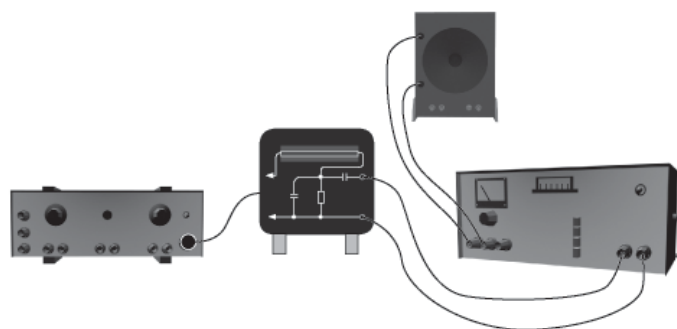


Рис. 46

После включения выпрямителя и усилителя в громкоговорителе раздаются редкие щелчки, вызванные электрическим разрядом между электродами газоразрядного счётчика в момент ионизации газа пролетающей ионизирующей частицей. Источником ионизирующих частиц в этом случае является космическое излучение. (Образно говоря, в этом опыте мы слышим «голос космоса».)

Библиографический список

1. 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. – 351 с.
2. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома. Пособие для учителей [Текст] / под ред. А. А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1979. – 287 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Программа по физике для 9 класса	4
Раздел 1. Основы механики	22
Раздел 2. Колебания и волны	61
Раздел 3. Световые явления	89
Раздел 4. Элементы квантовой физики	104
Приложение. Демонстрационные эксперименты	121

Андрюшечкин Сергей Михайлович

Уроки физики в 8 классе

Методические рекомендации для учителя

Подписано в печать Формат 84x108/16.

Печать офсетная. Гарнитура SchoolBookC.

Бумага офсетная. Объем 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