

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

М. В. Кириков, А. М. Шитова

ЛАБОРАТОРИЯ УЧЕБНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ФИЗИКЕ

Учебное пособие

Рекомендовано

*Научно-методическим советом университета для студентов,
обучающихся по дополнительной профессиональной
образовательной программе для получения дополнительной
квалификации «Преподаватель»*

Ярославль 2009

УДК 53(075)
ББК В 3я73
К 43

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2009 года*

Рецензенты:

И. А. Иродова, д-р пед. наук, профессор; кафедра информационных технологий и теории и методики обучения физике Ярославского государственного педагогического университета им. К. Д. Ушинского.

Кириков, М. В. Лаборатория учебного демонстрационного эксперимента по физике: учебное пособие / М. В. Кириков, А. М. Шитова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2009. – 108 с.
ISBN 978-5-8397-0683-5

Учебное пособие включает 8 лабораторных работ. Все представленные практические задания подобраны в соответствии с программой лекционного курса. Приведены основные положения теории демонстрационного эксперимента по школьному курсу физики, основные функциональные схемы демонстрационного оборудования. Описания лабораторных экспериментов снабжены иллюстрациями, каждая работа сопровождается контрольными вопросами для проверки качества приобретаемых знаний и умений.

Предназначено для студентов, обучающихся по дополнительной профессиональной образовательной программе для получения дополнительной квалификации «Преподаватель» (дисциплина «Методика преподавания физики», блок ДС), очной формы обучения.

УДК 53(075)
ББК В 3я73

ISBN 978-5-8397-0683-5

© Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова,
2009

Глава 1

Методика и техника школьного демонстрационного эксперимента

1.1. Учебный физический эксперимент, его задачи и система

В основу преподавания физики положен эксперимент, что соответствует специфике физической науки, в которой опыт служит основой познания явлений, законов природы. Физический эксперимент реализует один из главных дидактических принципов – наглядность обучения. Физическая демонстрация – это показ преподавателем физических явлений и связей между ними, которые предназначены для одновременного восприятия учащимися всего класса.

Демонстрационные опыты сопровождают или заключают изучение нового материала. Они могут служить исходным элементом для объяснения, иллюстрировать или подтверждать изложение. Демонстрационный эксперимент повышает интерес учащихся к изучаемому материалу и тем способствует его лучшему усвоению. Физические опыты на уроке и лекции, показ ряда опытов при помощи кино, описание некоторых опытов в учебнике, лабораторные работы составляют основу экспериментального метода преподавания физики. Использование в ряде случаев демонстрационного эксперимента на занятиях по физике для постановки проблемы способствует развитию и тренировке логического мышления, навыков самостоятельной деятельности. Хотя учебный физический эксперимент не тождествен научному, он содержит многие его элементы, т. к. в нем используются не только те приборы, принцип действия которых ясен учащимся.

Вопросы методики и техники демонстрационного эксперимента всегда были в поле зрения методистов, занимающихся подготовкой будущих учителей физики. В данном учебном пособии

рассматривается главенствующая роль лабораторного физического практикума в процессе подготовки учителя физики.

Основными методами познания в науке вообще и в школьном курсе физики в частности являются *моделирование* и *эксперимент*. Применение в школьном курсе физики эксперимента и моделирования как методов учебного познания является одной из основных задач школьного физического образования, поскольку способствует становлению правильных представлений о современной научной картине мира, формированию научного мировоззрения, развитию творческого мышления, а также позволяет учащимся проводить на своем уровне научные исследования явлений, процессов, объектов.

Эксперимент (от лат. experimentum – проба, опыт) – метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления природы и общества.

Моделирование – исследование какого-либо из реально существующих предметов и явлений и конструируемых объектов путем построения и изучения их моделей.

Эксперимент составляет основу всего физического научного знания. Поэтому преподавание физики в школе на основе только теории, так называемая меловая физика, представляет собой большую потенциальную опасность сильного снижения уровня понимания и в конечном счете образования учеников. В связи с этим появляется необходимость уделять особое внимание школьному физическому эксперименту в рамках подготовки студентов – будущих педагогов, указывать на важность и непреходящую ценность эксперимента. Грамотно поставить и объяснить физический эксперимент – задача не из легких, вот почему на первый план выходят понятия методики и техники эксперимента.

Методика – 1) совокупность методов, приемов целесообразного проведения какой-либо работы; 2) отрасль педагогической науки, исследующая закономерности обучения определенному учебному предмету.

Методика демонстраирования – совокупность методов и приемов, обеспечивающих эффективность демонстрации, лучшее восприятие ее учащимися. *Методика демонстрационного эксперимента* – определение содержания, роли и места демонстраци-

онного эксперимента в преподавании физики, отбор демонстрационных опытов исходя из дидактических задач, которые решаются с их помощью в преподавании физики; использование демонстрационного эксперимента как метода преподавания физики, метода активизации познавательной деятельности учащихся.

Техника – знание, умение; приемы работ и приложение их к делу; обиход, сноровка; совокупность навыков и приемов деятельности. *Техника демонстрационного эксперимента* – это применение в постановке демонстрационного эксперимента специально созданных приборов и устройств. *Техника демонстрирования* – совокупность приемов обращения с техникой демонстрационного эксперимента в процессе подготовки и проведения демонстраций, которые обеспечивают их успешность и выразительность.

Демонстрационный эксперимент – это показ физических явлений, закономерностей и их практических применений, рассчитанный на одновременное восприятие всеми учащимися класса.

Схема демонстрации – сочетание приборов и устройств и их взаимодействие, позволяющее поставить конкретную демонстрацию физического явления.

Основные требования, предъявляемые к демонстрационным установкам:

- они не должны содержать ничего лишнего (на столе не должно быть отвлекающих внимание предметов);
- используемые установки должны быть знакомы ученикам (в противном случае перед проведением демонстраций необходимо описать принцип работы приборов и назначение материалов);
- процесс демонстрации должен представлять собой непрерывную логичную цепь;
- демонстрационные установки должны быть эстетически красивыми; опыты должны быть видны любому находящемуся в аудитории зрителю;
- демонстрационные опыты должны быть строго ограничены во времени.

Из этих определений следует, что перед методистами-разработчиками дидактической программы обучения студентов-педагогов стоят непростые задачи: научить студентов самостоя-

тельно выполнять эксперименты, грамотно их объяснять и приобретать навыки постановки школьных демонстраций.

Подавляющее большинство изучаемых в школе физических явлений не может быть хорошо усвоено учащимися без использования спланированной системы экспериментов, как демонстрационных, так и фронтальных. Аналогов школьного демонстрационного физического эксперимента (ШДФЭ) не существует: ни наблюдения из жизни, ни самые лучшие компьютерные анимации не могут полностью обеспечить выполнение функций демонстрационного эксперимента. Поэтому в процессе подготовки педагогов физическому практикуму по ШДФЭ отведено важное место. Он способствует выработке у студентов навыков обращения с демонстрационным оборудованием, принципиально отличающимся от лабораторного, навыков планирования и осуществления эксперимента. Педагогическая эффективность эксперимента зависит от умения преподавателя правильно объяснить суть опыта, акцентируя внимание учащихся на определенных явлениях. Таким образом, формирование у студентов навыков методики и техники, возможное в ходе физического практикума по ШДФЭ, – первостепенная дидактическая задача.

В. В. Смирнов в статье «Учителю о подготовке физического эксперимента» [12] выделяет следующую совокупность действий по разработке экспериментальной установки для воспроизведения заданного явления: выделение элементов экспериментальной установки и обязательных свойств, которыми она должна обладать; разработка принципиальных схем экспериментальных установок, с помощью которых можно воспроизвести определенное физическое явление; оценка параметров элементов экспериментальной установки, по которым осуществляется взаимосвязь этих элементов; подбор (изготовление) приборов с эксплуатационными характеристиками, соответствующими расчетным; составление монтажной схемы и программы монтажа экспериментальной установки; монтаж экспериментальной установки. Для воспроизведения явления с помощью этой установки необходимо: составить программу воспроизведения явления с помощью данной экспериментальной установки, воспроизвести явление, далее необходимо проконтролировать результат, ответив на вопросы: действительно ли воссоздано

то явление, которое было запланировано; действительно ли это явление возникает вследствие воздействия выделенных объектов, а не по каким-то другим причинам.

Знание прибора предполагает [1]: знание названия прибора и его основного назначения, принципа действия и его основных узлов, умение по внешнему виду выделить данный прибор среди других; знание технических возможностей прибора, его эксплуатационных характеристик, допустимых режимов; умение применять прибор по назначению и в сочетании с другими приборами, знание условий, позволяющих получить нужный эффект; умение выполнять простейший ремонт, производить замену деталей, наладивать прибор при отклонениях от нормы.

Умение собирать установки отражает степень владения техникой демонстрационного эксперимента. Здесь существенным является выполнение требований, предъявляемых к демонстрационным опытам, и рациональное использование средств, обеспечивающих эффективность опыта. При этом эксперимент может выступать в двух аспектах: при дедуктивном изложении материала он выступает в качестве критерия истины, подтверждающего выводы теории, а при индуктивном подходе является основным источником знаний.

Самостоятельно подготовиться к проведению демонстрационного эксперимента начинающим преподавателям без качественной подготовки практически невозможно. Преподаватель физики должен знать устройство, принцип действия и технические возможности приборов и устройств, имеющихся в кабинете физики. Между тем в вопросах преподавания физики школьный демонстрационный эксперимент часто незаслуженно отодвигают на второй план.

При выполнении измерений и других работах с электроаппаратурой, кроме транзисторной с питанием от батарей, учащимся необходимо иметь в виду следующие меры предосторожности:

1. Приступая к работе с незнакомым электроустройством, следует прежде всего внимательно изучить его схему и определить расположение деталей и проводников, находящихся под высоким напряжением. После включения устройства нельзя касать-

ся этих деталей и проводников руками или неизолированным инструментом.

2. До включения устройства необходимо убедиться в соответствии положения переключателя сетевого напряжения его номинальной величине, а также в исправности плавких предохранителей.

3. При измерении напряжений и токов измерительные приборы соединяют проводниками с надежной изоляцией, снабженными щупами с изоляционными ручками. Присоединять щуп к схеме следует одной рукой, причем вторая рука не должна касаться шасси, корпуса прибора или других электропроводящих предметов.

1.2. Роль школьного демонстрационного эксперимента

О роли демонстрационного физического эксперимента в школе написано множество книг, существуют методические пособия... Казалось бы, зачем говорить об этом вновь? Физический демонстрационный эксперимент важен и нужен, это аксиома. И все же существует необходимость обращаться к этой теме вновь.

Международные мониторинговые исследования качества школьного математического и естественно-научного образования, такие как TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) и PISA (Programme for International Student Assessment), вскрыли недостатки школьного образования в России. Среди них основными стали: неумение применять полученные знания и умения к реальным ситуациям, характерным для повседневной жизни; недостаточное развитие пространственных геометрических и вероятностных представлений, а также умения интерпретировать количественную информацию. Российские учащиеся хорошо справились с задачами расчетного типа, однако их умения качественно анализировать и объяснять физические явления оказались заметно ниже. Пассивная форма восприятия информации не развивает самостоятельных качеств школьников, что приводит к неумению решать нестандартные задачи и задачи, требующие особого логического мышления. Как решить эту проблему?

«Ученик – это не сосуд, который нужно наполнить, а факел, который нужно зажечь», – говорил Аристотель. Поэтому вовлечение учеников в процесс обучения представляет собой огромную ценность. Эту задачу может решить правильно организованный демонстрационный эксперимент.

С появлением современных интерактивных средств обучения проблема недостатка приборов стоит не так остро. Школьники нашего времени могут на экране проектора видеть даже самые сложные и опасные физические опыты; могут вовлекаться в процесс познания, проводя виртуальные лабораторные работы в недостижимом космическом пространстве... Не нужно даже говорить о том, насколько степень увлеченности предметом влияет на приобретение знаний и умений. Тем не менее виртуальные лабораторные работы вряд ли когда-нибудь смогут заменить реальные фронтальные лабораторные работы. Даже на психологическом уровне внешнее воспринимается гораздо лучше, если есть возможность использовать все органы чувств – осязание и обоняние, а не только зрение и слух. С каждым годом в бесплатное пользование учителей предоставляется все больше и больше цифровых образовательных ресурсов, которые просто невозможно не использовать на уроках. В этом отношении консерватизм учителей «старой закалки» может оказаться сдерживающим фактором. В то же время нельзя не обратить внимание на проблему отставания вводного курса физики в школе от современной науки. Естественно, это негативным образом влияет на качество обучения, поскольку современные школьники хотят быть в курсе последних достижений науки (что, в частности, показало проведенное анкетирование).

Вторая важная проблема, определяющая уменьшение количества проводимых демонстраций, – острая нехватка времени, связанная с сокращением отведенных на уроки часов. Здесь следует сказать о том, что демонстрационный эксперимент – это не то, чем можно «безболезненно» жертвовать. Физика – наука экспериментальная. Все достижения опираются на тщательно поставленный опыт, наблюдения, измерения и глубокие теоретические исследования. Поэтому и обучение физике в средней школе тесно связывается с проведением эксперимента, который позво-

ляет дать представление о сущности экспериментального метода и приближает курс физики к жизни. А. Эйнштейн писал: «На первой стадии обучения физике из нее надо вообще исключить все, кроме экспериментальной стороны, представляющей наглядный интерес. Красивый эксперимент сам по себе гораздо ценнее, чем двадцать формул, добытых в реторте отвлеченной мысли». Подобную мысль высказывал и Г. С. Ландсберг: «Отчетливое понимание экспериментального характера физических законов имеет крайне важное значение: оно делает физику наукой о природе, а не системой умозрительных построений: с другой стороны, оно прививает мысль о границах применимости установленных физических законов, основанных на них теорий, и открывает перспективы дальнейшего развития науки».

Об опасности излишней теоретизации курса физики предупреждал еще в начале семидесятых годов В. А. Фабрикант. Опасения ученого оказались не беспочвенны. «Преподавать физику без эксперимента невозможно и даже вредно» (А. В. Перышкин). В наше время мы часто сталкиваемся с так называемым меловым способом преподавания, в результате которого ученики не способны применить свои знания на практике. Но как гласит пословица, «теория суха, а древо жизни зеленеет в листьях». Недостаток времени на демонстрационные опыты можно компенсировать творческими домашними заданиями. Например, заданиями-исследованиями проблемного типа или заданиями-моделированием физических процессов и явлений (например, в рамках 7 класса моделирование фонтанов Петергофа, построение «башенки плотности», конструирование картезианского водолаза).

Школьный курс физики имеет важное значение для обучения учащихся методам научного познания, которые в дальнейшем могут широко использоваться в различных видах профессиональной деятельности. Физика позволяет учащимся овладевать новыми методами познания. Особенно важно формировать у школьников эмпирический метод познания. Для этого учащимся можно предложить заниматься собственными исследованиями или проводить демонстрационные исследования с целью научить школьников решать нестандартные ситуации, которые будет ставить перед ними быстроменяющаяся действительность жизни. Эмпирический уро-

вень познавательной деятельности наиболее соответствует познавательным возможностям учеников основной школы. Обучение эмпирическому методу познания [7] способствует формированию внутренних мотивов учения для большинства школьников (например, из-за ощущения радости открытия). Такой метод познания содержит в своем составе действия, необходимые для рационального решения многих житейских и профессиональных задач, подготовки специалистов различного профиля: постановку конкретной цели, разработку метода экспериментального исследования, правильную эксплуатацию приборов, снятие показаний измерительных приборов, построение индуктивного умозаключения, обобщение суждений с целью получения определенного понятия, научного факта или закона. Методы познания, используемые учеными в научных исследованиях и учениками в процессе создания новых знаний, во многом схожи.

Применение моделирования и демонстрационного эксперимента в школе – одна из первостепенных задач каждого учителя. Демонстрационный эксперимент дает школьникам представление о методах физического экспериментального исследования как важной части физики и многих других наук, развивает интерес к предмету и исследовательской деятельности.

Эффект любого эксперимента (опыта) прежде всего зависит от используемых для его осуществления приборов и приспособлений. В настоящее время чтение лекций по общей физике сопровождается показом более чем 350 демонстрационных экспериментов, а по школьному курсу физики программой предусмотрено свыше 250 демонстраций.

Физический практикум по школьному демонстрационному эксперименту помогает студентам научиться правильно проводить опыты и грамотно их объяснять. Практическое занятие – форма организации обучения, когда студенты по заданию и под руководством преподавателя овладевают практическими умениями для будущей профессиональной деятельности и для изучения последующих дисциплин получают первоначальные профессиональные умения и навыки, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе курсового проек-

тирования и технологической и преддипломной профессиональной практики.

Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатываются способность и готовность применять теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Практикум по методике и технике демонстрационного эксперимента ставит перед собой задачу – познакомить студентов с устройством, принципом действия и использования новых приборов и материалов при показе демонстраций по физике. Цель каждой работы – научить студентов постановке основных опытов по всем разделам курса физики с демонстрационными приборами и установками. Вместе с тем большое внимание уделяется методике и технике демонстрирования, или технологии демонстрационного эксперимента, обеспечивающей успех в показе физического опыта.

Практикум по методике и технике демонстрационного эксперимента по физике – экспериментальное продолжение одноименного лекционного курса. Умения и навыки работы с различными приборами, ремонта испорченных приборов, их настройки формируются при выполнении каждой из работ практикума.

Задания по выполнению лабораторных работ практикума носят, как правило, рекомендательный характер и направлены на интенсификацию самостоятельной работы студентов. При постановке опытов можно воспользоваться предложенной схемой демонстрации или выбрать другую схему эксперимента.

Описание лабораторных работ посвящено изучению основного оборудования физического кабинета, используемого при постановке демонстрационных опытов: источников питания демонстрационного и лабораторного оборудования, демонстрационных электроизмерительных приборов, звукового генератора, осциллографа и проекционной аппаратуры.

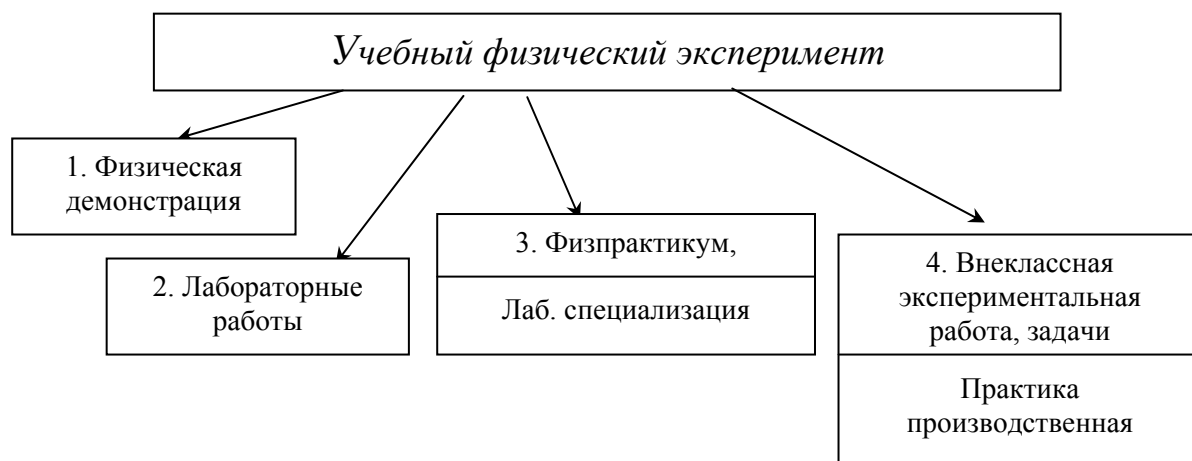
Ниже приведена наглядная классификация оборудования физического кабинета, учебного физического эксперимента и физической демонстрации в виде кодограмм.



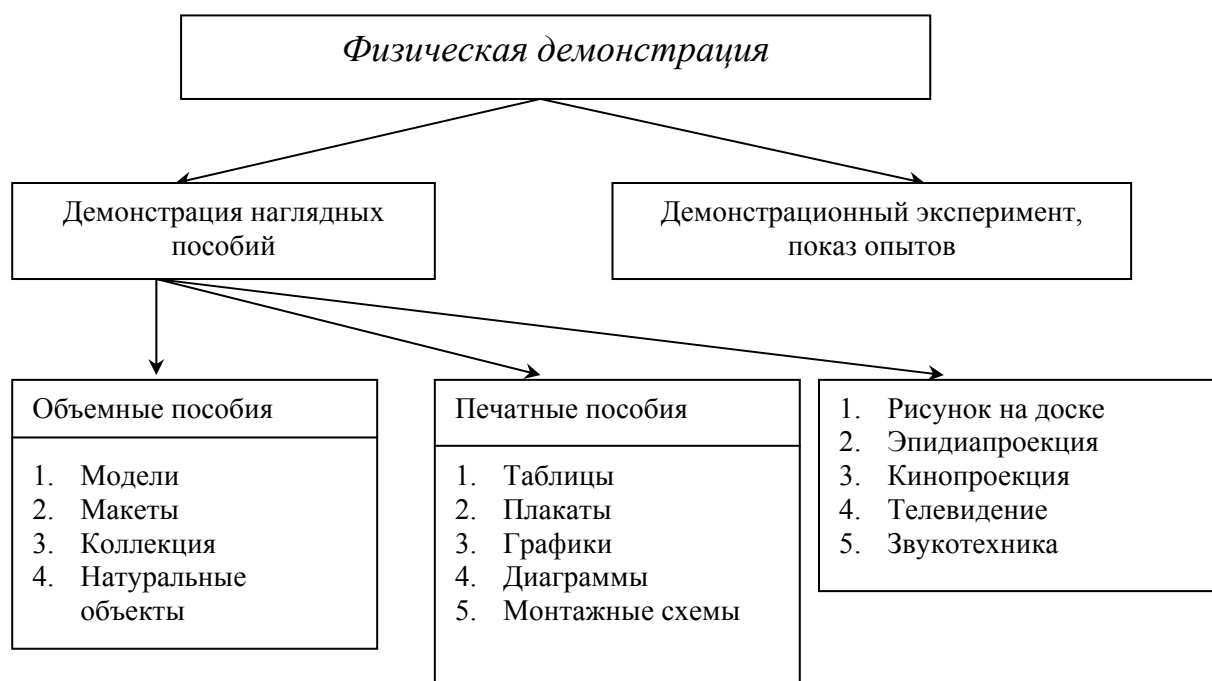
Кодограмма 1. Классификация оборудования физического кабинета

Общее оборудование: демонстрационный стол, затемнение, электрораспределительный щит, насосы, технические средства обучения, контроля знаний, лабораторные столы. Общелабораторное оборудование: штативы, штангенциркуль, линейки, наборы и т. д.

Экранные, звуковые и экранно-звуковые пособия, теле- и радиопередачи относятся к аудиовизуальным средствам обучения и воспитания (АВСОВ).



Кодограмма 2. Классификация учебного физического эксперимента



Кодограмма 3. Физическая демонстрация (классификация)



Кодограмма 4. Физическая демонстрация



Кодограмма 5. Лабораторные работы

1.3. Дидактические требования к демонстрационному эксперименту

Для обеспечения достойного уровня показа демонстраций необходимо не забывать об общих дидактических требованиях к демонстрационному эксперименту. В первую очередь, это наглядность, надежность, безопасность, простота (ученики должны понимать принцип действия приборов и установок, устройство новых для школьников приборов обязательно должно быть разъяснено до проведения опыта), своевременность демонстрации и ограничения по времени, необходимость возвращения к темам предыдущих уроков, разъяснения. Под надежностью следует понимать качество опыта и его успех: в случае, если несколько опытов у учителя не получатся, он быстро потеряет авторитет среди своих учеников. Учитель обязан ознакомиться с правилами

техники безопасности и быть уверенным, что ученики также знают правила поведения в кабинете физики. Опасность прежде всего представляют электроприборы, питающиеся от сети, а также тяжелые приборы при их транспортировке.

Для того чтобы приборы и опыты были видны каждому потенциальному зрителю, находящемуся в классе, необходимо [8]:

- размещать демонстрационный стол на подиуме, убирать с него все лишнее, отвлекающее внимание учащихся;
- применять специальные учебные приборы, имеющие достаточные размеры, дискретное расположение и яркую окраску основных деталей, выразительные шкалы, большие стрелки-указатели. Во время опыта размещать приборы так, чтобы они не закрывали друг друга;
- применять подсветку индикаторов, специальные настольные экраны с белым, темным или матовым покрытием;
- использовать подъемные столики, штативы, ящики-подставки или скамейку с разновысокими полками с целью расположения приборов в вертикальной плоскости;
- применять проекцию деталей, процессов на экран с целью обеспечения понимания как устройства прибора, так и воспроизводимого явления.

Перед началом урока учитель должен определить, какие опыты являются необходимыми для усвоения нового материала, а какие – нет. Эксперименты не должны загружать урок. Демонстрации выступают как иллюстрации законов, служат подтверждением изложенной темы. Часто бывает полезно использовать демонстрации для постановки вопроса, на который учащиеся должны самостоятельно найти ответ. Нельзя перегружать урок показами опытов, особенно в младших классах. Некоторые демонстрации можно повторять при углублении пройденного материала или рассмотрении разных сторон явления, дополняя или усложняя эксперимент. Выбирая между несколькими опытами, следует предпочесть наиболее простые и выразительные, которые надолго запомнятся учащимся. Наиболее эффективны занимательные опыты, обладающие новизной, вызывающие у учеников удивление от неожиданных результатов. Очень внимательно нужно отнестись к первым опытам при изучении новой темы.

Особенного отношения требует подбор опытов к первым занятиям по физике у учащихся седьмых классов.

1.4. Методические требования к демонстрационному эксперименту

Важный методический вопрос – место демонстрационного опыта на уроке физики. Существуют определенные правила проведения демонстраций, которые учитель обязан соблюдать. Прежде всего демонстрация должна быть четко связана с заданной темой урока. Эксперимент должен захватывать внимание учащихся на время, необходимое и достаточное для решения конкретной задачи. Как пишет А. И. Бугаев, «Психологическая основа эффективности демонстрационного эксперимента состоит во взаимосвязи первой и второй сигнальных систем, что внешне выражается в соединении наглядности со словом учителя». Место демонстрационного эксперимента в течение урока определяется учителем на основе выбранной методики изложения нового материала. Например, эвристическая беседа может подвести учащихся к постановке вопроса, ответ на который даст эксперимент. Либо эксперимент будет сам служить иллюстрацией заданного вопроса, ответ на который учащимся необходимо будет искать самостоятельно, – так поступают при выборе проблемного метода изложения.

При демонстрации опытов ведущая роль отводится учителю как проводнику между учащимися и новыми физическими явлениями. От методического мастерства и технической грамотности учителя зависит успех демонстрации. С этой точки зрения учитель должен быть немного актером.

При проведении демонстрации учитель обязан подготовить учащихся к восприятию информации: четко сформулировать цель эксперимента; объяснить принципиальную схему установки с помощью рисунка на доске (в отдельных случаях с помощью рисунка на плакате или проекции на экране); раскрыть методику наблюдаемого явления или методику измерения какой-либо величины, привлечь внимание учащихся к определенному участку демонстрации для обнаружения должного эффекта. Если демон-

страционный опыт сложный (требует нескольких действий или последовательного получения нескольких результатов), для повышения эффективности его разделяют на этапы, каждый из которых должен иметь свою цель и место в общем изложении. Структура физического опыта включает в себя следующее: цель опыта, схему проведения опыта, ход опыта и результаты.

Лишь после проведения подготовительной работы можно начинать демонстрацию. Сразу после окончания опыта учитель должен поинтересоваться у учащихся, что именно они видели. При этом он должен убедиться, что ученики, сидящие на задних партах, заметили необходимый эффект. Если ученики пропустили нужный момент, опыт следует повторить. После постановки опыта учитель спрашивает, как объяснить увиденное явление. При этом мастерство учителя проявляется в том, чтобы заранее подвести учеников к ответу с помощью наводящих вопросов. В завершение опыта учитель формулирует вывод, который ученики записывают в тетради.

Нельзя сообщать учащимся об эффекте демонстрационного опыта до его осуществления, иначе учитель рискует потерять внимание учеников. Опытные учителя часто предоставляют учащимся возможность предугадать итог опыта.

Число опытов по данному явлению, свойству или закону должно быть оптимальным. Многие сложные явления невозможно объяснить с помощью одного опыта, рассмотрение остается «однобоким». Однако чрезмерно большое их количество рассеивает внимание учащихся и требует много времени, что особенно сказывается в условиях сокращения времени, отведенного на уроки физики в школе.

Учащиеся должны быть вовлечены в процесс демонстрации эксперимента. С этой целью они обязаны внимательно наблюдать за действиями учителя, фиксировать в своих тетрадях название опыта, рисовать схему установки, записывать результаты опытов. Но записи в тетрадях учащиеся должны делать не во время эксперимента, а до выполнения опыта.

Темп демонстрации должен соответствовать темпу устного изложения и скорости восприятия учащихся.

1.5. Технические требования к проведению демонстраций

Основные технические требования, предъявляемые к эксперименту:

1. На демонстрационном столе должна быть только одна установка, используемая в данный момент.

2. Отдельные участки установки следует размещать на различных высотах.

3. Для усиления освещенности демонстрируемой установки следует пользоваться специальными подсветками.

4. При демонстрации явлений, происходящих в одной плоскости, нужно добиться того, чтобы плоскость, в которой происходит движение, была перпендикулярна лучу зрения учащихся, сидящих в центре класса.

5. При демонстрации физических явлений, непосредственно не воспринимаемых органами чувств, следует применять различные индикаторы.

6. Для улучшения видимости демонстрационной установки или отдельных приборов надо подбирать соответствующий фон, на котором рассматривается демонстрационная аппаратура.

7. При демонстрации явлений, происходящих в бесцветных средах, например в бесцветных жидкостях, последние подкрашивают.

8. Если демонстрируемая установка или прибор в целом имеют горизонтальное положение, то для лучшей видимости нужно использовать большое зеркало, расположенное под углом в 45^0 к поверхности прибора.

9. Если при демонстрации опытов происходят изменения положения тел или изменения уровней, высот, объемов, длин, то во всех этих случаях можно пользоваться различными отметками: резиновыми кольцами, наклеенными бумажками, пластилином и т. д.

10. В тех случаях, когда ни одно из вышеперечисленных средств не дает возможности обеспечить хорошую видимость, применяют различные виды проецирования.

Глава 2

Дидактические разработки

2.1. Лабораторный практикум по школьному физическому эксперименту

Учебный физический эксперимент создается, развивается и совершенствуется в связи с развитием содержания обучения и методики преподавания. Но самостоятельно подготовиться к эксперименту учителю стало практически невозможно, поскольку большинство книг по данной тематике уже не соответствует современному оборудованию. В связи с этим в ЯрГУ им. П. Г. Демидова были разработаны учебно-методические указания по методике и технике школьного физического эксперимента. На их основе были сделаны методические описания и руководства к восьми наиболее важным и сложным лабораторным работам, в которые были включены школьные эксперименты из образовательного стандарта. Работы дифференцируются по уровню различия формируемых навыков методики и техники эксперимента, рассматривались следующие: «Ознакомление с работой демонстрационных электроизмерительных приборов», «Источники электрического тока», «Звуковой генератор. Школьный электронный осциллограф», «Механика», «Проекционная аппаратура», «Молекулярная физика и теплота», «Механические и электромагнитные колебания» и «Механические и электромагнитные волны». Главное преимущество описаний этих работ от описаний, предложенных в книгах по данной тематике, – конкретность поставленных перед студентами целей. Данные лабораторные работы помогают овладевать студентам приемами и методами научного познания. Это позволит им в будущем самостоятельно и профессионально организовывать творческий познавательный процесс обучения физике. С этой целью в системе работы студентов на лабораторном практикуме по методике и технике школьного физического эксперимента должно уделяться особое внимание научному и творческому осмыслению выполняемой работы. Каждая работа иллюстрируется цветными фото-

графиями и разъяснениями, по сравнению с учебниками содержит больше фактов, и, несмотря на это, обладает большей конкретностью. В конце работы имеются контрольные вопросы, позволяющие студентам выполнять рефлексию по завершении ее выполнения для более глубокого понимания и осмысления. Работы отличаются по техническим особенностям, ровно как и методическим. Например, замечание о принципе работы демонстрационных приборов имеет прежде всего методическое значение в отношении ответа на вопрос: «Почему стрелка прибора замирает в определенном положении?».

Работы по школьному демонстрационному эксперименту разделены на две группы: «Основное оборудование физического кабинета» и «Демонстрационные опыты». Основное оборудование – универсальные приборы, широко применяемые при изучении различных тем в разных классах. К ним относятся: электрораспределительный щит, электроизмерительные приборы, выпрямители, трансформаторы, электронный осциллограф и т. д. Демонстрационное оборудование – это приборы, предназначенные для постановки учителем демонстрационных опытов по отдельным темам школьного курса физики. Приборы, относящиеся к основному оборудованию, могут играть в учебном процессе как основную, так и служебную роль. Многие приборы включены в содержание школьного курса физики для их изучения учащимися и в то же время могут служить в других экспериментах как вспомогательное оборудование (например, для выпрямления тока, получения осциллограмм различных процессов).

Методика проведения работ отличается незначительно. Каждый студент должен выполнить все работы самостоятельно или в звене, состоящем не более чем из двух человек.

Предусматривается самостоятельная работа студента по теоретической подготовке, т. е. необходимо по учебнику изучить данный вопрос, раздел школьного курса физики и по описанию ознакомиться с приборами. В процессе выполнения лабораторной работы студент проделывает все опыты, предусмотренные в ней.

2.2. Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 Ознакомление с работой демонстрационных электроизмерительных приборов

Цель работы: научиться разбираться в принципиальных и логических схемах измерительных приборов, применять их для постановки опытов и демонстраций.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Амперметр, вольтметр и ваттметр демонстрационные (модель 1960 г.).
2. Термостолбик, фотоэлемент полупроводниковый, катушка индуктивности.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Данная работа является одновременно и самой простой, и самой показательной работой курса физического практикума. На занятиях по физике общего курса, физических практикумах по электричеству студенты часто используют электроизмерительные приборы, поэтому они уже давно им знакомы. Однако, поскольку речь идет о демонстрационном эксперименте, демонстрационные приборы в отличие от лабораторных обладают существенными особенностями. Прежде всего они должны быть большими, с удобной съемной шкалой (шкала должна быть равномерной) для того, чтобы устройства могли видеть все предполагаемые зрители-ученики.

До сих пор студенты имели дело с электроизмерительными приборами постольку, поскольку необходимо было проводить измерения. Речи об устройстве и границах применения приборов в данных задачах, как правило, не шло. В данной лабораторной работе, напротив, уделяется особое внимание вопросу принципа работы гальванометра, демонстрационного амперметра, вольтметра и ваттметра. В ходе работы студенты отвечают на вопросы о принципиальных отличиях амперметра и вольтметра на основе

гальванометра, решают задачи на подбор добавочного сопротивления и шунта. Демонстрационные приборы открыты, а потому позволяют наглядно показать все составные элементы и понять принцип работы приборов. В процессе знакомства у студентов часто возникает вопрос, каким образом достигается равномерное отклонение стрелки в соответствии с равномерной шкалой. Детальное изучение прибора позволяет обнаружить пружину, приводящую в действие этот механизм. Для закрепления полученных знаний по устройству приборов учащимся предлагается выполнить несложный показательный эксперимент по обнаружению тока от трех источников:

- индукционный ток, возбуждаемый в катушке на 120 или 220 В от универсального трансформатора при движении полосового или подковообразного магнита;
- фототок от фотоэлемента, освещаемого лампой;
- термоток от термостолбика, нагреваемого лампой.

Опыты проводятся два раза, первый раз с использованием амперметра в режиме гальванометра, второй раз – вольтметра. Результаты сравнивают и анализируют, делают выводы.

Перед выполнением данной работы студентам следует повторить правила техники безопасности при работе с электрическим током. Поражение током может произойти как при высоком, так и при низком напряжении. Известны смертельные случаи поражения током низкого напряжения. Нужно иметь в виду, что воздействие электричества на человека определяется не величиной напряжения, а величиной силы тока, проходящего через тело человека. Безопасная величина переменного тока [8] составляет 10 мА, постоянного тока – 50 мА. Величина тока, проходящего через тело человека, определяется в свою очередь напряжением и сопротивлением человеческого тела, которое зависит от многих факторов и колеблется в пределах от 1 000 до 100 000 Ом.

Правила техники безопасности [8] при работе с электроприборами:

1. Нельзя пользоваться неисправными вилками и оголенными проводниками для подключения электрических приборов к сети. Все собранные электрические схемы должны содержать элемент управления током.

2. Недопустимо применение «жучков» вместо неисправных предохранителей.

3. Нельзя делать различные переключения в собранных схемах под напряжением.

4. Собранные электрические схемы включать в сеть или к электрораспределительным щитам только после проверки лаборантом или преподавателем.

5. Категорически запрещается проверять наличие напряжения по его действию на организм (касаться частей цепи под током и т. д.)

6. Все открытые токопроводящие части должны быть снабжены соответствующими кожухами (рубильниками, реостатами, плавкими предохранителями). Рубильник, включающий ток во всем физическом кабинете, следует располагать в препараторской.

7. Распространено мнение, что для безопасности эксплуатации электромеханического оборудования, мощных выпрямителей и трансформаторов необходимо заземление кожухов или станка. Это не всегда соответствует действительности. В школьном физическом кабинете с сухим деревянным полом не следует устанавливать защитное заземление. Опасность в этом случае связана с тем, что не исключена возможность одновременного касания заземленного корпуса машины и токоведущих частей. В лаборатории же с сырым полом защитное заземление необходимо.

При проведении демонстраций в школе нужно помнить, что преподаватель несет ответственность не только за свою безопасность, но и за безопасность учащихся.

Выполнение лабораторной работы № 1 способствует развитию навыков техники демонстрационного эксперимента. В первую очередь, это, конечно, навыки работы с электроизмерительными приборами. Студенты учатся быстро собирать схемы, подбирать в зависимости от условия задачи шунты и добавочные сопротивления, выбирают необходимые шкалы. Кроме того, в процессе практикума студенты учатся ставить демонстрационный эксперимент с использованием таких приборов, как термостолбик и фотоэлемент и подробно объяснять действия преподавателя в школе.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. Повторить материал о системах электроизмерительных приборов, условных обозначениях на шкалах приборов и правила эксплуатации.

2. Ознакомиться с инструкцией на демонстрационные приборы.

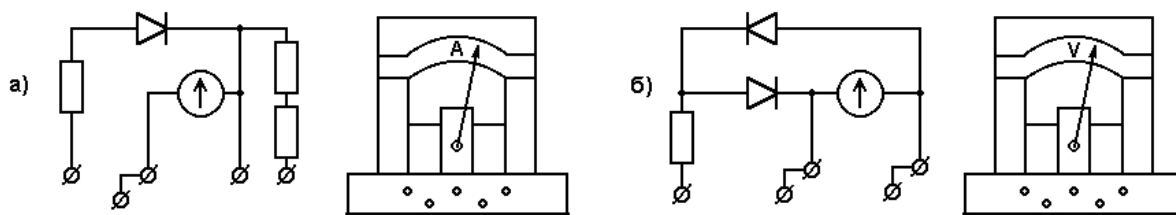


Рис. 1.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Рассмотрите демонстрационные амперметры и вольтметры, проверьте их комплектность, установите маркировку клемм и их назначение (рис. 1).

Для измерения напряжений и токов в цепях постоянного и переменного токов, а также в качестве гальванометров в школах используются в основном два типа приборов: демонстрационный амперметр и демонстрационный вольтметр. В этих приборах сочетается магнитоэлектрическая система с выпрямляющим устройством. Проходящий постоянный ток, взаимодействуя с магнитным полем постоянного магнита, создает пару сил, действующих на катушку. Под действием вращающего момента катушка поворачивается на некоторый угол, при котором вращающий момент уравнивается противодействующим моментом, созданным пружинами. Так как противодействующий момент, созданный пружинами, пропорционален углу их закручивания, то чем больше ток в катушке прибора, тем больше вращающий момент и тем больше будет угол поворота подвижной части. По углу поворота подвижной части измерительного механизма определяют величину тока или функционально связанную с ним другую измеряемую величину. Приборы снабжаются успокоителями – приспособлениями для уменьшения времени коле-

баний подвижной части относительно положения равновесия. Простая конструкция этих приборов позволяет использовать их не только для измерения электрических величин при демонстрациях, но и для изучения устройства амперметров и вольтметров.

Демонстрационные амперметр и вольтметр по своему устройству одинаковы и отличаются только элементами электрической схемы и начертанием шкал (рис. 1).

Приборы состоят из следующих основных частей: измерительного механизма магнитоэлектрической системы, сменных шкал, полупроводникового выпрямителя, сменных добавочных сопротивлений в вольтметрах или сменных шунтов в амперметрах. Приборы смонтированы в пластмассовых корпусах. Снизу на лицевой стороне корпуса установлено пять клемм. Три клеммы одного цвета расположены наверху, а две клеммы другого цвета – внизу. У одной верхней клеммы имеется обозначение переменного тока «~», а у другой поставлен знак «–». Для использования прибора в качестве гальванометра служат две нижние клеммы. С обратной стороны прибора, видимой из заднего окна корпуса, на шкале нанесено десять равномерных делений. Начало и конец делений соответствуют началу и концу рабочих шкал. Эти деления предназначены для определения относительного положения стрелки, а также для контроля за работой при проведении опытов преподавателем. Ниже этого окна расположена головка корректора, вращая которую, устанавливают стрелку прибора в исходное нулевое положение.

Каждый прибор можно использовать для трех видов измерений: в цепи постоянного тока, в цепи переменного тока и в качестве гальванометра.

Амперметр демонстрационный служит для измерения силы постоянного тока в пределах от 3 до 10 А, для измерения переменного тока также от 3 до 10 А и как гальванометр. При измерении постоянного и переменного тока используются одни и те же шунты. Шунтом (от англ. shunt – ответвление) называется электрический проводник, присоединяемый параллельно электрической цепи для ответвления части электрического тока, когда нежелательно или невозможно весь ток пропустить через данную цепь. При расширении пределов амперметра измеряемый ток I_x

распределяется между шунтом и амперметром обратно пропорционально их сопротивлениям:

$$I_x = I_A \left[1 + \frac{R_A}{R_{ш}} \right] = I_A k_{ш},$$

где сила тока I_A определяется по показаниям амперметра, а $k_{ш}$ – коэффициент шунтирования. Для удобства определения измеряемого тока сопротивление шунта подбирается так, чтобы коэффициент шунтирования был равен 10, 100, 1000.

Шкала постоянного тока 3 А имеет 15 делений, шкала на 10 А – 20 делений.

Для подготовки амперметра к измерениям в цепях постоянного тока необходимо:

а) присоединить шунт к правым верхним клеммам (обозначенным «+») и к средней клемме;

б) в передний паз на крышке прибора установить шкалу постоянного тока того же предела измерения, что и установленный шунт;

в) установить с помощью корректора стрелку на нулевое деление.

Для измерения силы переменного тока необходимо:

а) присоединить соответствующий шунт к левым верхним клеммам;

б) установить соответствующую шкалу переменного тока;

в) установить стрелку на нулевое деление.

Для использования прибора в качестве гальванометра необходимо:

а) в передний паз на крышке прибора поставить шкалу с нулем посередине;

б) установить с помощью корректора стрелку на нулевое деление шкалы;

в) присоединить исследуемую цепь к нижним клеммам.

Вольтметр демонстрационный служит для измерения напряжения в цепях переменного (с пределами измерения 15 и 250 В и ценой деления 1 и 25 соответственно) и постоянного тока (с пределами измерения 5 и 15 В и ценой деления 0.5 и 1 соответственно), а также может быть использован как гальванометр. Для измерения напряжения прибор снабжен дополнительными сопро-

тивлениями, на которых указан род измеряемого напряжения и верхний предел.

При подключении добавочного сопротивления последовательно к вольтметру измеряемое напряжение будет равно

$$U = U_v \left[1 + \frac{R_d}{R_v} \right] = m U_v,$$

где R_d – добавочное сопротивление, а m – множитель добавочного сопротивления, показывающий, на сколько следует умножить показания вольтметра по прежней шкале, чтобы получить значение напряжения, измеряемого вольтметром с добавочным сопротивлением. Для расширения предела измерения в m раз добавочное сопротивление должно быть в $m-1$ раз больше сопротивления измерительного механизма.

Для измерения вольтметром постоянного тока необходимо:

- а) установить в переднем пазу крышки прибора шкалу постоянного тока нужного предела измерений;
- б) к клемме, помеченной «+», подключить добавочное сопротивление;
- в) установить стрелку в нулевое положение.

Для подготовки прибора к измерению напряжения в цепях переменного тока нужно:

- а) установить в переднем пазу крышки прибора шкалу переменного тока нужного предела измерений;
- б) к крайней левой клемме подключить добавочное сопротивление;
- в) установить стрелку в нулевое положение шкалы.

Для использования вольтметра в качестве гальванометра необходимо:

- а) установить в переднем пазу крышки прибора шкалу с нулем посередине;
- б) установить с помощью корректора стрелку на нулевое деление;
- в) подсоединить исследуемую цепь к клеммам гальванометра (нижние).

Ваттметр демонстрационный предназначен для измерения активной мощности в цепях однофазного переменного тока промышленной частоты.

Ваттметр имеет следующие пределы измерения мощности:

<i>Предел по силе тока, А</i>	<i>Предел по напряжению, В</i>	<i>Предел измерения мощности, Вт</i>
1	30	30
1	150	150
1	300	300
5	30	150
5	150	750
5	300	1500

Погрешность измерения $\pm 5 \%$.

Ваттметр демонстрационный состоит из следующих частей: измерительного механизма, сменных добавочных сопротивлений и сменных шкал. Три клеммы верхнего ряда 1; 1; 5 А, две клеммы нижнего ряда – *U и U В. Клеммы, помеченные звездочкой, являются генераторными. Клеммы верхнего ряда служат для подключения токовой катушки последовательно в измерительную цепь. Клеммы нижнего ряда служат для подключения катушки напряжения параллельно измерительной цепи. К клеммам U подключают добавочные сопротивления.

Для уменьшения времени колебаний подвижной части прибора применен магнитоиндукционный успокоитель. Он состоит из секторообразной алюминиевой пластины, скрепленной со стрелкой идвигающейся в небольшом зазоре, создаваемом скобой, где установлен магнит, обладающий высокими магнитными свойствами. При движении пластины в ней индуцируются вихревые потоки, которые тормозят ее движение.

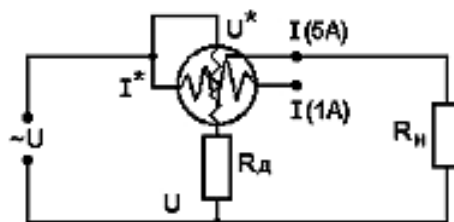


Рис. 2.

Для включения ваттметра его генераторные клеммы соединяются накоротко. Для правильного включения оба генераторных зажима должны быть присоединены к одному проводу источни-

ка, а не нагрузки (см. рис. 2). Другим проводом включается токовая катушка, состоящая из двух последовательно соединенных секций. Параллельно нагрузке подключается подвижная катушка напряжения.

ХОД РАБОТЫ

Задание 1. Ознакомление на приборах с устройством и техническими данными демонстрационного амперметра и вольтметра.

а) На шкале гальванометра (у амперметра и вольтметра) прочитайте величину внутреннего сопротивления и чувствительность C_A и C_V . Рассчитайте номинальные показания на 10 делений каждого гальванометра по току и напряжению.

б) Рассмотрите, каково сопротивление, цена деления и предел измерения демонстрационного амперметра и вольтметра в режиме гальванометра.

в) Подумайте, чем объяснить, почему гальванометр от демонстрационного амперметра имеет большее сопротивление по сравнению с гальванометром от демонстрационного вольтметра?

г) Зарисуйте в тетради принципиальные схемы демонстрационного амперметра и вольтметра.

Задание 2. Использование демонстрационного вольтметра и амперметра в цепях переменного и постоянного тока.

а) Включив шунт к амперметру на 3 А и добавочное сопротивление к вольтметру на 5 В, измерьте напряжение на сопротивлении $R = 4$ Ом в схеме (рис. 3).

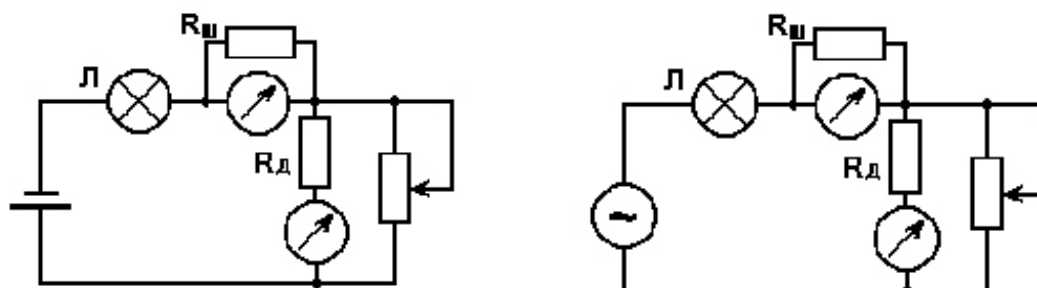


Рис. 3.

б) Используя приборы для измерения силы тока и напряжения в цепи переменного тока, измерьте силу тока в цепи, падение напряжения на лампочке, определите мощность, потребляемую электрической лампочкой (рис. 3).

Задание 3. Проверка ваттметра.

Соберите схему для измерения мощности переменного тока потребляемой на ступенчатом реостате R (рис. 4).

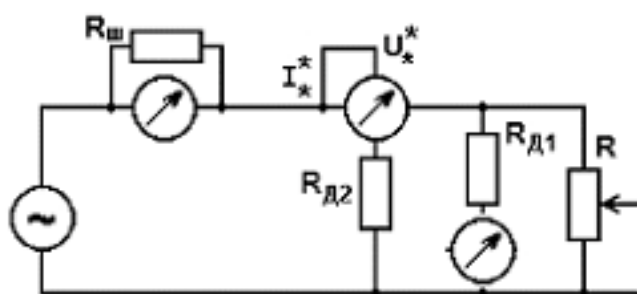


Рис. 4.

Сравните показания ваттметра с мощностью, рассчитанной по показаниям амперметра и вольтметра.

Задание 4. Использование демонстрационного амперметра и вольтметра как гальванометров.

Проделайте поочередно с обоими гальванометрами простейшие опыты по электромагнитной индукции, фототоку, термотоку по схеме (рис. 5).

а) Подготовьте демонстрационные амперметр и вольтметр для работы в режиме гальванометра.

б) Используя гальванометр от демонстрационного амперметра, обнаружьте:

- индукционный ток, возбуждаемый в катушке на 120 или 220 В от универсального трансформатора при движении полосового или подковообразного магнита;
- фототок от фотоэлемента, освещаемого лампой;
- термоток от термостолбика, нагреваемого лампой.

в) Повторите опыты, используя демонстрационный вольтметр в режиме гальванометра.

г) Результаты измерений оформите в таблицу. Сравните величину отклонения стрелки от положения равновесия в каждом случае.

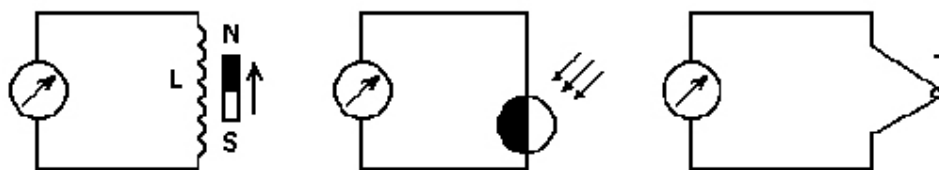


Рис. 5.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему внутреннее сопротивление гальванометра от амперметра делается большим, а от вольтметра – малым?
2. Почему электрическая цепь демонстрационного вольтметра содержит два полупроводниковых диода? Каково назначение каждого диода в цепи?
3. Чем конструктивно отличается амперметр от вольтметра?
4. Почему демонстрационный ваттметр нельзя использовать для измерения мощности в цепях постоянного тока?

Лабораторная работа № 2 Источники электрического тока

Цель работы: ознакомиться с устройством и правилами эксплуатации гальванических элементов и аккумуляторов, научиться составлять для них растворы кислот и щелочей; ознакомиться с методикой проведения отдельных демонстраций, разъясняющих принцип действия химических источников тока; с устройством и принципиальной схемой выпрямителей ВС-4-12, ВС-24М, ВУП-2, РНШ; с методикой проведения отдельных демонстраций с использованием разборного универсального трансформатора на панели.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Гальванические элементы группы: МЦ, ВМЦ, ВДЦ.
2. Аккумуляторы кислотные и щелочные, набор по электролизу.

3. Выпрямители ВС-4-12, ВС-24М, ВУП-2 , РНШВ.
4. Трансформатор универсальный и на панели.
5. Магнитоэлектрическая машина.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Данная лабораторная работа представляет собой комбинацию отдельных демонстрационных экспериментов, связанную одной общей темой – «Источники электрического тока». Из всех работ эта наибольшая как по объему выполняемых экспериментов, так и по времени. Поэтому, возможно, во время физического практикума имеет смысл условно разделить ее на несколько частей. В первой части речь идет о гальванических элементах и аккумуляторах. Студенты изучают методику изготовления простейшего элемента Вольты, а также принцип работы аккумуляторов. В ходе работы учащимся предлагается выполнить ряд экспериментов по зависимости ЭДС гальванического элемента от вещества электродов и электролитов. С технической точки зрения учащиеся приобретают новые навыки работы с опасными химическими веществами, такими как 10 %-ный раствор серной кислоты, изучают правила техники безопасности.

Вторая часть лабораторной работы посвящена теоретическому осмыслению схем селеновых выпрямителей и анализу действия каждого входящего в состав прибора элемента с помощью открытого экземпляра выпрямителя. Студенты отвечают, для чего и в каких случаях используются выпрямители.

В третьей и заключительной части студенты ставят множество опытов с использованием комплекта «Трансформатор универсальный» и магнитоэлектрической машины. Как показал проведенный среди школьников опрос, опыты по электромагнитной индукции оказались самыми эффектными и запоминающимися. Поэтому эксперименты с использованием трансформатора имеют непреходящее значение для формирования навыков будущих преподавателей. Комплект «Трансформатор универсальный» позволяет провести более двадцати различных опытов. В данной лабораторной работе рассматриваются самые яркие из них, а именно:

- Магнитное поле катушки с током.
- Действие магнитного поля на проводник с током.

- Усиление магнитного действия при замкнутом сердечнике (замкнутом магнитопроводе).
- Модель намагничивающей установки.
- Получение индукционного тока при помощи движущегося магнитного поля.
- Демонстрация индуктивных действий переменного тока.
- Принцип контактной сварки.
- Индукционное торможение и вихревые токи.
- Влияние магнитного сопротивления на работу трансформатора.
- Применение трансформаторов для передачи электроэнергии на расстоянии.

При выполнении этих опытов студенты повторяют основы электромагнетизма, приобретают навыки работы с новым оборудованием (заметим, что комплект создан специально для демонстраций, поэтому нигде прежде студенты не могли его применять, а, следовательно, до выполнения работы не имели навыков техники демонстраций с использованием данного комплекта). Большой практический интерес представляет собой задача передачи электроэнергии на расстояния. Для демонстрации этого явления используется магнитоэлектрическая машина. Прежде чем приступить к выполнению опыта, учащимся необходимо ознакомиться с принципом работы машины, определить, в каких режимах она может работать. Для проверки полученных знаний студентам предлагается продемонстрировать получение постоянного и переменного тока с помощью магнитоэлектрической машины и показать обратимость хода магнитоэлектрической машины. С дидактической точки зрения опыт по передаче электроэнергии на расстояния представляет собой большую ценность, поскольку тесно связан с практической жизнью людей. Школьники часто не имеют представлений о том, как связаны те или иные темы по физике с повседневной жизнью. Из-за большого разрыва между школьными знаниями и бытом снижается интерес учащихся к предмету. Демонстрация данного физического эксперимента и подробный рассказ позволят вовлечь школьников в образовательный процесс.

Таким образом, лабораторная работа № 2 является безусловным лидером по количеству приобретаемых студентами навыков методики и техники школьного демонстрационного эксперимента.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

I. Гальванические элементы.

Выпускаемые промышленностью в массовом количестве элементы и батареи в зависимости от применения в них электродных материалов делятся на следующие электрохимические системы (группы):

- а) марганцево-цинковая (МЦ);
- б) воздушно-марганцево-цинковая (ВМЦ);
- в) с воздушной деполяризацией: цинковая (ВДЦ), железная (ВДЖ);
- г) медноокисная с цинковым отрицательным электродом (МОЭ);
- д) окиснортутная с цинковым отрицательным электродом (ОРЦ).

Наиболее распространенными среди всех известных типов гальванических элементов являются элементы марганцево-цинковой системы (вариант элемента Лекланше). В школе применяются и изучаются главным образом элементы этой системы, поэтому они будут подробно описаны ниже.

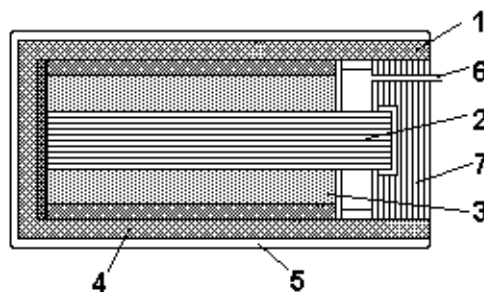


Рис. 6.

По конструкции элементы разделяются на стаканчиковые и галетные. Стаканчиковые элементы в свою очередь делятся по конфигурации на квадратные и цилиндрические. Устройство сухого элемента марганцево-цинковой системы стаканчикового типа показано на рис. 6. Отрицательным электродом элемента служит прямоугольный цинковый стакан с квадратным или круглым дном (1). Внутри этого стакана расположен положительный электрод. Активная масса положительного электрода представляет собой смесь двуокиси марганца с графитом и сажой (агломерат) (3), запрессованную

вокруг угольного стержня (2), служащего токоотводом. Положительный электрод обертывается миткалем или бумагой. Пространство между электродами заполнено электролитом (4), которым служит водный раствор хлористого аммония (нашатыря) с добавлением других нейтральных солей и загустителя. Элемент заключен в картонный футляр (5), покрытый изоляционным водонепроницаемым материалом. Сверху до краев элемент заполнен заливочной массой (смолкой) (7), сквозь которую пропущена тонкая трубка (6), предназначенная для выхода газов, образующихся при работе элемента. Смоляная заливка отделяется от газового пространства картонной шайбой.

Элементы типа ВМЦ (с воздушной деполяризацией) имеют агломерат, состоящий из активированного угля с примесью графита и марганцевой руды. Деполяризатором служит кислород из окружающего воздуха, который проникает к агломерату через несколько отверстий, сделанных в верхней крышке элемента. При работе элемента эти отверстия должны быть открыты, при хранении – закрыты резиновыми пробками во избежание попадания в элемент влаги и окисления цинкового электрода.

Для постановки демонстрационных экспериментов по теме «Закон Ома» для определения таких понятий, как разность потенциалов и ЭДС источника, часто используют ванну с электродами. Прибор представляет собой раздвижной гальванический элемент со щупами. Он предназначен для демонстрации независимости ЭДС химических источников тока от размеров электродов, для введения понятия внутреннего сопротивления источника тока и для экспериментальной иллюстрации справедливости законов Ома для замкнутой цепи.

Прибор представляет собой прямоугольную ванну из оргстекла, в которую устанавливают цинковый и медный электроды, закрепленные в пластмассовых держателях с зажимами, и два щупа из медного провода в хлорвиниловой изоляции. У нижних концов щупов, опускаемых в электролит, снята изоляция, а верхние концы закреплены в пластмассовых держателях с зажимами. Электролитом этого элемента служит раствор серной кислоты и двуххромовокислого калия (100 частей воды, 37 частей серной кислоты и 16 частей $K_2Cr_2O_7$). Ванну с электродами можно изгото-

вить самостоятельно. При использовании прибора на внешнюю сторону ванны удобно наклеить полоску миллиметровки, чтобы измерять расстояние между электродами гальванического элемента.

II. Аккумуляторы.

Аккумуляторы являются источниками постоянного тока низкого напряжения. В школьной практике применяются щелочные аккумуляторы железо-никелевые (ЖН) или кадмиево-никелевые (КН). Аккумуляторы обладают большим постоянством напряжения и способны выдерживать сильные разрядные токи. Для щелочных аккумуляторов электролитом служит раствор едкого калия КОН плотностью 1.19-1.21 г/см³ или раствор едкого натрия NaOH плотностью 1.17-1.19 г/см³. Уровень электролита должен быть на 5–10 мм выше верхнего края пластин.

Во время демонстраций с использованием кислот и щелочей нужно помнить о правилах техники безопасности. Кислоты и щелочи оказывают разрушительное воздействие на органические и некоторые неорганические вещества [8]. Помните:

1. При составлении растворов серной кислоты во избежание сильного нагревания, разбрызгивания кислоты и даже взрыва сосуда с раствором наливают кислоту в воду, а не наоборот.

2. При растворении концентрированной серной кислоты в воде следует пользоваться только стеклянной химической посудой, при растворении щелочей – фарфоровой (керамической), стальной или чугунной.

3. Наливать в сосуды концентрированные растворы кислоты и щелочи можно только тонкой струйкой (через воронку) во избежание разбрызгивания.

4. Всю работу с растворами кислот и щелочи следует производить только в сосудах, поставленных на специальный эмалированный поднос или большую фотографическую кювету, чтобы не испортить лабораторные столы.

5. Нельзя сильно наклоняться над сосудом, в который наливается раствор, так как брызги могут попасть в глаза. В последнем случае глаза нужно срочно промыть большим количеством воды, а затем нейтрализующими растворами: для щелочи – двух-

процентным раствором борной кислоты, для кислоты – трехпроцентным раствором двууглекислой (питьевой) соды. После промывки немедленно обратиться ко врачу.

6. Попавшую на кожу кислоту или щелочь необходимо прежде всего смыть большим количеством воды и для нейтрализации смочить поверхность участка тела, подвергшегося действию кислоты, трехпроцентным раствором двууглекислой (питьевой) соды; подвергшегося действию щелочи – двухпроцентным раствором борной кислоты. В лаборатории всегда должно быть наготове достаточное количество нейтрализующих растворов. В школе едкие, ядовитые и огнеопасные вещества следует хранить в месте, совершенно недоступном для учащихся.

III. Выпрямители.

При постановке различных демонстраций, лабораторных работ и физического практикума требуется постоянное напряжение. Для этой цели используют полупроводниковые выпрямители.

Выпрямитель селеновый ВС-4-12 (рис. 7б) служит для преобразования переменного напряжения электросети 127 и 220 В с частотой 50 Гц в постоянное пульсирующее напряжение до 12 В

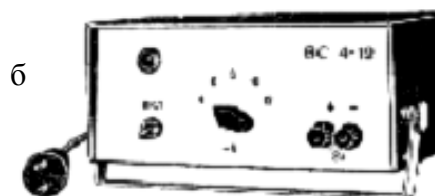
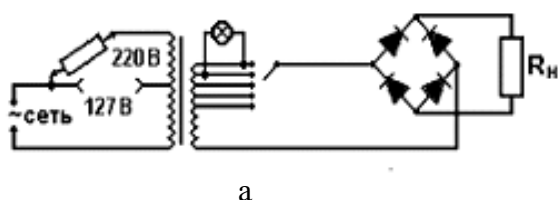
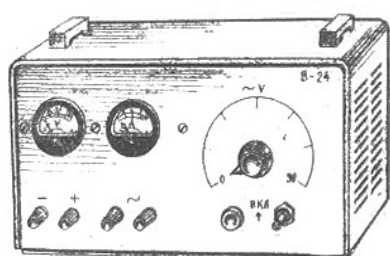


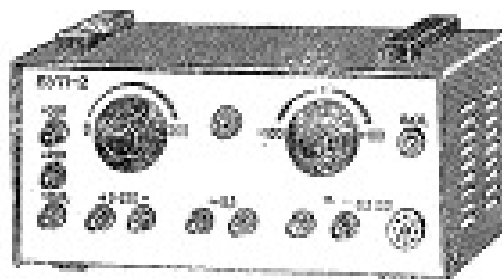
Рис. 7.

при силе тока 3 А. Выпрямитель состоит из металлического корпуса, на дне которого установлен понижающий трансформатор, селеновых вентилей, щитка для предохранителей и колодок для присоединения электрошнура с вилкой. На передней панели смонтированы ручка переключателя напряжения, сигнальная лампа, тумблер включения прибора в сеть переменного тока и клеммы подключения нагрузки. Принципиальная электрическая схема показана на рисунке 7а. В выпрямителе использована однофазовая мостовая двухполупериодная схема.

Перед включением выпрямителя в сеть необходимо отвернуть два винта, крепящие кожух с дном, и проверить исправность и соответствие установленного предохранителя сетевому напряжению (220 В соответствуют 0,5 А, а 127 В – 1 А).



а



б

Рис. 8.

Выпрямитель селеновый BS-24M (рис. 8а, схема на рис. 9) предназначен для получения постоянного регулируемого напряжения до 24 В при силе тока до 10 А. Кроме того, с дополнительных клемм «~» можно получить регулируемое напряжение до 30 В. Основной частью данного выпрямителя является тороидальный трансформатор.

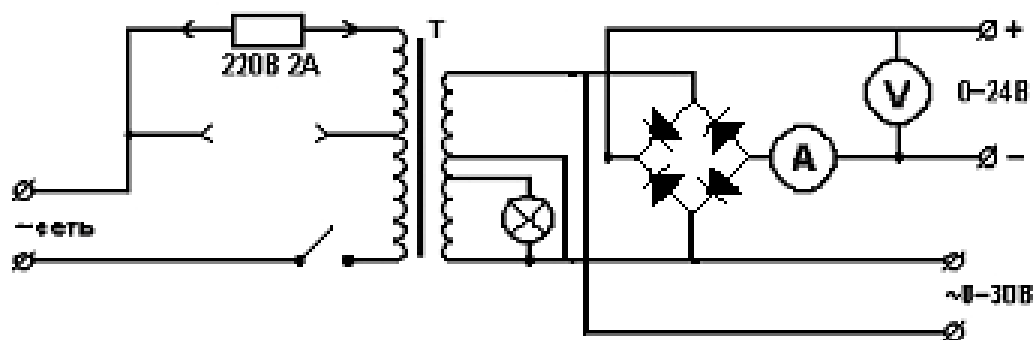


Рис. 9.

На передней панели прибора смонтированы вольтметр и амперметр постоянного тока, сигнальная лампа, ручка для плавного изменения снимаемого напряжения и две пары универсальных клемм для снятия выпрямленного и переменного напряжения.

Перед началом работы с прибором необходимо убедиться в исправности и правильности установки предохранителя. Следует

энергии на расстоянии, подробно рассматривается устройство и принцип действия прибора.

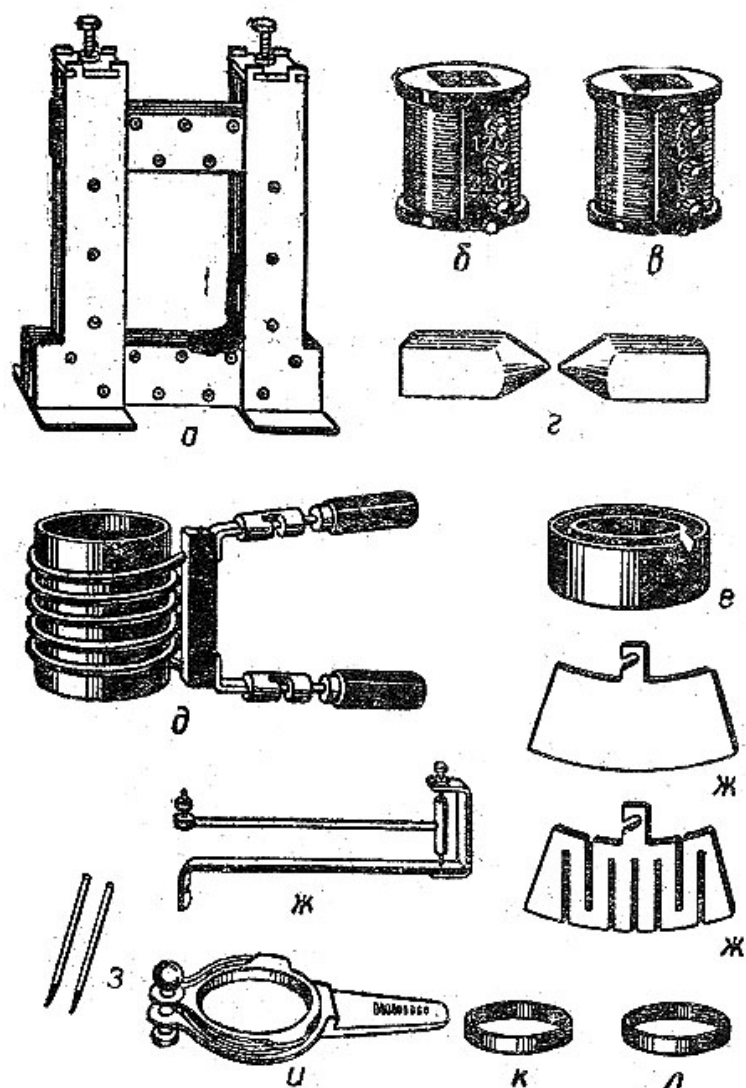


Рис. 11.

Трансформатор – прибор, служащий для преобразования напряжения переменного тока. Повышающий трансформатор преобразует ток с повышением напряжения (при уменьшении силы тока), понижающий – с понижением напряжения. Трансформатор состоит из двух катушек с общим сердечником, сделанным из отдельных пластин мягкого железа (почему?).

Трансформатор характеризуется коэффициентом трансформации, равным отношению ЭДС самоиндукции первой катушки к

ЭДС индукции второй катушки соответственно (покажите, что коэффициент трансформации равен отношению числа витков в первой катушке к числу витков во второй). При разомкнутой цепи вторичной обмотки трансформатор работает на холостом ходу. Подумайте, для чего можно использовать холостой ход трансформатора.

Для демонстрации устройства и действия трансформатора, а также для других опытов по электромагнетизму и электромагнитной индукции используют набор «Трансформатор универсальный». В него входят:

- а) U-образный сердечник с ярмом;
- б) катушка 120/220 В;
- в) катушка 6/6 В;
- г) два наконечника конусообразной формы;
- д) катушка электросварочного аппарата;
- е) кольцо-желоб;
- ж) маятник с двумя пластинами;
- з) два электрода;
- и) катушка плоская;
- к) кольцо медное;
- л) кольцо алюминиевое.

Мощность трансформатора 60 Вт. Ток холостого хода не более 0,5 А.

Катушки универсального трансформатора часто используют в демонстрационном эксперименте в качестве катушек индуктивности. Чтобы правильно судить о значении индуктивности и правильно включать в цепь катушку большей или меньшей индуктивности, надо знать количество витков и расположение выводов у этих катушек. На рисунке 12а изображено расположение выводов катушки 120/220 В универсального трансформатора. Катушка L1 имеет 490 витков, катушка L2 – 422 витка. К зажимам 2–3 выведены концы двух последовательно соединенных катушек с общим числом витков 912. На корпусе катушки между этими выводами стоит цифра 220. Выводы 1–3 соединены с концами катушки, имеющей наименьшее число витков.

Иное положение с катушкой 6/6 (рис. 12б). Эта катушка имеет две секции по 34 витка. Таким образом, крайние выводы 1–3

соединены с концами катушки, имеющей наибольшее число витков – 74.

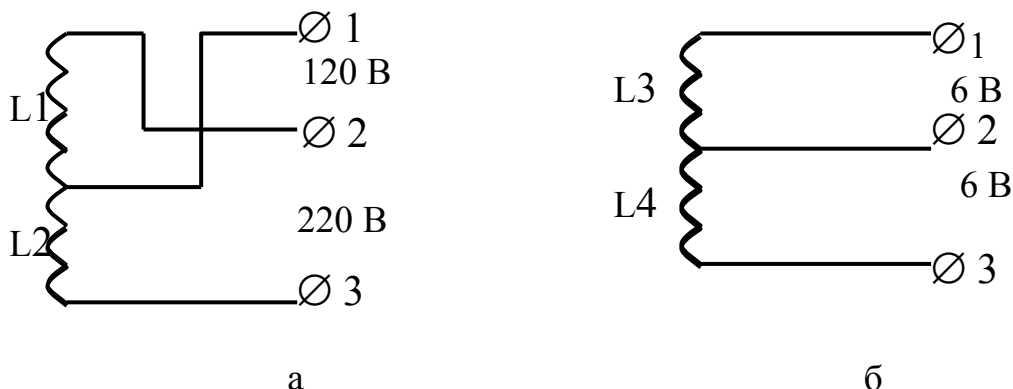


Рис. 12.

V. Машина магнитоэлектрическая.

Гальванические токи могут быть вызваны без всякой батареи одним передвижением магнита относительно замкнутых проводников. На этом факте основано устройство магнитоэлектрической машины. Первая такая машина была создана Пикси в 1832 году вскоре после того, как Фарадей опубликовал свои открытия.

Машина магнитоэлектрическая предназначена для демонстрации превращения механической энергии в электрическую, устройства и принципа действия генераторов постоянного и переменного токов, обратимости электрических машин, и может служить в качестве источника тока при демонстрации некоторых опытов по электродинамике. Она смонтирована на общем основании и состоит из следующих частей: постоянного магнита, ротора и коллектора. Постоянный магнит выполнен разборным, его южный и северный полюсы окрашены соответственно в красный и синий цвета. Ротор с сердечником из магнитомягкой стали имеет обмотку из медного провода, концы которой соединены с контактами коллектора. На оси ротора со стороны, противоположной коллектору, насажен шкив. Коллектор комбинированный, в зависимости от положения щеток позволяет получать в электрической цепи, подключенной к машине, переменный или постоянный ток. Щетки установлены на двух держателях со стороны коллектора так, что могут перемещаться вдоль его контактов.

В средней части основания закреплены патрон с низковольтной лампой накаливания и пара клемм. Лампа и клеммы соединены параллельно и подключены к щеткам машины. Приводной шкив установлен в стойках и приводится во вращения ручкой. Приводной шкив и шкив ротора соединены резиновым ремнем.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

А. Демонстрация зависимости ЭДС гальванического элемента от вещества электродов и электролита.

а) Соберите элемент Вольта и измерьте ЭДС. Сделайте вывод из проделанных демонстраций.

б) Покажите, что ЭДС гальванического элемента зависит от вещества электродов и электролита. Для опытов возьмите различные пары электродов (цинк-медь, цинк-свинец, цинк-уголь и т. д.) и различные электролиты (10%-ный раствор серной кислоты, насыщенный раствор хлористого аммония – нашатырь, раствор поваренной соли). Измерив ЭДС, сделайте вывод о качестве полученных источников тока.

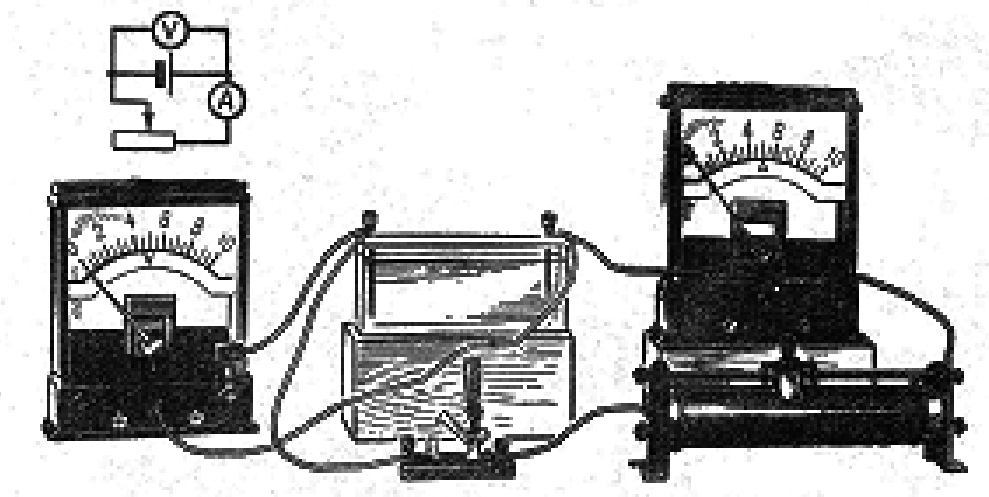


Рис. 13.

Б. Демонстрация принципа работы аккумулятора.

Ознакомьтесь с устройством щелочного и кислотного аккумуляторов.

Продемонстрируйте принцип действия простейшего кислотного аккумулятора.

а) В стеклянный сосуд налейте 20–22%-ный водный раствор серной кислоты и опустите в раствор два одинаковых, хорошо очищенных свинцовых электрода.

б) Покажите (с помощью вольтметра или электрической лампы), что такой элемент не дает тока.

в) Разомкнув первую цепь, присоедините свинцовые пластины к источнику постоянного тока напряжением 4–8 В (селеновому или универсальному выпрямителю) последовательно с амперметром и реостатом и пропускайте ток в течение 3–5 минут, измеряя его величину.

г) Покажите, что аккумулятор зарядился. Обратите внимание на цвет пластин после зарядки.

д) Обратите внимание на направление тока при зарядке и разрядке аккумулятора.

В. Ознакомление с принципиальной схемой и принципом работы выпрямителя.

Ознакомьтесь с принципиальной схемой и устройством селенового выпрямителя. На раскрытом экземпляре рассмотрите монтажную схему прибора. Проверьте наличие и соответствие предохранителя напряжению сети в лаборатории. Объясните назначение каждого структурного элемента схемы.

Г. Опыты с использованием набора «Трансформатор универсальный».

До выполнения данной работы нужно повторить следующие вопросы:

1. Принцип действия трансформатора.
2. Холостой ход трансформатора.
3. Работа трансформатора при нагрузке.
4. Мощность трансформатора и его КПД.

Задание 1. Магнитное поле катушки с током.

Подключив катушку 120/220 В к источнику постоянного тока 4–5 В (через выключатель), располагают ее так, чтобы ось была перпендикулярна к направлению магнитного меридиана. Вблизи катушки устанавливают магнитную стрелку. При включении тока

магнитная стрелка поворачивается в направлении оси катушки. Подумайте, что позволяет определить этот опыт? Каким образом можно усилить действие катушки? Используя сердечник, продемонстрируйте работу электромагнита.

Задание 2. Действие магнитного поля на проводник с током.

а) Взаимодействие двух катушек.

Положите катушку 120/220 В со вставленным ярмом и подключите к зажимам катушки через выключатель и провода от источника постоянного тока 10–20 В. Возьмите катушку-моток КМ из набора для фронтальных работ и подключите ее провода к источнику постоянного тока напряжением 4–6 В. При замыкании выключателя катушка-моток оттолкнется или притянется к катушке. Изменив отдельно направление тока в катушках, продемонстрируйте отталкивание и притягивание в зависимости от направлений тока. Сделайте выводы.

б) Поворот катушки с током в магнитном поле.

Установите на сердечнике катушку 120/220 В и закрепите на сердечнике конусные наконечники. Для этого установите на шлифованных плоскостях сердечника призматическую часть наконечников и закрепите их при помощи прижимов. Вставив пластины прижима выступами в пазы планок сердечника и ввертывая винт, прижмите наконечники к сердечнику и затем заверните контргайки. Зазор между плоскостями наконечников должен обеспечивать свободное вращение катушки-мотка КМ вокруг своей оси. Следует продемонстрировать зависимость направления поворота катушки-мотка от направления в катушке 120/220 В и катушке-мотке. Подумайте, принцип действия какого устройства позволяет продемонстрировать этот опыт. Сделайте выводы.

Задание 3. Усиление магнитного действия при замкнутом сердечнике (замкнутом магнитопроводе).

На сердечнике установите катушку 120/220 В и наложите ярмо шлифованной плоскостью на шлифованные плоскости сердечника. Затем катушку подключите через выключатель к источнику постоянного тока 4–8 В. При замыкании выключателя ярмо

с большой силой втягивается к сердечнику, что можно продемонстрировать, подняв трансформатор за ярмо. Проложите между шлифованными плоскостями ярма и сердечника тонкие прослойки с бумагой. Усилится или ослабится действие магнитного поля?

Задание 4. Модель намагничивающей установки.

Установите на сердечнике катушку 120/220 В и закрепите на нем конусные наконечники. Для этого установите на шлифованные плоскости сердечника призматическую часть наконечников, закрепите их при помощи прижимов, вставив пластины прижима выступами в пазы планок сердечника и, ввертывая винт, прижмите наконечники к сердечнику, а затем укрепите контргайки. Подключите катушку через выключатель к источнику постоянного тока 8–10 В.

Возьмите стальную пластинку или иглу, положите ее между наконечниками, как показано на рисунке, и замкните на мгновение выключатель, затем снимите пластинку. Легко убедиться, что пластина намагничена. Для проверки поднесите эту пластинку к магнитной стрелке. От чего зависит полярность намагниченной стрелки?

Задание 5. Получение индукционного тока при помощи движущегося магнитного поля.

Положите катушку 120/220 В и подключите провода от демонстрационного гальванометра к зажимам 220 В.

а) Быстро введите в катушку линейный магнит, а затем быстро удалите магнит из катушки. В какие моменты возникает индукционный ток? От чего зависит его направление? Введите в катушку магнит противоположным полюсом. Что изменилось? Вдвигайте магнит с различной скоростью. По величине отклонения стрелки гальванометра определите зависимость величины индукционного тока от скорости.

б) Продемонстрируйте отклонение стрелки гальванометра при продвижении магнита целиком сквозь катушку.

в) Закрепите магнит неподвижно, а затем быстро надвигайте и снимайте с него катушку. Какие различия обнаружились по сравнению с опытом (а)?

Задание 6. Демонстрация индуктивных действий переменного тока.

Покажите принцип действия индукционной печи. На одну сторону сердечника наденьте катушку на 127 или 220 В (в зависимости от напряжения сети), на другую сторону поместите кольцо-желоб, укрепив его в штативе. После этого замкните сердечник ярмом. В кольцо-желоб поместите небольшое количество мелких кусков олова. Включите первичную обмотку в сеть и пропустите ток до тех пор, пока все олово не расплавится. Разомкните цепь, снимите ярмо и аккуратно с помощью щипцов снимите желоб. Установите, сколько времени требует эта демонстрация.

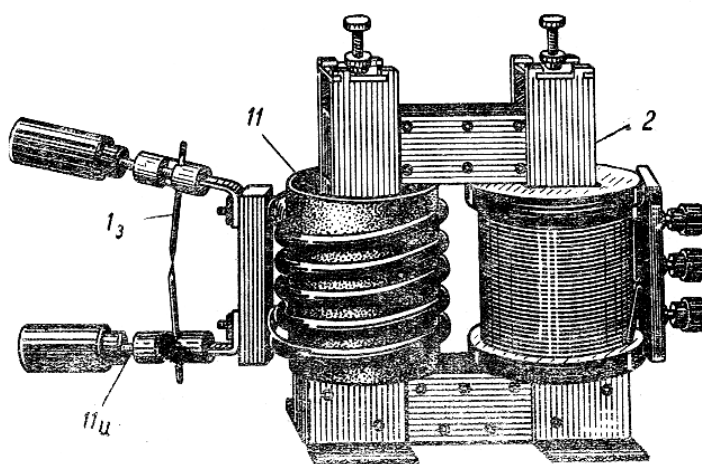


Рис. 14.

Задание 7. Принцип контактной сварки.

Покажите принцип контактной сварки, используя предыдущую установку, заменив кольцо-желоб сварочной катушкой с держателями. В держатели вставьте тонкие гвозди.

Задание 8. Индукционное торможение и вихревые токи.

Вихревые токи демонстрируются с помощью маятника Вальтенгофена. На сердечнике 2 установите катушку 120/220 В и закрепите конусные наконечники так, чтобы между ними остался зазор 4–5 мм. Под одну из контргаяк 4в закрепите кронштейн маятника. Предварительно на стержне закрепите алюминиевую пластину без прорезей. Обеспечьте свободное качание без задеваний маятника в

зазоре между наконечниками. Не подключая обмотку катушки к источнику тока, приведите маятник в движение и наблюдайте медленно затухающие колебания. Затем, вновь приведя маятник в движение, включите ток.

Изменилась ли скорость затухания колебаний? Повторите опыт, заменив алюминиевую пластину на пластину с разрезами. В какой из пластин индуцируются большие вихревые токи?

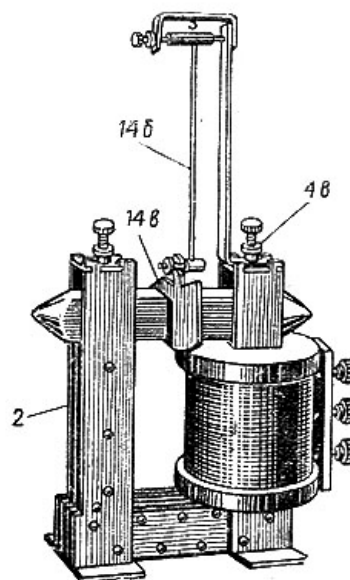


Рис. 15.

Задание 9. Влияние магнитного сопротивления на работу трансформатора.

Покажите влияние магнитного сопротивления на работу трансформатора. Соберите цепь. В зависимости от напряжения в сети первую катушку возьмите на 127 или 220 В, вторую – на 12 В. Для измерения тока используется амперметр с шунтом на 3 А, для измерения напряжения – демонстрационный вольтметр с добавочным сопротивлением на 5 В. Данные реостата: сопротивление 30–40 Ом и ток 0,5–1 А. Удерживая в руке ярмо, замкните П-образный сердечник и снимите показания приборов. Осуществите эту же демонстрацию, используя в качестве индикатора тока лампу накаливания. Как объяснить наблюдаемую закономерность? Как влияет на эффект демонстрации сопротивление реостата? Является ли термин «магнитное сопротивление» строго научным?

Задание 10. Применение трансформаторов для передачи электроэнергии на расстоянии.

а) Покажите, что низковольтная лампа, соединенная с действующей магнитоэлектрической машиной коротким проводником, имеет полный накал.

б) Покажите изменение накала той же лампы, если она удалена на некоторое расстояние от машины. Установите магнитоэлектрическую машину и к зажимам переменного тока подсоедините два никелированных проводника (нихром): диаметр 0,1 – 0,2 мм, длина – 10 м (реостат).

в) Соедините зажимы переменного тока магнитоэлектрической машины и клеммы лампы с низковольтными обмотками, а высоковольтные обмотки обоих трансформаторов соедините между собой тем же проводником. Сравните степень накала лампы в этих опытах. Какой вывод можно сделать из этой демонстрации?

Задание 11. Получение постоянного и переменного тока.

Продemonстрируйте получение постоянного и переменного тока с помощью магнитоэлектрической машины. В ходе опыта демонстрируют зависимость напряжения, вырабатываемого магнитоэлектрической машиной, от скорости вращения ротора, а также зависимость полярности вырабатываемого напряжения от положения щеток относительно контактов коллектора. В качестве индикатора напряжения используют демонстрационный вольтметр. Для получения постоянного тока щетки устанавливают так, чтобы они касались полуколец коллектора. Вначале вращают приводной шкив, чтобы лампа еле вспыхивала, при этом полярность вырабатываемого напряжения остается неизменной, а, следовательно, напряжение постоянным. Затем перемещают щетки коллектора так, чтобы они касались колец коллектора. Поясните, почему в этом случае машина служит источником переменного напряжения.

Задание 12. Обратимость магнитоэлектрической машины.

Продemonстрируйте обратимость магнитоэлектрической машины. Цель опыта – доказать использование магнитоэлектрической машины в качестве электродвигателя. Для его проведения необходим источник постоянного напряжения величиной 4–5 В. Снимите со шкива ротора приводной ремень. Расположите щетки коллектора так, чтобы они касались полуколец коллектора. Выходные гнезда источника постоянного напряжения соедините с клеммами на основании машины. Подключите источник к электросети. В каком направлении начинает вращаться ротор? Повторите опыт, изменив полярность.

Лабораторная работа № 3 *Звуковой генератор. Школьный* *электронный осциллограф*

Цель работы: изучение принципа работы и органов управления школьным электронным осциллографом, применение осциллографа и генератора, проведение простейших демонстраций.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Звуковой генератор (школьный) ГЗШ-63, электронный осциллограф, универсальный разборный трансформатор, батарея конденсаторов БК-53, реостат 30–100 Ом, лампа накаливания 3,5–0,28 А, динамический громкоговоритель, камертон на резонаторе, легкий шарик-бусинка на штативе, демонстрационный вольтметр.

2. Электронный школьный осциллограф ОЭШ-61, универсальный трансформатор, четыре полупроводниковых диода на панелях, реостат на 45 Ом, резистор 22 кОм, батарея конденсаторов БК-8, реостат 6–10 Ом, трансформатор 12/12, селеновый столбик, соединительные провода.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

В процессе изучения общего курса физики в университете студентам не раз приходилось использовать в работе осциллограф, поэтому данная лабораторная работа предполагает наличие начальных знаний по работе прибора. Между тем школьный демонстрационный осциллограф отличается от используемых на физических практикумах в вузах осциллографов. В отличие от лабораторного осциллографа, устройство школьного демонстрационного осциллографа позволяет достаточно просто и наглядно изменять параметры выводимого сигнала. Однако использование демонстрационного осциллографа требует определенных навыков работы с таким прибором. Кроме того, студентам необходимо научиться пользоваться звуковым генератором. Данная работа достаточно сложная с технической точки зрения, поскольку требует прецизионной настройки приборов. В ходе работы у уча-

щихся формируются навыки работы со звуковым генератором и школьным осциллографом, которые, безусловно, пригодятся им в будущей работе.

Перед выполнением работы студентам полезно ознакомиться с правилами эксплуатации электронного осциллографа [8]:

1. Нежелательно оставлять сфокусированный луч неподвижным на экране на длительное время, так как это приводит к прогоранию экрана.

2. Желательно, чтобы осциллограф работал как можно дальше от аппаратов с большой силой тока, так как магнитные поля, образованные этими токами, могут исказить изображение на экране.

3. Необходимо с осторожностью обращаться с электронно-лучевой трубкой ввиду ее хрупкости.

4. Нельзя работать с прибором, вынутым из кожуха. Это опасно ввиду наличия высокого напряжения (около 2500 В в отдельных узлах прибора).

5. Переключать напряжения можно только при выключенном из сети шнуре питания.

С методической точки зрения работа ценна тем, что студентам предлагается самим составить план демонстраций (например, в первом задании студентам нужно с помощью дополнительной литературы подготовить собственные опыты с использованием звукового генератора).

Лабораторная работа № 3 является сложной как с технической, так и с теоретической точек зрения, поэтому при выполнении данной работы часто требуется помощь опытного преподавателя или обращение к литературе, посвященной школьному демонстрационному эксперименту.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1. Звуковой генератор (школьный).

Звуковой генератор позволяет значительно расширить число демонстрационных опытов и является необходимым прибором физических кабинетов средних школ. В настоящей работе ставится задача изучения устройства, правил эксплуатации звуково-

го генератора и применение его для постановки ряда опытов по разделам «Переменный ток» и «Звук».

2. Школьный электронный осциллограф.

Электронный школьный осциллограф позволяет провести ряд опытов по различным темам школьного курса. Так, с его помощью можно провести демонстрации формы и частоты электрических колебаний (затухающих и незатухающих), процессов модуляции и демодуляции, фазовых соотношений между током и напряжением в цепях переменного тока с активно-реактивными сопротивлениями и др. Цель данной работы – изучить устройства и правила обращения с электронным осциллографом при постановке ряда демонстрационных опытов.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Звуковой генератор.

Теоретическая часть

1. По инструкции к звуковому генератору ознакомьтесь с его назначением, устройством, правилами эксплуатации, изучите его блок-схему и начертите ее себе в тетрадь.

2. По школьному учебнику повторите зависимость индуктивного сопротивления от индуктивности катушки и частоты приложенного напряжения, от емкости конденсатора, вспомните, от чего зависит индуктивность катушки, как зависит сила на данном участке цепи от его сопротивления, явление звукового резонанса.

3. Ответьте на поставленные вопросы:

а) Каким образом конструкция звукового генератора предусматривает согласование «выхода генератора с нагрузкой»? Как Вы это понимаете?

б) В каком положении ручки «Усиление» предпочтительнее начинать опыты, если сопротивление внешней цепи неизвестно?

в) Выразите математически зависимость емкостного сопротивления от емкости и частоты переменного тока, зависимость индуктивного сопротивления от индуктивности катушки и частоты переменного тока, протекающего по ней.

г) Объясните явление акустического резонанса и назначение резонатора (ящика, на котором закреплен камертон).

д) Подберите по программе средней школы ряд опытов с использованием звукового генератора (кроме описанных в работе).

Практическая часть

1. Ознакомьтесь с конструктивным оформлением прибора, с правилами его эксплуатации.

2. Рассмотрите лицевую панель прибора, установите назначение ручек управления и клемм-зажимов, зарисуйте ее в тетрадь.

3. По инструкции подготовьте прибор к работе, включите его в сеть, усвойте методику работы с прибором, научитесь пользоваться ручками его управления.

4. Прделайте нижеуказанные опыты.

Задание 1. Демонстрация зависимости емкостного сопротивления от величины емкости и частоты приложенного переменного напряжения.

Для демонстрации зависимости емкостного сопротивления от величины емкости и частоты приложенного переменного напряжения соберите цепь, состоящую из последовательно включенных звукового генератора, электрической лампочки, батареи конденсаторов. Подумайте, к каким клеммам генератора подключить цепь, в какое положение поставить ручку «Усиление». Изменением частоты генератора и регулировкой усиления добейтесь яркого свечения лампочки. Как показать, что сопротивление конденсатора переменному току зависит от его частоты? от емкости? Подберите несколько значений частоты и емкости. Сделайте выводы из проделанного опыта. В собранной цепи замените лампу накаливания реостатом, параллельно которому включите осциллограф на клеммы «0-Y». В этом опыте об изменении сопротивления можно судить по изменению амплитуд кривой на экране осциллографа. Продемонстрируйте зависимость емкостного сопротивления от частоты и емкости. Запишите, при какой частоте и емкости получается более резкое возрастание (убывание) амплитуды колебаний на экране осциллографа.

Задание 2. Демонстрация зависимости индуктивного сопротивления от индуктивности катушки и частоты приложенного напряжения.

Для демонстрации зависимости индуктивного сопротивления от индуктивности катушки и частоты приложенного напряжения в предыдущих схемах замените батарею конденсаторов на катушку индуктивности L трансформатора. Прodelайте два варианта опыта: а) с лампой накаливания, б) с осциллографом. Сделайте соответствующие выводы по каждому опыту. Зарисуйте блок-схему каждого опыта.

Какой из предложенных вариантов опыта Вы считаете наиболее удачным и почему?

Задание 3. Демонстрация акустического резонанса.

Для демонстрации акустического резонанса динамический громкоговоритель подключите на соответствующие клеммы звукового генератора. К динамику на расстоянии 5–10 см поставьте камертон на резонаторе, к ножке камертона с помощью штатива поднесите легкий шарик-бусинку, подвешенный на нити. Шарик должен касаться верхней боковой части ножки камертона. Ручкой «Усиление» установите достаточное выходное напряжение. Включив генератор, медленно изменяйте частоту его выходного сигнала, добиваясь явления резонанса. При этом ножки камертона начнут колебаться особенно сильно, а шарик придет в колебательное движение. По шкале звукового генератора определите частоту в момент резонанса, сравните ее с частотой камертона и сделайте выводы.

Задание 4. Демонстрация зависимости высоты тона от частоты колебания и громкости звука от амплитуды колебаний.

Как и в предыдущем опыте, громкоговоритель подключите на выход генератора, параллельно ему подключите вход «0-У» осциллографа. Ручкой «Усиление» измените амплитуду выходного сигнала генератора. Одновременно следите за изменением амплитуды по осциллографу и за громкостью звука. Сделайте выводы, запишите их.

Ручкой «Усиление» на осциллографе необходимо добиться, чтобы при опыте амплитуда колебаний не выходила за пределы экрана. Затем, оставив выходное напряжение на 3Г постоянным, ручкой шкалы изменяйте частоту колебаний и следите за изменением высоты тона звука. Из проделанных опытов сделайте выводы, зарисуйте осциллограммы.

Можно ли провести демонстрацию зависимости громкости звука от амплитуды колебаний без осциллографа? Какой прибор для этого потребуется? Опишите возможную схему такого опыта и поставьте его.

II. Школьный электронный осциллограф.

Теоретическая часть.

1. По инструкции к школьному электронному осциллографу ознакомьтесь с его назначением и устройством. Начертите в своих тетрадях его блок-схему (рис.16).

2. По инструкции к осциллографу или по учебнику повторите устройство и принцип действия полупроводникового диода, его вольт-амперную характеристику, вспомните свойства ферромагнетиков.

3. Ответьте на поставленные вопросы:

а) Для чего служит входной усилитель в осциллографе? Какова его принципиальная схема?

б) Каково назначение усилителя вертикального отклонения, генератора развертки, усилителя горизонтального отклонения, блока синхронизации? Почему переключатель «Синхронизация» имеет три положения?

в) Нарисуйте вольт-амперную характеристику полупроводникового диода и объясните ее.

г) Нарисуйте схему однополупериодного выпрямителя на полупроводнике.

д) Начертите две возможные схемы для получения двухполупериодного выпрямителя переменного тока на полупроводниках.

е) Зарисуйте петлю гистерезиса ферромагнетика. От каких причин зависит ее форма?

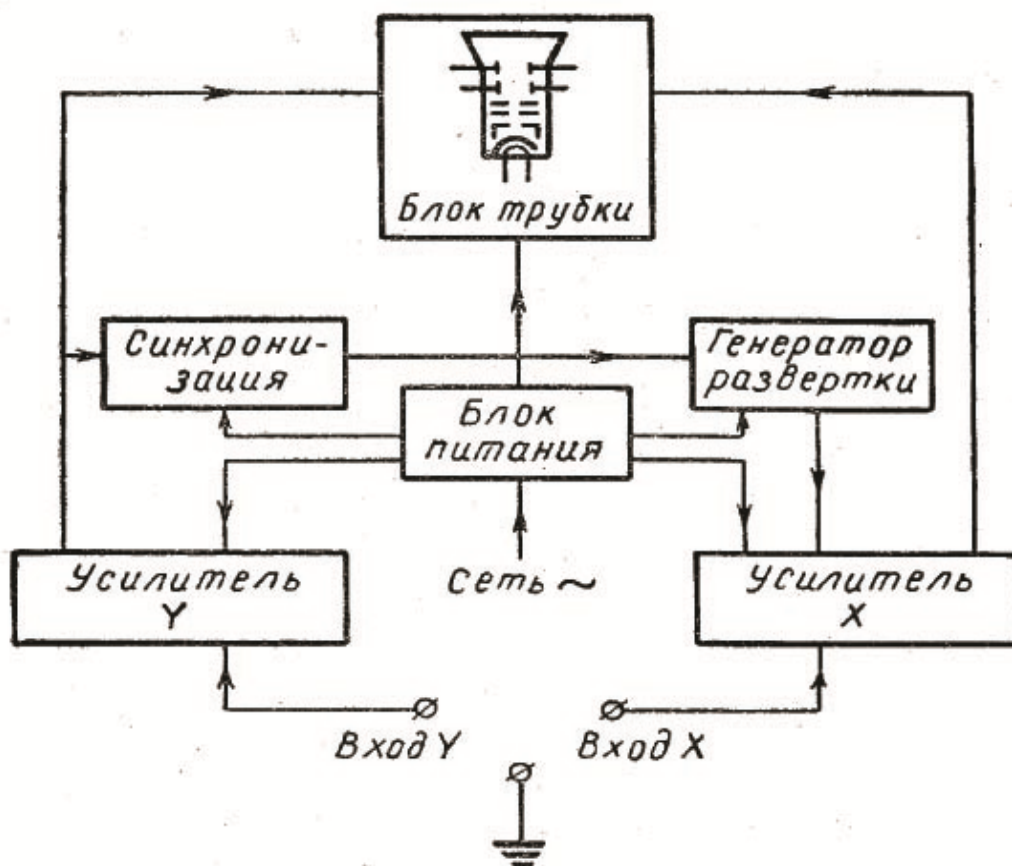


Рис. 16

Практическая часть.

1. Рассмотрите лицевую панель осциллографа, установите назначение клемм и тумблеров; рассмотрите верхнюю панель школьного осциллографа, установите назначение ручек управления и переключателей, научитесь ими пользоваться. Нарисуйте внешний вид лицевой и верхней панелей осциллографа себе в тетрадь, укажите назначение ручек, тумблеров, клемм. Убедитесь в отсутствии внешних повреждений прибора. Проверьте возможность вращения ручек и надежность их управления.

2. По инструкции подготовьте осциллограф к работе. Проверьте соответствие переключателя напряжения прибора имеющемуся в сети (переключатель находится на задней стенке прибора, его положение определяется цифрой в окошке крышки). В

случае переключения прибора на другое напряжение одновременно смените предохранитель (при напряжении 220 В предохранитель должен быть рассчитан на минимальный ток 1 А, при напряжении 110–127 В – 1,5 А). Ручки регуляторов верхней панели установите в следующем положении: регулятор яркости – крайнее правое положение, регулятор фокуса – среднее положение, регулятор вертикального входа – крайнее левое положение, регулятор горизонтального входа – крайнее правое положение, переключатель диапазона развертки – в положение 30 Гц. После этого тумблер «Вкл» переключите в верхнее положение, при этом должна засветиться сигнальная лампа, а через одну-две минуты, после того как прогреются лампы, на экране должен появиться яркий толстый штрих. Если штрих не появился на экране, то поворотом регулятора оси Y и регулятора оси X переведите луч в пределы экрана. Уменьшите яркость штриха и сфокусируйте его. Научитесь управлять лучом. Необходимо научиться отыскивать луч при полностью сбитой настройке осциллографа за 10–15 секунд. Методика отыскания луча очень проста. Включите горизонтальную развертку (переключатель диапазонов установите на «0»), установите максимальную яркость, ручку «Фокус» установите в среднее положение; ручку «Вверх-вниз» поверните на 15–20° от крайнего левого положения; ручку «Вправо-влево» поверните на весь угол поворота. Если луч не появится, то ручку «Вверх-вниз» еще поверните на 15–20°, снова повторив полный оборот ручки «Вправо-влево». При появлении луча, манипулируя обеими руками, установите его в центр экрана.

3. Проверьте работу горизонтального и вертикального усилителя. Для этого установите переключатель диапазонов на «30». С задней панели осциллографа, с гнезда «контр. сигнал» подайте проводом переменное напряжение 6,3 В на гнездо «Y». Сигнал на клемму «Земля» уже подан через монтажную панель осциллографа. Ручками «Y» и «Усиление X» установите удобную для наблюдения форму синусоиды. Ручками «Частота плавно» и «Синхронизация» добейтесь устойчивой картинкой. Если на экране получается устойчивое изображение правильной синусоиды, то осциллограф готов к работе.

4. Прodelайте следующие опыты.

Задание 1. Демонстрация однополупериодного выпрямителя переменного тока с помощью полупроводникового диода.

На выход вторичной обмотки универсального трансформатора (6–12 В) подключите последовательно полупроводниковый диод с нагрузкой в несколько кОм (или селеновую шайбу с реостатом 30–45 Ом). С нагрузки подайте сигнал на вход «0–Y» осциллографа. Добейтесь четкого устойчивого изображения кривой на экране. Установите полярность выпрямленного напряжения на нагрузке по форме кривой. Зарисуйте в тетрадь принципиальную схему опыта и осциллограмму.

Задание 2. Получение вольт-амперной характеристики полупроводникового диода.

В предыдущей схеме подайте полное напряжение переменного тока 6 В на клеммы «0–X», а выпрямленное напряжение с нагрузки – на клеммы «0–Y» (рис. 17). На экране осциллографа получится вольт-амперная характеристика полупроводникового диода. Развертка по горизонтальной оси должна быть выключена. Ручками «Усиление X» и «Усиление Y» добейтесь соответствующей формы кривой. Принципиальную схему и осциллограмму зарисуйте. Самостоятельно докажите, почему полученную кривую можно считать характеристикой полупроводникового диода.

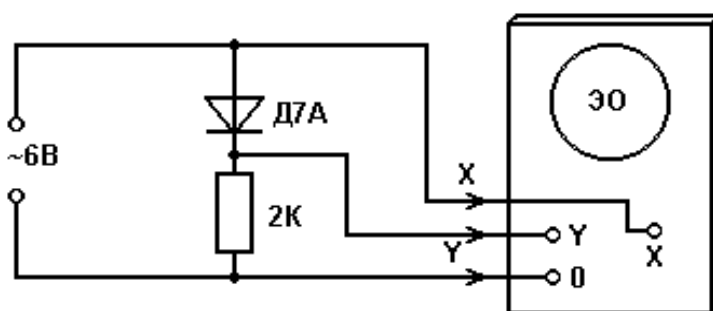


Рис. 17.

Задание 3. Демонстрация петли гистерезиса.

Хотя ферромагнитных тел в природе не так уж много, именно они имеют наибольшее практическое значение, поскольку их магнитные свойства ярко выражены. Магнитная проницаемость ферромагнетиков непостоянна и зависит не только от магнитного поля в данный момент времени, но и от истории образца, то есть от

тех полей, которые действовали на вещество в предшествующие моменты времени. При уменьшении намагничивающего поля намагничивание будет уменьшаться медленнее, чем проходил его рост – в этом и заключается явление гистерезиса (запаздывания).

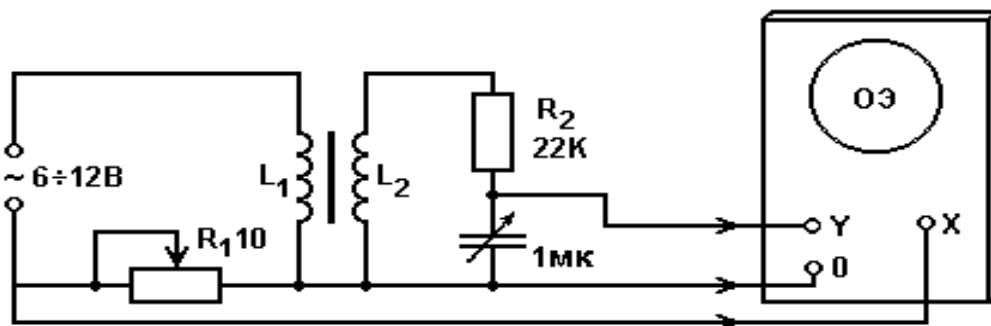


Рис. 18.

Для демонстрации петли гистерезиса ферромагнетика соберите цепь по схеме, изображенной на рис. 18. Здесь для исследования ферромагнитных свойств взят трансформатор 12/12 В, собранный из двух школьных разборных трансформаторов. Сопротивление R_1 – 10 Ом, R_2 – 22 кОм, емкость конденсатора C подбирается опытным путем (0,5–2 мкф) на батарее конденсаторов БК-8. Соберите цепь по указанной схеме, соедините схему с осциллографом и, регулируя величину сопротивления R_1 и емкости C , получите удобную для демонстрации петлю гистерезиса. Горизонтальная развертка в осциллографе в опыте должна быть выключена. Зарисуйте принципиальную схему и осциллограмму в тетрадь. Самостоятельно докажите, что полученная осциллограмма представляет собой петлю гистерезиса ферромагнетика (см. литературу по курсу общей физики). Различные ферромагнитные материалы имеют разные формы петли гистерезиса. Форма петли является важнейшей магнитной характеристикой материала. Различают «мягкие» и «твердые» в магнитном отношении материалы. У мягкого материала площадь петли мала и соответственно мало остаточное намагничивание и коэрцитивная сила. К таким веществам относятся железо, пармаллой (сплав железа с никелем) и др. У твердого материала большая площадь петли гистерезиса, поэтому эти материалы (например, сталь) используют для изготовления постоянных магнитов. Мягкие материалы идут на изготовление сердечников трансформаторов, генераторов, электродвигателей и т. д. По условиям работы

сердечники все время перемагничиваются в переменных магнитных полях. Перемагничивание требует совершения работы, по величине равной площади петли, следовательно, в мягких материалах энергетические потери меньше, чем в твердых.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каких разделах курса физики средней школы можно еще использовать звуковой генератор?

2. Подготовлена демонстрация зависимости емкостного сопротивления от величины емкости с лампочкой $3,5\text{ В} - 0,28\text{ А}$. Как следует изменить условия демонстрации, если в качестве индикатора взять лампочку $4\text{ В} - 3\text{ Вт}$?

3. Подготовлена демонстрация зависимости индуктивного сопротивления от частоты переменного тока с лампочкой и катушкой на 120 В от трансформатора. Как надо изменить условия демонстрации, если в качестве индуктивности взять катушку на 12 В от трансформатора, чтобы убедительность демонстрации не пострадала?

4. В какой последовательности следует готовить осциллограф к работе?

5. В каких случаях лучше всего пользоваться синхронизацией «от сети»?

6. Как улучшить видимость кривых на экране осциллографа для всего класса?

7. Почему в выпрямителях с селеновыми шайбами в качестве нагрузки рекомендуются низкоомные реостаты, тогда как для диодов – высокоомные?

8. Как определить нижнюю границу величины нагрузки выпрямителя на диодах и селеновых шайбах?

9. Почему в третьем опыте с осциллографом с уменьшением емкости C увеличивается сигнал по вертикальной оси?

Лабораторная работа № 4. Механика

Цель работы: получить знания и навыки по методике и технике наиболее сложных в экспериментальном отношении демонстраций по теме «Механика»; научиться собирать наглядные демонстрационные установки, давать методические обоснования целесообразности постановки отдельных демонстраций.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Лабораторная работа № 4 является, пожалуй, самой простой работой. Однако ее практическое значение велико. Механика – это единственный раздел физики, наиболее полно представленный в школе. Опыты по механике отличаются особой простотой и наглядностью. Их выполнение обычно не требует дополнительных навыков. Между тем простой и красивый опыт бывает сложно правильно оценить и интерпретировать.

Первый опыт, предлагаемый студентам к выполнению, посвящен инертности тел. Взявшись за рукоятку, вставленную в петлю нижней нити, приподнимают руку и резко дергают рукоятку вниз. При этом обрывается нижняя нить, а груз остается висющим на верхней нити. Перед проведением опыта в школе преподавателю нужно заранее подготовиться. Слабое закрепление нити, ее неоднородность, слишком медленное движение руки – все это может привести к прямо противоположному результату. В этом случае будет сложно объяснить школьникам суть явления. При обрыве нити груз резко падает вниз и, если отсутствует страховка, может с силой ударить о стол или пол. Студентам нужно обязательно иметь в виду неприятные последствия такого падения и заблаговременно думать о системе страховки груза.

Второй опыт посвящен невесомости при падении тел. Удачный исход демонстрации опыта обычно предпрещается качеством и площадью полоски бумаги, проложенной между гирями. Перед выполнением опыта перед аудиторией преподавателю нужно заранее потренироваться, выбрав бумагу наиболее подходящего размера.

По сути, все опыты по механике требуют навыков техники эксперимента, однако методика экспериментов проста и их объяснение лежит на поверхности.

Количество часов, отведенных на практикум по школьному физическому эксперименту, невелико и не позволяет провести все опыты, запланированные в школьной программе. При выполнении лабораторной работы № 4 студенты должны приобрести необходимые навыки постановки экспериментов по механике на примере двух-трех опытов, чтобы впоследствии успешно использовать эти навыки при показе других демонстраций в школе.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Гиря 2 кг, штатив универсальный, нить длиной 1 м, прочный шнурок.

2. Груз наборный в 2 кг, штатив универсальный, шнур, полоска бумаги, мешок с песком.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

I. Инертность тел.

Перед опытом заготавливают несколько одинаковых отрезков суровой нити с завязанными на концах петлями. На стойке, собранной из деталей универсального штатива, подвешивают груз весом в 2 кг с помощью одного из заготовленных отрезков. Второй такой же отрезок привязывают к нижней петле груза. Чтобы груз при обрывании нити не падал, его подвязывают к перекладине стойки свободно свисающим прочным шнурком (рис. 19).

Взявшись за рукоятку, вставленную в петлю нижней нити, поднимают руку и резко дергают рукоятку вниз. При этом обрывается нижняя нить, а груз остается висающим на верхней нити.

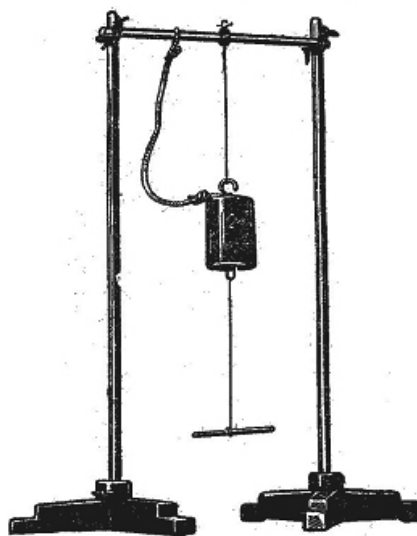


Рис. 19.

При движении руки сила натяжения нижней нити достигает предельной величины за такое короткое время, в течение которого массивная гиря не может заметно опуститься и передать усилия верхней нити так, чтобы она порвалась. После этого заменяют порванную нить новой и медленно натягивают ее, постепенно увеличивая усилие. Теперь обрывается верхняя нить, и груз повисает на предохранительном шнурке. В этом случае сила натяжения верхней нити раньше достигает предельной величины, так как она в любой момент равна весу гири плюс силе натяжения нижней нити.

В значительной степени успех опыта зависит от техники демонстрирования. Если тянуть за нижнюю нить рукой, то сознание того, что гиря может упасть и ударить по руке, мешает уверенным действиям студента.

При показе опыта можно несколько его видоизменить. У заготовленных нитей свяжите на концах петли. Подвесьте груз так, чтобы нижняя петля немного не доставала до стола. В петлю вложите конец стержня от универсального штатива так, чтобы другой конец стержня опирался на стол. Если плавно надавить на стержень, разорвется верхняя нить. Если же ударить по стержню кулаком или молотком, разорвется нижняя. При такой технике демонстрирования исключается возможность повреждения рук падающей гирей.

II. Невесомость при падении тела.

На прочном шнурке, пропущенном через кольцо штатива, подвешивают груз в 2 кг, состоящий из отдельных цилиндрических гирь. На другом конце шнура делают петлю, которую зацепляют за крючок муфты на стержне штатива, как показано на рис. 20. Между гирями наборного груза закладывают полоску газетной или промокательной бумаги и свободный ее конец прочно зажимают в лапке

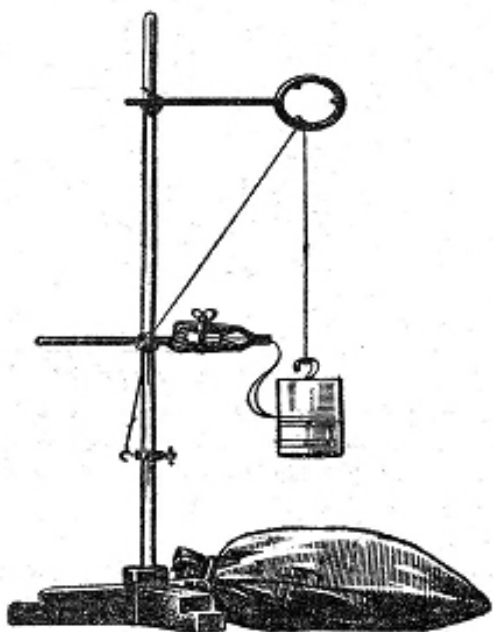


Рис. 20.

штатива. Отцепив петлю шнура, медленно опускают груз. Последний натягивают и разрывают бумажную полоску. Из этого можно заключить, что бумажная полоска была достаточно сильно прижата гирей. Заменяют порванную полоску бумаги такой же целой полоской, отцепляют шнурок 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.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему силы, действующие на верхнюю нить, зависят от времени действия на нижнюю нить?
2. Объясните, почему обрыв бумажной ленты при падении наборного груза служит доказательством наличия веса?
3. Как объяснить изменение веса тела при равномерном движении?
4. Объясните принцип действия маятникового тахометра.

Лабораторная работа № 5 **Проекционная аппаратура**

Цель работы: ознакомиться с оптическими характеристиками проекционных аппаратов, с видами проекций и методикой изготовления демонстраций по физике; научиться правильно центрировать оптическую систему.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Проектор универсальный «Свет».
2. Универсальный проекционный аппарат ФОС-115.
3. Микроскоп биологический, лампа для теневой проекции.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Проекционная аппаратура предназначена для проецирования на экран небольших изображений, выполненных на прозрачном материале (диапозитивы, слайды, диафильмы), а также изобра-

жений, выполненных на непрозрачном материале (рисунки, страницы из книг). Эта аппаратура широко применяется для показа небольших по размерам физических приборов, инструментов и моделей. Кроме того, проекционная аппаратура широко используется для показов ряда явлений и процессов, которые недоступны непосредственному наблюдению в аудитории учащихся.

К проекционной аппаратуре, используемой в школе, относятся: универсальный проекционный аппарат, эпидиаскоп (служит для проецирования прозрачных изображений) и кодоскоп (предназначен для проекции на экран различного вида записей в виде текста или рисунков на прозрачной пленке).

Такие виды проекционной аппаратуры, как кодоскоп, эпидиаскоп, кинопроектор и т. д. относятся к техническим средствам обучения. Технические средства, будучи предоставленными квалифицированному учителю, хорошо знающему свой предмет, помогают решать следующие задачи:

- дать учащимся более полную точную информацию об изучаемом явлении или объекте и тем самым способствовать повышению качества обучения;
- повысить наглядность обучения и, как следствие этого, сделать доступным для учащихся такой материал, который при обычных способах изложения недоступен или малодоступен;
- повысить эффективность обучения и в известных пределах увеличить темп изложения материала;
- удовлетворить наиболее полно запросы и естественную любознательность учащихся;
- освободить учителя от части технической работы и переключить сэкономленное время на его творческую деятельность.

Большие потенциальные возможности, заложенные в технических средствах обучения, могут быть реализованы при условии определения локальных областей их эффективного применения. Например, как считает Ю. О. Овакимян, статическую проекцию в учебном процессе целесообразно применять в следующих случаях:

- при необходимости ознакомить учащихся с внешним видом приборов, машин и т. д.;
- при объяснении устройства объекта, его принципиальной схемы, конструктивного исполнения и т. д.;

- при объяснении механизма явлений, процессов или работы различных устройств (несколько отдельных циклов, фаз явлений или процессов, положения взаимодействующих механизмов и т. д.);

- в качестве дополнения к динамической проекции для фиксации внимания на отдельных элементах изучаемого объекта или параллельного рассмотрения динамического и статического изображения.

У диапозитивов и диафильмов есть свои хорошо очерченные области применения. Создание диафильма оправдано в тех случаях, когда для изложения учебного материала необходимо иметь большое число изображений, характеризующих главные фазы изучаемого явления или основные этапы технологического процесса, данные в развитии. В тех случаях, когда для изложения учебного материала необходимо показать одну, две, редко три фазы, можно обойтись диапозитивами.

К применению кино и телевидения в учебном процессе следует прибегать в тех случаях, когда учебный материал:

- имеет принципиально важное значение в изучаемом предмете;

- сложен и труден для усвоения учащихся;

- недоступен для изложения с равной или большей эффективностью при использовании более дешевых средств наглядности;

- требует для изучения процесса в динамике;

- принципиально не наблюдаем, но с помощью кино и телевидения может быть представлен в виде динамических моделей или мысленных экспериментов;

- недоступен для непосредственного наблюдения в условиях учебного процесса;

- требует показа уникальных установок, недоступных в настоящее время в средней школе;

- может быть раскрыт только через восприятие учащимися экранного произведения искусства;

- поддается раскрытию на образном языке кино и телевидения.

В основе требований к технике учебного эксперимента лежит соблюдение неперемного условия, что применение этой техники способствует решению определенных учебных задач.

В число основных педагогических требований к учебному фильму многие исследователи относят следующие:

1. Сохранение на уроке руководящей роли учителя.
2. Активизация познавательной деятельности, создание заинтересованности учащихся в учебе.
3. Высокое педагогическое и кинематографическое качество фильмов.
4. Четкая формулировка задачи, для решения которой фильм или передача созданы, точное определение их в учебном процессе.
5. Тема, раскрываемая в фильме или передаче, должна быть локализована в курсе соответствующего предмета и изучаться в течение одного урока.
6. Содержание темы должно в основном раскрываться через образный строй фильма.
7. Обеспечение такого изложения, при котором каждый следующий эпизод служит логическим продолжением предыдущего.
8. Материал, требующий для своего раскрытия других средств наглядности (доступных в школе), не должен вообще содержаться в фильме или содержаться в небольшом количестве.
9. Форма целостного фильма должна обеспечить возможность органического сочетания, логического подхода к изучаемому материалу с образной, эмоционально окрашенной формой его изложения.
10. Композиционное построение фильма или передачи должно быть связано с логикой изложения учебного материала.

К числу основных педагогических требований, предъявляемых к иллюстративным экранам и звуковым средствам, относятся следующие:

1. Раскрытие в пособии одного-единственного понятия или явления.
2. Применение в кинофрагментах неторопливого темпа изложения.

3. Демонстрация на уроке в младших классах не более двух, в старших не более трех кинофрагментов.

4. Показ кинофрагментов оптимальной продолжительностью не более 4–6 минут.

5. Обязательно раскрытие в кинофрагментах причинно-следственных связей.

6. Кольцевые учебные фильмы не должны содержать дикторского текста.

Развитие техники не стоит на месте. Нельзя забывать, что наряду с использованием старых, хорошо проверенных технических средств возможно и даже необходимо вовлечение в процесс обучения новых, современных средств обучения. В частности, вместо кодоскопа и эпидиаскопа во многих случаях можно использовать мультимедийный проектор. К уроку- изучению нового материала можно заранее подготавливать презентации, небольшие анимации и т. д. Как сказал С. И. Архангельский: «В наши дни наступает новый, принципиально иной этап развития и использования средств обучения, требующий количественного и качественного изменения их роли в учебном процессе. Новые задачи обучения требуют изменения функций технических средств и установления новых взаимоотношений между преподавателями и техникой учебного процесса». В настоящее время в интернет-сети размещено огромное количество цифровых образовательных ресурсов для бесплатного внедрения в школьную систему обучения. Для учащихся также будет полезно самим подготавливать доклады с использованием (по возможности) современных средств обучения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Проектор универсальный типа «Свет».

1. Ознакомьтесь с устройством проектора. Рассмотрите отдельные узлы проектора, выясните данные источника света. Нарисуйте ход лучей.

2. Проверьте юстировку лампы накаливания.

3. Подключите электропитание, соответствующее половине напряжения, требуемого лампой проектора. Это необходимо для

того, чтобы лампа работала вполнакала, так как юстировка производится при откинутах корпусе проектора.

4. Снимите кинонасадку, выверните объектив. Отверните верхний винт оправы рефлектора, ослабьте нижний винт и отведите в сторону оправу.

5. Перед объективодержателем поместите белый лист бумаги на расстоянии 10–15 мм. На бумаге должно появиться нерезкое изображение тела накала лампы, вписанное в освещенный круг.

6. Установите проектор на расстоянии 3–4 м от экрана, вверните объектив и подайте номинальное напряжение. Если на экран проецируется граница полос теплофильтра, то отверните винт крепления патронодержателя и перемещайте лампу в сборке вдоль оптической оси до получения на экране равномерно освещенного круга.

7. Поставьте на место рефлектор и получите на экране равномерное освещенное поле.

II. Универсальный проекционный аппарат с оптической скамьей.

Универсальный проекционный аппарат (ФОС-115) имеет в комплекте раздвигающуюся скамью, на которую с помощью рейтеров можно устанавливать различные приборы и приспособления для горизонтальной проекции (рис. 21).

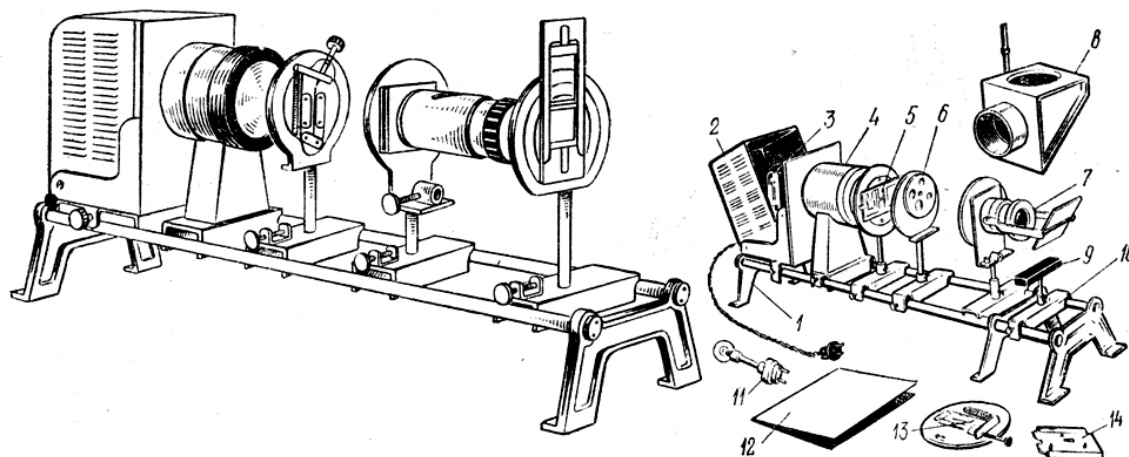


Рис. 21.

Источники света устанавливаются в корпусе осветителя с помощью специальных патронов. Эти патроны заканчиваются вилкой, вставляемой в гнездо колодки, помещенной внутри корпуса.

В комплект прибора входят следующие детали: скамья (1) из двух направляющих труб и выдвижных стержней, позволяющих изменять длину установки от 50 до 90 см, корпус осветителя (2) с откидной крышкой, колодка с гнездами для специальных патронов на вилках – один патрон (11) для автомобильной лампы, другой (3) для проекционной лампы. Колодка с лампой может поворачиваться на некоторый угол вокруг вертикальной оси, перемещаться относительно оптической оси вправо и влево, а также вверх и вниз с помощью регулирующего винта, укрепленного на корпусе осветителя, и стержня с головкой, расположенного под лампой. К колодке присоединен шнур для подводки электрического тока.

На корпусе установлен также выключатель; конденсор (4) разборный, двухлинзовый на стойке и рейтере, на котором его можно перемещать вдоль скамьи; объектив (7) типа «Перископ» ($F=13,6$ см, относительное отверстие 1:4,5); щель раздвижная (13), укрепленная на ширме с поворотным диском и двумя крепящими винтами; две рамки (5), предназначенные для установки диапозитивов (50×50 мм и 60×45 мм); диафрагма дисковая (6) с четырьмя отверстиями (30, 10, 5 и 2 мм); столик (9) на стержне для установки различных объектов; рейтеры (10) (5 штук); приспособление для горизонтальной проекции (8); экран-ширма (12); столик (14) для микроскопа; плоское зеркало с креплением на оправу объектива; теплофильтр; крышка к объективу.

Для получения прямого изображения на наклонном экране объектив снабжен плоским зеркалом. Однако значительно удобнее вместо зеркала пользоваться так называемой оборотной призмой. Поэтому, если представится возможность, надо сделать такую замену. Кроме того, необходимо дополнительно использовать дуговую лампу или ртутную лампу ПРК, помещенную в корпусе с фильтром, пропускающим ультрафиолетовые лучи. Эти приборы устанавливаются в рейтере на скамье проекционного аппарата.

Задание 1. Ознакомьтесь с устройством универсального проекционного аппарата.

Задание 2. Продемонстрируйте явление дисперсии света.

Установите проекционный аппарат для демонстрации вертикальных объектов. Между конденсором и объективом поставьте раздвижную щель и получите на экране четкое, равномерно освещенное изображение щели. После этого поместите за объективом на подставке трехгранную призму (с преломляющим углом в 60 градусов) так, чтобы ее преломляющее ребро было параллельно щели. Поворачивая призму в такое положение, чтобы лучи шли через нее с наименьшим отклонением, получите на боковом экране сплошной спектр.

III. Виды проекции.

Микропроекция

Микропроекцией называется получение на экране увеличенных изображений микроскопических предметов. В курсе физики средней школы рассматривается ряд процессов: явление диффузии в газах и жидкостях, образование и рост кристаллов, изучение микроструктур чистых металлов и сплавов, рассмотрение явлений дифракционной решетки и др. Следует отметить, что осуществление микропроекции связано с определенными трудностями, поэтому часто микропроекцию заменяют показом всевозможных моделей, что методически неправильно.

Задание 1. Покажите, используя микропроекцию, образование и рост кристаллов.

Приготовьте в небольшом сосуде насыщенный раствор поваренной соли или медного купороса и стеклянной палочкой перенесите каплю раствора на чистое предметное стекло. Установите препарат на предметном столике биологического микроскопа.

В качестве осветителя воспользуйтесь универсальным проекционным аппаратом с кинопроекционной лампой К-18.

Сначала визуально при помощи микроскопа обнаружьте образование и рост кристаллов, а затем поместите между экраном и окуляром непрозрачную ширму с отверстием для окуляра микро-

скопа. На окуляре установите прямоугольную равнобедренную призму и, перемещая объектив от нижнего положения, получите на матовом экране четкую проекцию.

Теневое проецирование

Некоторые явления, происходящие в прозрачных для лучей веществах (пары эфира, углекислый газ, светильный газ, нагретый воздух), не могут быть наблюдаемы учащимися в аудитории непосредственно, ни с помощью светового проецирования. К таким демонстрациям относятся: наблюдение восходящих потоков воздуха от нагретого тела, обнаружение паров эфира и углекислого газа, волновые явления на поверхности воды и др.

Помимо этого, ограниченное применение светового проецирования обусловлено тем, что отчетливое проецирование зависит от размера поля конденсора и проецируемого прибора. Поэтому проецировать большие приборы или целую установку, в которых имеются отдельные важные детали незначительных размеров, этим способом невозможно.

Для указанных выше случаев используется теневое проецирование, которое повышает видимость при постановке многих демонстраций. Показ явлений в бесцветных средах с помощью теневой проекции основан на явлении преломления света при прохождении через границу двух сред.

Удобство теневого проецирования состоит в том, что оно не требует специального оборудования (нужно иметь только источник света, приближающийся по своим свойствам к точечному и расположенный в непрозрачном корпусе).

Для получения вертикальной теневой проекции устанавливают экран и на некотором расстоянии от него осветитель так, чтобы световой поток был перпендикулярен плоскости экрана. Между осветителем и экраном располагают проецируемый прибор или установку (в конусе светового потока), и на экране при этом получается теневая проекция прибора.

Для горизонтальной теневой проекции можно применять специальный стол со стеклянной крышкой.

Задание 2. При помощи лампы для теневой проекции получите изображение нитяного маятника на экране.

Стробоскопическое проецирование

Для изучения различных видов движений тел, особенно быстро движущихся частиц и периодических процессов, применяют стробоскопический метод. Он используется в фотографии и проецировании. Сущность этого метода в фотографии заключается в фотографировании движущегося объекта в затемненной аудитории через равные малые промежутки времени. Это можно сделать либо с помощью периодически перекрываемого постоянного светового потока, либо с помощью световых вспышек, происходящих с определенной частотой. Тот же принцип лежит и в основе стробоскопического проецирования. Если в затемненной аудитории наблюдать на темном или белом фоне движение падающих капель подкрашенной воды в свете отдельных вспышек, можно видеть зависшие в воздухе неподвижные отдельные капельки. Анализируя увиденную картину, можно сделать вывод о виде движения (траектории, расстоянии и т. д.). Стробоскопический метод позволяет измерить скорость вращения и частоту колебаний. Если в школе нет стробоскопа, его часто заменяют укрепленным на оси двигателя фанерным диском с отверстиями по краям, называемом обтюратором.

Задание 3. Подумайте, как с помощью стробоскопического метода и сосуда с постоянно капающей водой рассчитать ускорение свободного падения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему при наличии трещин на полосах теплофильтра требуется их замена?
2. Как экспериментально показать роль конденсора и рефлектора в проекторе?
3. Какими способами можно обеспечить полнакала осветительной лампы?
4. Зачем в проекторе сделан двухстенный корпус?

5. Для чего нужен шарнирный выступ в гнезде объективодержателя?
6. Как правильно вставить диапозитив в кассету?
7. В каких случаях используется микропроекция? В чем достоинство теневой проекции?

Лабораторная работа № 6 **Молекулярная физика и теплота**

Цель работы: получить знания и навыки по методике и технике демонстраций, наиболее сложных в экспериментальном отношении; научиться собирать по принципиальным схемам наглядные демонстрационные установки, давать методические обоснования целесообразности постановки отдельных демонстраций.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Механическая модель броуновского движения.
2. Демонстрационный манометр, сильфон, воздушный шарик.
3. Цилиндр для взрыва горючей смеси.
4. Модель двигателя внутреннего сгорания, паровой машины

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Данная лабораторная работа посвящена большому курсу по молекулярной физике в школе. Традиционно первые понятия о молекулярном строении вещества школьники получают уже в седьмом классе в рамках первого знакомства с физикой. Неподготовленным ученикам бывает сложно принять атомистическую точку зрения на строение вещества. Тем более невероятно сложно осознать, что молекулы и атомы находятся в непрерывном хаотическом движении даже в твердых неподвижных телах. Правильно понять суть этого явления помогает тщательно спланированный демонстрационный эксперимент. В рамках физического практикума студентов рассматривается только один опыт седьмого класса, а именно, броуновское движение. Это очень нагляд-

ный опыт, демонстрация которого, однако, требует серьезных навыков обращения с проекционным аппаратом. Выполнение данной лабораторной работы позволит студентам приобрести необходимые навыки техники выполнения эксперимента.

Не менее интересные опыты, связанные с изучением тем «Тепловые явления», «Молекулярная физика» и «Термодинамика», проводятся в школе и в 8–10-х классах. В данной лабораторной работе студентам предлагается выполнить ряд опытов по демонстрации газовых законов (в частности, Бойля – Мариотта), опыт по демонстрации давления воздуха, а также опыты по демонстрации принципа действия двигателей внутреннего сгорания, паровой машины, воздушного огнива. Выполнение последней работы требует определенных навыков и у неподготовленного студента не получается с первого раза. Если желаемый эффект не получается при первом показе, нужно повторить попытку, стараясь учесть допущенные ошибки. Если при демонстрации опытов в школе демонстрация не получается два раза подряд, лучше не тратить время на третью попытку. Лучшим выходом из ситуации будет отложить демонстрацию до следующего урока повторения пройденного. В этом случае будет время в спокойной обстановке проанализировать проведение опыта и найти причину неуспеха.

Выполнение заданий лабораторной работы № 6 – хорошая тренировка для будущих преподавателей. Студенты учатся собирать установки, демонстрировать и анализировать различные термодинамические процессы.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

При рассмотрении темы «Молекулярная физика и теплота» важное место занимает изучение свойств газов и понятие идеального газа. В теме «Свойства газов» одновременно с изучением основных физических величин, определяющих свойства газов, рассматриваются важнейшие законы идеальных газов, описывающих термодинамические процессы в идеальных газах, при которых изменяются параметры состояния газа. Причем вначале рассматриваются такие процессы, в которых один из параметров состояния системы сохраняется неизменным, а два другие меня-

ются. При изучении законов идеального газа необходимо указывать на то, что для всех реальных газов они справедливы лишь при сравнительно малых давлениях и высоких температурах. Существенной при изучении темы является возможность сначала на отдельных законах, затем в конце изучения темы показать важность молекулярно-кинетических представлений и первого начала термодинамики для понимания и объяснения газовых законов и процессов в газах, тем самым связывая изучение темы с учебным материалом предыдущих тем. При изучении данной темы осуществляется и политехнический принцип в обучении. Учащиеся знакомятся с техническими применениями явлений в газах, с принципом действия компрессора и вакуумных насосов. Знакомство с разреженным газом необходимо для последующего изучения устройства и действия электронных приборов.

Изучение темы «Свойства паров» заканчивается вопросами влажности воздуха. В этой теме учащиеся применяют приобретенные ими знания о свойствах насыщающих и ненасыщающих паров к анализу физических явлений (например, образование облаков и осадков), связанных со свойствами паров, содержащихся в атмосфере. Это определяет изучение данной темы при изучении такого раздела физики, как «Взаимные превращения жидкостей и газов».

Изучение молекулярной физики начинается с обзора основных положений молекулярно-кинетической теории: дискретности строения, движения и взаимодействия молекул. Основными опытными фактами, свидетельствующими о движении молекул, являются броуновское движение и диффузия. Оба явления известны учащимся из курса седьмого класса. В десятом классе они рассматриваются более подробно.

Задания для подготовки к работе

1. Посмотрите программу по физике для средней школы и ознакомьтесь с рекомендуемыми демонстрациями по теме «Молекулярная физика и теплота» («Термодинамика»).

2. Просмотрите рекомендованную методическую литературу по теме «Термодинамика». При подготовке к работе необходимо обратить внимание на следующие вопросы: газовые законы (Бойля – Мариотта, Гей – Люссака, Шарля, Дальтона, Авогадро), уравнение состояния идеального газа, основное уравнение моле-

кулярно-кинематической теории газов, адиабатический процесс, абсолютная и относительная влажность воздуха.

3. Просмотрите рекомендованную литературу по теме «Молекулярная физика». При подготовке к работе обратите внимание на следующие вопросы: основные положения молекулярно-кинетической теории, экспериментальное обоснование существования молекул, размеры атомов и молекул, число Авогадро, строение газообразных, жидких и твердых тел, поверхностная энергия и поверхностное натяжение, капиллярные явления.

Ответьте на вопросы:

1. Под колоколом воздушного насоса стоит банка с водой. В воде находится пузырек воздуха. Как изменится объем пузырька при откачивании воздуха? Температура постоянна.

2. Начертите график изменения плотности идеального газа в зависимости от температуры при изотермическом, изобарическом и изохорическом процессах.

3. Начертите график изотермического, изобарического и изохорического процессов идеального газа в координатах, «объем – давление»; «температура – давление»; «температура – объем». Сравните между собой графики одинаковых процессов в различных системах координат. В координатах «температура – объем» нарисуйте две изобары, соответствующие большему и меньшему давлению. Какая из них лежит выше?

4. Как доказать, что броуновское движение не является следствием внешних сотрясений капли суспензии, рассматриваемой в микроскоп?

5. Почему проявление силы сцепления между двумя кусками металла показывают со свинцом, а не со сталью?

6. На каком физическом явлении основан способ цементации сталей?

7. Почему воду можно из стеклянного пузырька отмерять каплями, а ртуть нельзя? Из какого материала должен быть сделан пузырек, чтобы из него можно было отмерять ртуть каплями?

8. Можно ли отливать металлы в формы, сделанные из материала, который данным расплавленным металлом смачивается?

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Механическая модель броуновского движения.

Броуновское движение было открыто в 1827 году английским ботаником Броуном (1773–1858) при наблюдении за пылью растений во время испытания только что вошедших тогда в употребление ахроматических объективов. Оно заключается в том, что все мельчайшие частицы, взвешенные в жидкости, находятся в непрерывном движении, которое никогда не прекращается.

Скорость броуновского движения в жидкости обратно пропорциональна вязкости жидкости (например, в глицерине оно едва различимо). Броуновское движение тем интенсивней, чем меньше размеры частиц. Интенсивность движения увеличивается с повышением температуры жидкости. Перрену [11] удалось наблюдать броуновское движение капелек, лежащих на самых тонких участках мыльной пленки – «черных пятнах» мыльных пузырей. Диаметр этих капелек в 100–1000 раз больше толщины пленки. Броуновское движение вызывается неуравновешенными толчками со стороны молекул жидкости. Математическая теория броуновского движения была разработана Эйнштейном в 1905 году (удивительно, но при разработке теории Эйнштейн ничего не знал о броуновском движении, предсказав его на основе созданной теории). Польский физик Смолуховский (1872–1917) также построил теорию броуновского движения независимо от Эйнштейна в 1906 г., однако его формула является приближенной, отличаясь от формулы Эйнштейна численным коэффициентом.

Ознакомьтесь с механической моделью броуновского движения. Основные детали модели: кольцо из плоской пружины, ударный механизм, стальные шарики (изображающие молекулы), небольшая резиновая пробка-частица с большей массой, чем шарики.

Прибор устанавливают на проекционном аппарате, подготовленном для горизонтального проецирования. Над прибором закрепляют объектив с плоским зеркальцем или оборотной призмой, как показано на рис. 22.

Затем вращают ручку ударного механизма и учащиеся слышат характерный звук от ударника. Одновременно с этим они видят на экране, как под влиянием быстрого хаотического движения шариков, имитирующих движение молекул, совершает

беспорядочное движение пробка. Она перемещается вследствие одновременной неуравновешенной бомбардировки несколькими шариками. При вращении ручки ударного механизма видно, как под влиянием быстрого хаотичного движения шариков, имитирующих движение молекул, совершает беспорядочное движение пробка. Вынимая верхнее стекло прибора, можно менять количество шариков.

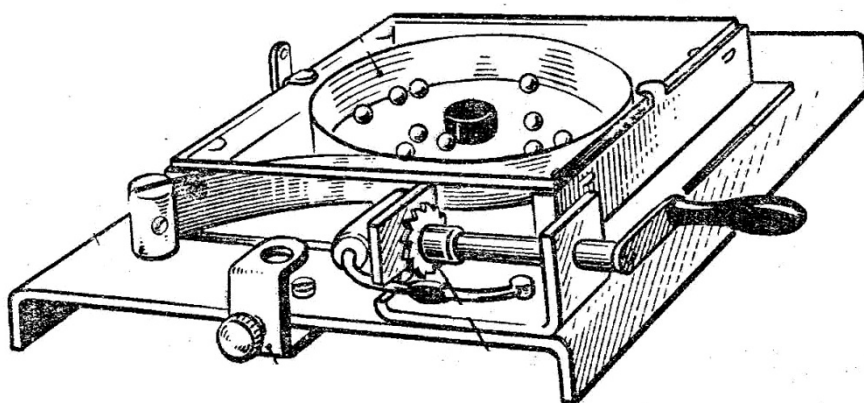


Рис. 22.

II. Смачивание стекла водой.

Сферическая форма поверхности капли жидкости не сохраняется при соприкосновении с поверхностью твердого тела. Изменение формы капли зависит от материала, из которого сделано твердое тело. Зависимость формы капли от материала подложки объясняется разностью сил взаимодействия между молекулами жидкости и молекулами твердого тела на границе раздела двух сред. Смачиванием называется искривление поверхности жидкости у поверхности тела на границе раздела сред.

Стеклянную пластинку с крючком посередине прикрепите к демонстрационному динамометру, укрепленному в штативе. Под пластинку поднесите снизу ванночку с водой и следите за тем, чтобы ее стенки не касались пластинки, вода же смачивала всю ее нижнюю поверхность. Медленно опуская ванночку, заметьте небольшое растяжение пружины динамометра, при котором пластинка, смоченная водой, отрывается от воды. Что нужно сделать со стеклом, чтобы изменить силу натяжения пружины динамометра?

III. Закон Бойля – Мариотта.

Закон Бойля-Мариотта описывает изотермический процесс: для газа данной массы при постоянной температуре произведение давления на его объем постоянно. Бойль и Мариотт – французские ученые XVII века. В Англии этот закон называют законом Бойля, во Франции – Мариотта. Впервые гипотеза была высказана в 1661 г. Тоунли, затем проверена Броункером и Пауэром. Первые результаты были опубликованы Бойлем; аббат Эдм Мариотт заново открыл закон Бойля 17 лет спустя.

Перед опытом показывают сначала отдельно прибор для изучения газовых законов. Обращают внимание на основную часть прибора – закрытый гофрированный цилиндр (сильфон), который соединяется с наружным воздухом только через небольшой изогнутый патрубок, впаянный в металлическую крышку. Сильфон при помощи винта можно растягивать, причем объем воздуха, заключенный внутри прибора, изменяется пропорционально изменению высоты.

Измеряется объем газа в условных единицах по прикрепленной к прибору четкой демонстрационной шкале с десятью делениями. Указателем при таких измерениях служит у сильфона край крышки. Начальный объем сильфона – пять условных единиц, а конечный – десять.

Для проведения опыта соединяют сильфон резиновой трубкой с манометром (рис. 23). Открывают у манометра оба крана и с помощью винта растягивают или снимают цилиндр так, чтобы объем воздуха в нем стал, например, 7,5 условных единиц. Затем закрывают свободный кран манометра и приступают к демонстрации. Несколько раз изменяют объем воздуха в приборе и наблюдают за показаниями манометра. Убеждаются, что с уменьшением, а затем с увеличением объема давление соответственно увеличивается и уменьшается во столько же раз. Результат измерений записывают в виде таблицы.

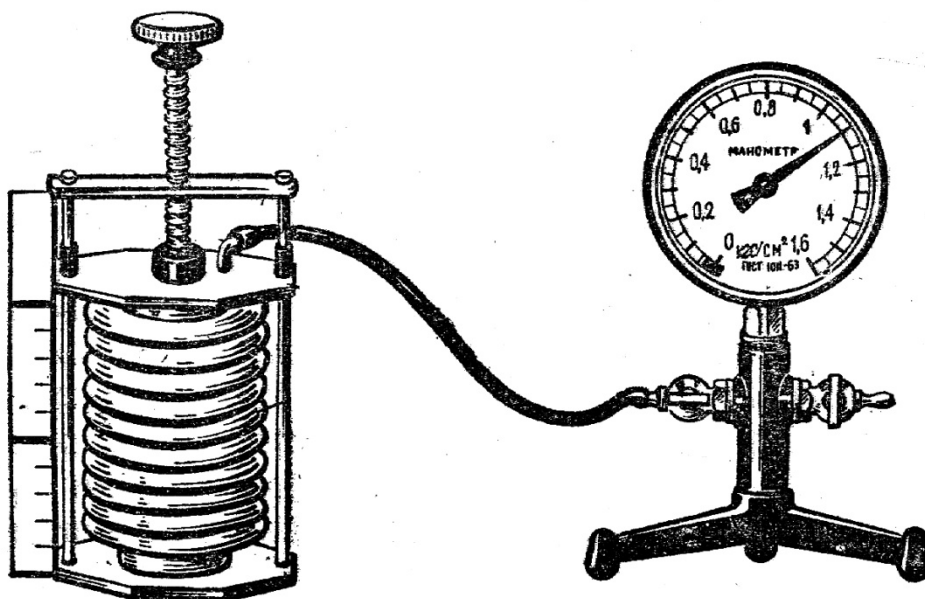


Рис. 23.

IV. Зависимость между объемом, давлением и температурой газа.

Собирают установку (рис. 23), соединяя сильфон резиновой трубкой с манометром. Закрывают свободный кран у манометра (он показывает 1 атм) и, не наливая сначала воду в банку, куда помещают сильфон, измеряют по шкале прибора объем воздуха, а по демонстрационному термометру – температуру воздуха (она равна комнатной). Затем в банку наливают теплую воду (45–50 °С) и произвольно изменяют объем воздуха в цилиндре с помощью винта. Когда цилиндр прогреется, опять измеряют объем, давление и температуру воздуха. Результаты измерений записывают во вторую строку таблицы.

Р	V	T	PV/T	Примечание
1	7	293	0,024	Комнатная температура
1,55	5	333	0,023	Теплая вода
0,8	9	285	0,025	Холодная вода

После этого цилиндр переносят в холодную воду (приблизительно на 10° ниже комнатной) или меняют воду в банке. Вновь произвольно изменяют объем воздуха в цилиндре и измеряют

объем, давление и температуру. Результаты измерений также записывают в таблицу.

Пользуясь полученными результатами, вычисляют значение выражения PV/T для каждого состояния и убеждаются, что все три значения мало отличаются друг от друга.

V. Воздушный шар под колоколом.

Поместите слегка надутый и хорошо завязанный воздушный шарик под колокол воздушного насоса. Проследите, чтобы колокол герметично прилегал к основанию (для этого можно смазать его основание кремом или водой). Нужно иметь в виду, что чем обильнее происходит смазка, тем меньше вероятность успеха. Толстый слой смазки, разделяющий тарелку и колокол, при понижении давления воздуха под колоколом вдавливают атмосферным давлением под колокол. В местах, где это произошло, образуются каналы, через которые воздух начинает поступать под колокол. У вакуумных тарелок новой конструкции герметизация обеспечивается за счет резиновой прокладки в виде кольца из листовой резины. В этом случае отпадает необходимость пришлифовывать колокол к тарелке. При использовании резинового кольца нельзя использовать смазку кольца солидолом – от этого резина разбухает и быстро разрушается.

Постепенно выкачивая воздух, наблюдайте увеличение объема шарика. Как это можно объяснить?

При демонстрации обращают внимание на то, что при откачивании воздуха число молекул, приходящихся на единицу объема в пространстве под колоколом, становится все меньше и меньше, и, следовательно, они с меньшей силой бомбардируют стенки камеры снаружи. Внутри же камеры число молекул остается прежним, поэтому давление на стенки становится больше наружного и камера постоянно раздувается. Опыт можно использовать для демонстрации основной формулы молекулярной физики $p=nkT$. Сравните концентрации снаружи и внутри шара.

VI. Принцип действия двигателя внутреннего сгорания.

Повторите по учебнику принцип действия двигателя внутреннего сгорания. Объясните назначение каждой детали и принцип действия.

Задание 1. Покажите принцип действия двигателя внутреннего сгорания с помощью цилиндра для взрыва горючей смеси.

Для демонстрации взрыва горючей смеси, которая производится за счет части энергии, выделившейся при сгорании топлива, собирают следующую установку. Чугунный цилиндр с ввернутой в него запальной электрической свечой соединяют с индукционной катушкой (или преобразователем напряжения): один провод подводится к винтовому зажиму свечи, а другой – к корпусу. При этом цилиндр слегка наклоняют в сторону, противоположную классу, подложив под него небольшой клинышек. Чтобы поршень не ударялся о стол, к нему привязывают прочный шнурок, зажатый в лапке штатива, который закрепляют на столе струбциной.

Вынув поршень, в цилиндр для взрыва горючей смеси с помощью пипетки вводят несколько капель авиационного бензина. Закрывают цилиндр поршнем так, чтобы последний коснулся корпуса свечи, ввернутой почти у дна цилиндра, и образовал в нем подобие камеры сгорания. Опыт часто не получается, если соотношение паров бензина с воздухом не будет близким к 1:14.

После этого включают ток в катушку. Между электродами свечи (искровой промежуток 6–7 мм) образуется искра. Горючая смесь взрывается, и поршень вылетает из цилиндра. Если смесь не воспламенилась от первой искры, надо несколько раз повторить замыкание и размыкание первичной цепи катушки. Нужно учесть, что в некоторых экземплярах прибора поршень даже не перекрывает углубление в стенке цилиндра, где расположена свеча, – в этом случае в цилиндр нужно бросить пробку.

Помните о технике безопасности: в опыте поршень массой более килограмма может взлететь на высоту до одного метра.

Перед началом опыта полезно показать учащимся образование искры в цилиндре. Для этого поворачивают цилиндр открытым концом в сторону класса и несколько раз включают и выключают ток в индукционную катушку (преобразователь напряжения). Искра в запальной свече может не образоваться, если свеча замаслена, обгорела или загрязнена. Свеча лучше работает, если ее подключить к высоковольтному индуктору.

Задание 2. Объясните устройство и действие четырехтактного двигателя внутреннего сгорания по его модели.

Проиллюстрируйте на модели момент воспламенения горючей смеси, который является началом рабочего такта. Для этого вверху модели над поршнем укреплен патрон с маловольтной лампочкой, которая соединяется с двумя зажимами, расположенными с обратной стороны прибора на его корпусе. Присоединив к зажимам источник тока (батарейку от карманного фонарика или аккумулятор) и вращая ручку модели, можно наблюдать, что в начале такта «рабочий ход» электрическая цепь замыкается и лампочка вспыхивает, имитируя момент воспламенения горючей смеси.

VII. Воздушное огниво.

Воздушное огниво представляет собой полый прозрачный цилиндр с плотно пригнанным поршнем, изготовленный из стекла или плексигласа. Прибор предназначен для демонстрации адиабатного сжатия воздуха, содержащего пары эфира. Воздушное огниво представляет собой толстостенный цилиндр из прозрачного оргстекла, один конец которого плотно закрыт. Внутри цилиндра вставлен поршень, насаженный на металлический шток с рукояткой.

Опыт с огнивом состоит в следующем. На дно цилиндра опустите небольшой кусочек ваты, слегка смоченный серным эфиром (или машинным маслом) и закройте цилиндр поршнем. Затем, прижав дно цилиндра к столу, резким, но очень сильным нажимом руки на головку штока вгоняют поршень внутрь цилиндра. Воздух при сжатии сильно нагревается, и пары эфира воспламеняются. Для более эффектного наблюдения вспышки класс можно затемнить. Шток поршня следует двигать энергично. Не надо бить по головке штока. При резком ударе воздух под поршнем в первое мгновение сжимается и нагревается, но затем вследствие упругости начинает расширяться и охлаждаться.

Опыт часто не удается из-за избытка паров эфира, и, чтобы устранить этот недостаток, перед демонстрацией нужно продуть цилиндр резиновой грушей. Если поршень пропускает воздух, его нужно смазать вазелином. Если смазка не помогает, поршень

опускают в кипящую воду, а затем размягченную «юбку» поршня расширяют подходящей оправой.

VIII. Паровая машина.

Паровая машина – тепловой двигатель внешнего сгорания, преобразующий энергию нагретого пара в механическую работу возвратно-поступательного движения поршня во вращательные движения вала. Паровая машина как универсальный двигатель впервые была создана Дж. Уаттом в 1772–1784 гг. Этому предшествовало изобретение Д. Папеном парового котла в 1680 г., Т. Ньюкоменом – пароатмосферной воздухоподъемной машины в 1705 г., создание И. И. Ползуновым паровой воздухоудвнющей машины в 1763–1765 гг.

Используя модель паровой машины, объясните устройство и принцип действия. Поясните, что является нагревателем, рабочим телом, холодильником.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие основные физические явления можно продемонстрировать на механической модели броуновского движения?
2. В каких единицах измеряется давление и объем газа при демонстрации закона Бойля–Мариотта?
3. Поясните, что является нагревателем, рабочим телом и холодильником в двигателе внутреннего сгорания.
4. Почему происходит воспламенение паров эфира (бензина) в опыте с воздушным огнем?

Лабораторная работа № 7

Механические и электромагнитные колебания

Цель работы: получить знания и навыки по методике и технике наиболее сложных в экспериментальном отношении демонстраций; научиться собирать по принципиальным схемам наглядные демонстрационные установки, давать методические обоснования целесообразности постановки отдельных демонстраций.

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Штатив, нить, несколько шариков различной массы, металлическая пластина, пружина, стержень, секундомер, магнит, метроном, маятник в часах, «сосуд Тантала».

2. Гальванометр от демонстрационного амперметра, батарея конденсаторов на 60 мкф, катушка дроссельная с сердечником, переключатель однополюсный, провода соединительные, ящик-подставка, осциллограф школьный.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Лабораторные работы № 7 и 8 логически связаны друг с другом. Лабораторная работа № 7 представляет собой набор опытов по демонстрации механических и электромагнитных колебаний. Эта работа отличается высокой сложностью с технической точки зрения. С другой стороны, она очень наглядна, что повышает интерес школьников к предмету. При изучении в девятом классе темы «Механические колебания» чаще всего речь идет только о математическом маятнике. В результате такого подхода к обучению к одиннадцатому классу у учащихся складываются весьма поверхностные представления об источниках колебательного движения. Исправить подобную ситуацию поможет показ правильно подобранной демонстрации.

Первая часть лабораторной работы посвящена демонстрации разнообразных механических колебаний. Используются следующие колебательные системы:

- а) груз, подвешенный на нити;
- б) груз, подвешенный бифилярно;
- в) металлическая пластина, зажатая с одного конца;
- г) пружинный маятник на вертикальном подвесе;
- д) маятник на стержне;
- е) горизонтальный пружинный маятник.

В рамках школьной программы мало внимания уделяется автоколебаниям и автоколебательным системам. Как правило, школьники имеют дело только со свободными или вынужденными колебаниями, совсем забывая о существовании третьего вида

колебаний. Демонстрация автоколебаний на примере маятниковых часов поможет исправить ситуацию.

Вторая часть работы посвящена демонстрациям электромагнитных колебаний. Электромагнитные колебания изучаются в одиннадцатых классах, поэтому подготовка демонстрации и качественное ее объяснение – долгая и кропотливая работа, требующая определенных знаний, умений и навыков. Сформировать эти навыки поможет физический практикум по школьному физическому эксперименту.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Механические колебания.

Изучение колебательного движения расширяет знания учащихся о видах механических движений. Универсальностью законов колебательных процессов определяется особое значение механических колебаний в науке и практике. Хорошее усвоение учащимися темы «Механические колебания» – условие успешного изучения последующих тем: «Переменный ток», «Электромагнитные колебания и волны», «Физическая оптика».

Изучение свойств механических колебаний в средней школе необходимо проводить с широким использованием демонстрационного эксперимента. Далее предлагается система демонстраций, позволяющая установить наиболее важные свойства свободных и вынужденных колебаний, а также автоколебаний.

Задание 1. Покажите свободные колебания следующих колебательных систем:

- а) груз, подвешенный на нити;
- б) груз, подвешенный бифилярно;
- в) металлическая пластина, зажатая с одного конца;
- г) пружинный маятник на вертикальном подвесе;
- д) маятник на стержне;
- е) горизонтальный пружинный маятник.

Задание 2. Покажите независимость периода колебания маятника от его массы.

Подвесьте бифилярно на двух штативах рядом два маятника одинаковой длины, но разной массы. Отведите оба маятника на

одинаковый угол от положения равновесия и отпустите их. Подсчитайте с помощью секундомера периоды колебаний маятников.

Какой вывод можно сделать из этой демонстрации?

Задание 3. Покажите, что период колебания маятника при малых амплитудах не зависит от амплитуды.

Отведите маятник от положения равновесия на угол не более 5° и отпустите его. Подсчитайте при помощи секундомера период колебания маятника. Прделаете 2–3 измерения для различных амплитуд.

Какой вывод можно сделать из этой демонстрации? От чего зависит результат данного эксперимента?

Задание 4. Покажите, что период колебания маятника зависит от его длины.

Возьмите 3 маятника, длины которых отличаются на 20 см друг от друга и определите период колебания каждого маятника. Рассчитайте по формуле период колебаний каждого маятника и сравните полученные результаты с экспериментом.

Какой наименьшей длины следует взять маятник? От чего зависит результат данного опыта? Можно ли на основании полученных данных показать, что период колебаний маятника пропорционален $L^{1/2}$, где L – длина маятника?

Задание 5. Покажите, что период колебаний маятника зависит от величины силы, действующей на маятник.

Подвесьте на штативе маятник с железным шариком и определите период колебаний. Поместите ниже маятника магнит или электромагнит и определите также период колебания.

Как следует расположить приборы для получения лучшего эффекта опыта? Как можно обобщить результат опыта для установления зависимости периода колебаний маятника от ускорения свободного падения?

Какой вывод можно сделать из демонстраций, предложенных в заданиях 2–5?

Задание 6. Автоколебательные системы.

В автоколебательных системах нет внешних периодических сил. Поддержание этих колебаний осуществляется за счет ста-

ционных внешних или внутренних источников энергии, благодаря особому механизму взаимодействия их с самой системой. Типичный пример такой системы – **маятник в часах**. Часовой механизм состоит из маятника (1), имеющего форму чечевицы, стержня (2), ходового колеса (3) со стрелкой (4), заводного механизма (5) с нитью и грузом (6), анкерной вилки (7), к которой прикреплен поводок (8), шкалы (9), муфты (10) с винтом (11) и держателя маятника (рис. 24).

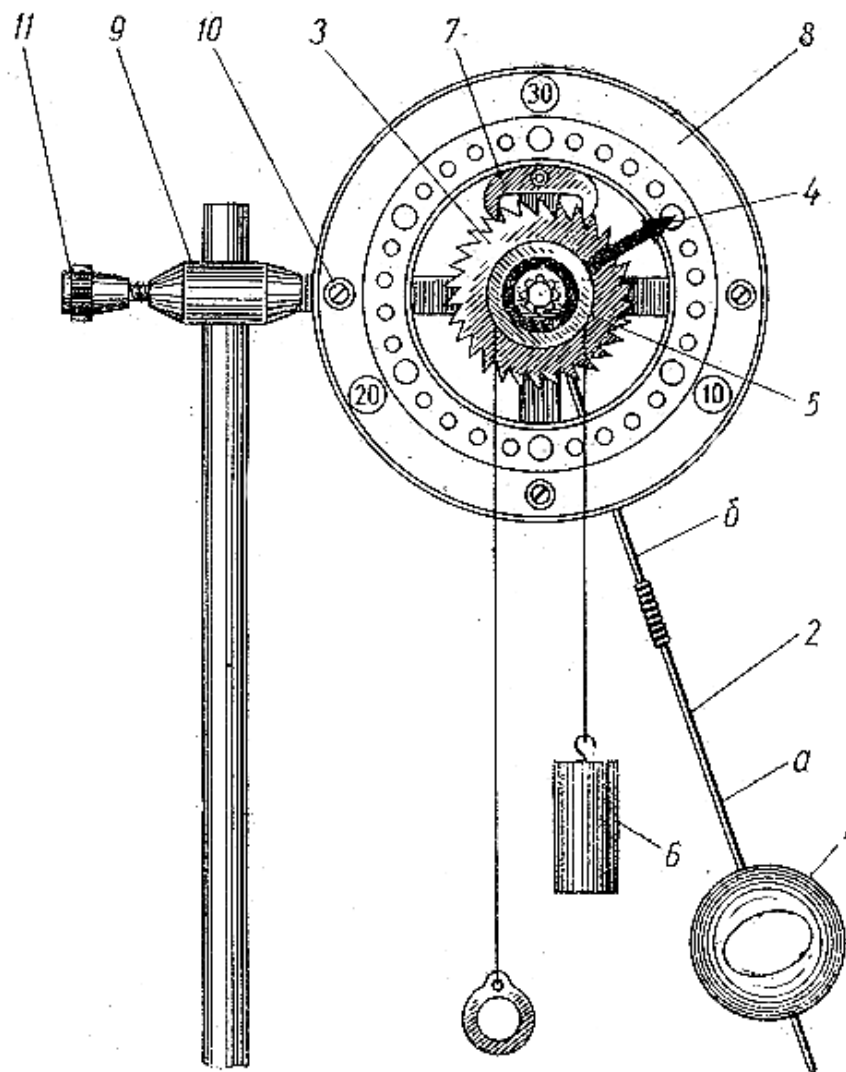


Рис. 24.

Обратите внимание на основные части: маятник с анкерной вилкой и храповое колесо с гирей. Прибор демонстрируется в действии с различной длиной маятника. При каждом колебании

маятника гири, немного опускаясь, поворачивает храповое колесо. Если удары отбиваются с неравными промежутками времени, то изменяют наклон стойки прибора и добиваются необходимой равномерности хода.

Для детального изучения действия анкерного механизма его показывают с помощью проекционного аппарата. Увеличенный и резко очерченный на экране силуэт механизма становится отчетливо виден учащимся всего класса.

Когда маятник движется влево, правый зубец анкерной вилки упирается в один из зубцов колеса и держит его неподвижным до тех пор, пока маятник, двигаясь обратно, не пройдет положение равновесия. В этот момент правый зубец анкерной вилки поднимается и колесо, выйдя из зацепления, поворачивается на ползубца, так как опустившийся левый зубец анкерной вилки снова останавливает его. Если проследить за направлением силы, с которой зубцы колеса действуют на анкерную вилку, то можно заметить, что эта сила создает вращающий момент и, разгоняя маятник, сообщает ему некоторое количество кинетической энергии. Эта энергия компенсирует затраты энергии на преодоление трения, вследствие чего колебания маятника становятся незатухающими. Наблюдая работу анкерного механизма, можно заметить, что энергия поднятой гири передается маятнику равными порциями дважды за период.

Для громкого отсчета равных промежутков времени в пределах от 40 до 208 ударов в минуту используют **метроном**. Прибор представляет собой простой часовой механизм с ударником, приводимым в движение упругой закрученной пружиной. Частоту ударов метронома можно менять, передвигая груз и изменяя тем самым длину маятника. Частота ударов определяется по шкале, нанесенной на метрономе (отсчет ведется по верхнему краю груза). При проведении фронтальных лабораторных работ звук метронома желательно увеличивать при помощи усилителя низкой частоты.

1. Ознакомьтесь с метрономом. Проверьте, заведен ли он. Освободите маятник. Установите частоту ударов 120 в минуту. Проверьте с помощью часов с секундной стрелкой или карманного секундомера частоту ударов метронома.

Для демонстрации автоколебательных систем можно также использовать «сосуд Тантала», состоящий из стакана, в отверстие в стене которого продета трубка, изогнутая в форме перевернутой буквы U. Сосуд можно изготовить самостоятельно. Принцип работы прост: вода медленно поступает в сосуд из источника с постоянным расходом. При достижении уровня вершины трубки она быстро истекает до уровня, соответствующего нижнему концу трубки, после чего все повторяется.

2. Продемонстрируйте возбуждение автоколебаний различными автоколебательными системами:

- а) колебания маятника метронома;
- б) колебания маятника на модели часов;
- в) колебания уровня жидкости в «сосуде Тантала».

II. Электромагнитные колебания.

Задание 7. Свободные электрические колебания.

При изучении механических колебаний обычно прибегают к демонстрации такой механической колебательной системы (маятник, груз на пружине), в которой колебания совершаются с возможно большим периодом. В этом случае лучше усваивается влияние массы и упругости на характер колебаний, отдельно наблюдаются характерные моменты в процессе превращения энергии. На этом же основании целесообразно для аналогичного объяснения свободных электрических колебаний пользоваться электрическим колебательным контуром с возможно меньшей собственной частотой и наименьшим затуханием.

В условиях физического кабинета средней школы наилучшие результаты можно получить от установки, изображенной на рис. 25. В ней колебательный контур составлен из батареи конденсаторов с полной емкостью в 60 мкф и дроссельной катушки из 3 600 витков с замкнутым сердечником от универсального трансформатора.

Посредством однополюсного переключателя батарею можно поочередно переключать на заряд от источника постоянного тока (100–120 В) и на разряд через дроссельную катушку.

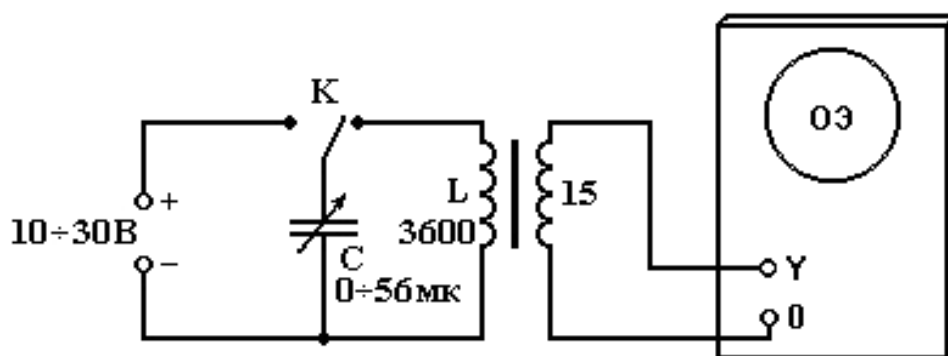


Рис. 25.

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 трем зажимам. 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 2 Гц. Опыт повторяют несколько раз и объясняют наблюдаемое явление, прибегая к механической аналогии. При этом сопоставляют энергетические превращения в электрическом контуре и в механической колебательной системе, сравнивают роль индуктивности и массы, емкости и упругости, электрического и механического сопротивления. Далее показывают, что, поскольку колебания в контуре не «навязываются» извне, а являются свободными, частота колебаний зависит только от параметров самого контура. Для этого уменьшают сначала емкость батареи, затем количество витков катушки в контуре и, возбуждая колебания, получают заметное увеличение частоты колебаний стрелки. Для получения возможно большего количества колебаний необходимо увеличить первоначальный запас энергии в конденсаторе. Для этого надо увеличить напряжение источника. Оказывается, однако, что при увеличении напряжения, подаваемого на конденсатор, выше 130 В амплитуда колебаний такова, что сердечник катушки приближается к насы-

щению. Это приводит к уменьшению индуктивности катушки, а частота колебаний резко возрастает, что крайне нежелательно. Наилучшие результаты получаются при напряжении около 120 В. Это напряжение удобнее всего получить с выпрямителя школьного распределительного щита. Можно воспользоваться также выпрямителем ВС-24М.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Зависит ли период колебания физического маятника от его массы?
2. Какие колебания называются гармоническими?
3. Какими уравнениями описываются затухающие электромагнитные колебания в колебательном контуре?
4. Что требуется, чтобы колебания в контуре были незатухающими?
5. Какие колебания называются автоколебаниями?
6. Объясните принцип работы маятника в часах как пример автоколебательной системы.

Лабораторная работа № 8 **Механические и электромагнитные волны**

Цель работы: получить знания, умения и навыки по методике и технике демонстраций по данной теме в школе и вузе; научиться собирать по принципиальной схеме наглядные демонстрационные установки, давать методические обоснования целесообразности отдельных демонстраций

ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1. Волновая машина.
2. Волновая ванна, набор вибраторов и препятствий.
3. Осциллограф.
4. Звуковой генератор.
5. Конденсатор раздвижной, трансформатор на панели, излучатель и приемник электромагнитных волн, металлические пластины, линза, призма.

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ И ТЕХНИКИ

Последняя лабораторная работа – лабораторная работа № 8 – логическое продолжение лабораторной работы № 7.

Первая часть работы посвящена демонстрации механических волн с помощью волновой машины и волновой ванны. При выполнении данной работы студенты впервые сталкиваются с использованием волновой машины (конструкция Б. С. Зворыкина). Это одна из самых эффектных моделей, используемых при показе демонстраций в школьном курсе физики. С помощью машины можно показать различные виды волн. Однако для того, чтобы демонстрация прошла успешно, студентам нужно предварительно разобраться с принципом работы прибора и способом получения стоячих, поперечных и продольных волн. Поэтому лабораторная работа направлена в первую очередь на формирование навыков техники, т. е. умений обращаться с моделями.

Вторая часть работы посвящена демонстрации электромагнитных волн. Методически очень сложно объяснить школьникам волновую природу электромагнитных колебаний, поскольку в данном случае нет наглядности. Без привлечения «тяжелого аппарата математической физики», уравнений Максвелла, преподавателю тяжело описывать волновой характер света. Неспособность правильно объяснить со стороны учителя приводит к полному непониманию сути явления со стороны ученика, в результате чего возникают анекдотические вопросы вроде «Как синусоидальный ток может течь по прямым проводам?». Для того чтобы свести на нет это непонимание, будущий учитель должен сам прекрасно понимать явление и уметь показывать опыты, подтверждающие волновую природу света. Выполняя лабораторную работу № 8, студенты учатся интерпретировать сложные явления на примеры простых опытов.

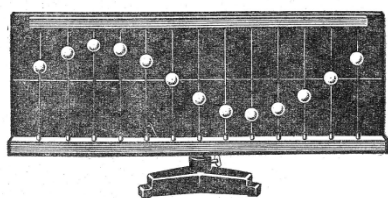
ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

I. Волны.

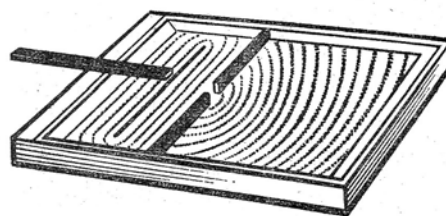
Основной физической моделью вещества является совокупность движущихся и взаимодействующих между собой атомов и молекул. Использование этой модели позволяет объяснить с по-

мощью молекулярно-кинетической теории не только свойства агрегатных состояний вещества, но и физический механизм переноса энергии и импульса в среде. Существуют два способа передачи энергии и импульса: непосредственно с помощью перемещения частиц из одной точки пространства в другую и перенос энергии без переноса вещества – волновой процесс.

Среди универсальных приборов, применяемых для демонстрации волновых процессов, наибольшее распространение нашла волновая машина (конструкция Б. С. Зворыкина, рис. 26а) и волновая ванна (рис. 26б).



а



б

Рис. 26.

Волновая машина позволяет изучать колебательные и волновые движения: колебания отдельной частицы, колебания двух частиц с разными фазами, образование поперечной волны, распространение поперечных и продольных волн, стоячие волны. При этом можно изменять частоту и амплитуду колебания, направление распространения волн, расположение узлов и пучностей стоячей волны.

Прибор смонтирован на прямоугольном черном щитке размером 60 х 27 см, установленном на чугунной подставке. Он состоит из 13 спиц с насаженными на них белыми шариками – на лицевой стороне и простым механизмом для управления – на обратной стороне. Внизу каждой спицы под шариком имеется маленькая муфта, представляющая собой рулончик из сукна, охваченный металлической обоймой. Муфта может с некоторым трением перемещаться вдоль спицы и при необходимости поддерживать шарик на любой высоте.

Когда демонстрируются продольные волны (а также во время хранения прибора), диск подвинчивают винтом шарнира к металлическому гнезду. При этом все шарики опущены вниз. Рукоятку привинчивают к свободному концу стержня и вкладывают в специальный зажим, расположенный у края щитка.

Для демонстрации поперечных волн прибор имеет вторую систему нитей, привязанных не к маятникам, а к шарикам, и позволяющих перемещать шарики вдоль спицы. Каждая из этих нитей огибает крючок у места подвеса, проходит через одно из 12 отверстий второго ряда и прикрепляется на оборотной стороне щитка к краю металлического диска. К диску приложены стержень с шариком и рукоятка, которую вкладывают в специальный зажим, расположенный у края щитка. Для демонстрации поперечных волн ввинчивают стержень в металлическое гнездо, прикрепленное к щитку под диском, оттягивают диск и насаживают на винт шарнира, а затем навинчивают рукоятку. Вращая конец рукоятки, получается модель бегущей продольной волны, а наклоняя рукоятку вверх и вниз или вправо или влево, получают модель поперечной волны.

Задание 1. Демонстрация волн с помощью волновой машины.

Продemonстрируйте распространение продольных, поперечных и стоячих волн. Покажите демонстрацию колебаний одной частицы, двух частиц с разными фазами.

В процессе демонстрации поперечных волн обращают внимание на два различных явления: колебательное движение частиц и распространение колебательного движения. Оба эти движения взаимно перпендикулярны. Поэтому волны, в которых частицы среды колеблются перпендикулярно распространению волн, называют поперечными.

На опыте покажите, что за время полного колебания любой из частиц (период) колебательное движение распространяется на расстояние, равное длине волны.

При демонстрации в школе обращают внимание на разность фаз колебаний отдельных частиц и дают понятие о длине волны

как о расстоянии между ближайшими частицами, колеблющимися в одной фазе.

Процесс образования продольной волны вначале показывают на опыте со связанными маятниками. Представление о продольной волне создают с помощью волновой машины. В продольной волне, так же, как и в поперечной, частицы колеблются с одинаковым периодом и амплитудой, и каждая последующая отстает от предыдущей по фазе. Различают эти два вида волн только по направлению колебаний частиц. В продольной волне частицы колеблются вдоль направления распространения волны. Вследствие этого частицы среды то сближаются, то удаляются друг от друга; процесс распространения продольной волны сопровождается перемещением областей сгущения и разрежения.

Изменяя скорость вращения нитяного зажима, продемонстрируйте изменение скорости распространения волн. Покажите, что при изменении вращения зажима изменяется направление распространения волн, а при увеличении радиуса вращения увеличивается амплитуда колебаний частиц.

Обратите внимание, что точки, отстоящие друг от друга на расстояние, равное длине волны, имеют одинаковые фазы.

Задание 2. Демонстрация волн с помощью волновой ванны.

Волны на поверхности воды, как известно, нельзя отнести точно к поперечным. Несмотря на это, они очень удобны для изучения многих закономерностей волнового движения. Для демонстрации пользуются волновой ванной с прозрачным или зеркальным дном; опыты проводят в затемненном классе.

Волновая ванна служит для демонстрации волн на воде методом теневого проецирования. Прибор позволяет показать на экране образование, распространение, отражение, преломление, интерференцию и дифракцию волн.

При демонстрации опытов ванна устанавливается горизонтально на демонстрационном столе. Поверхность воды освещается сверху осветителем для теневого проецирования так, чтобы лучи света, отразившись от зеркального дна, падали на проекционный экран, расположенный наклонно над классной доской. Для уменьшения отражения волн от пологих краев ванны на них кла-

дут полоски из какой-нибудь ткани. В ванну наливают воду (4–5 мм) и уравнивательными винтами устанавливают ее горизонтально. Если применяют ванну с зеркальным дном, то осветитель для теневого проецирования располагают на столе рядом с ванной так, чтобы вся поверхность воды была освещена, а отраженный свет падал на экран, расположенный наклонно над классной доской. На борту ванны укрепляют вибратор, а на вибраторе – насадку с одним шариком, который должен касаться поверхности воды. Для ослабления отражения волн на пологие края ванны кладут полоски из какой-либо мягкой ткани и хорошо их смачивают.

Вначале показывают одиночные круговые волны. Для этого конец вибратора придерживают рукой и несколько раз быстро отрывают шарик от поверхности воды. На экране наблюдают ряд светлых и темных колец, расходящихся от места возбуждения.

Учащимся сообщают, что расходящиеся светлые и темные кольца представляют собой гребни и впадины волн; частицы воды, расположенные в точках одного и того же кольца колеблются в одинаковых фазах и образуют фронт волны. Такие волны называются круговыми.

Затем демонстрируют непрерывный ряд круговых волн с помощью вибратора, возбуждая его периодически рукой. Полезно показать, что наблюдаемые волны близки к поперечным волнам. Для этого на поверхность волны бросают несколько мелких кусочков бумаги или спичек. Тени на экране от этих предметов остаются почти неподвижными: распространяющиеся волны не увлекают их за собой, а заставляют совершать главным образом вертикальные колебания. Далее к вибратору вместо шарика прикрепляют плоскую насадку и располагают ее параллельно поверхности воды. Возбуждают вибратор и наблюдают волны с прямолинейным фронтом, изменяя частоту колебаний вибратора, демонстрируя изменение длины волны.

Как было уже замечено выше, видимую скорость распространения волн можно изменять, если воспользоваться стробоскопической проекцией.

Продемонстрируйте отражение волн, интерференцию (с помощью вибратора с насадкой, имеющей два шарика), дифракцию волн на препятствиях и щели.

II. Электромагнитные волны.

Задание 3. Возбуждение переменного электрического поля при изменении магнитного поля.

Покажите возбуждение переменного электрического поля при изменении магнитного поля. Для этого соберите установку согласно рис. 27.

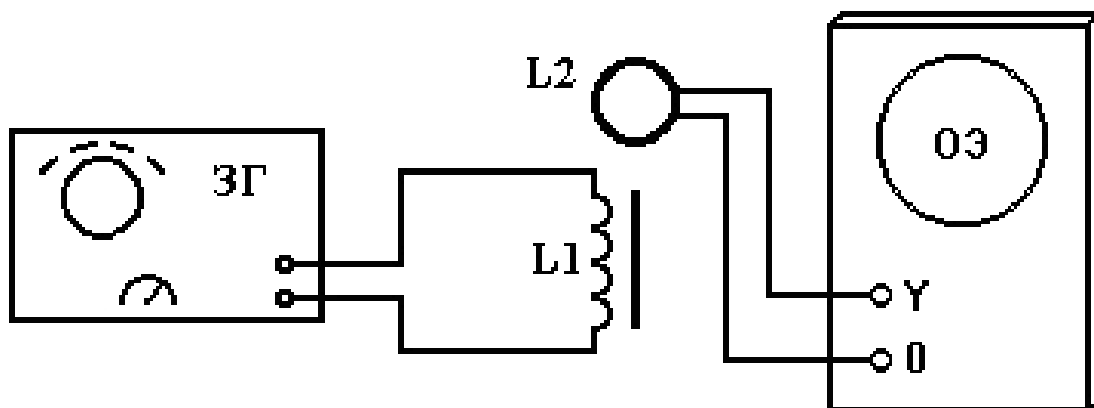


Рис. 27.

В этой схеме источником переменного магнитного поля является катушка со стальным сердечником, питаемая от звукового генератора. Возбуждаемое переменное электрическое поле во вторичной катушке обнаруживается по электрическим колебаниям, фиксируемым на экране электронного осциллографа.

Задание 4. Возбуждение переменного магнитного поля при изменении электрического поля.

Покажите возбуждение переменного магнитного поля при изменении электрического поля. Для этого соберите установку согласно рис. 28. Переменное электрическое поле возбуждается между обкладками раздвижного конденсатора, питаемого переменным напряжением от звукового генератора. Между обкладками конденсатора располагается тороидальная катушка с сердечником из феррита или пермаллоя. Концы обмотки соединены с вертикальным входом электронного осциллографа.

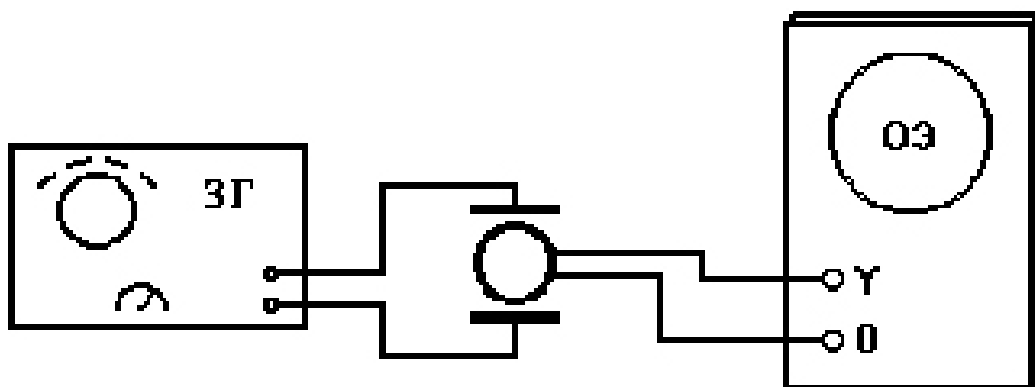
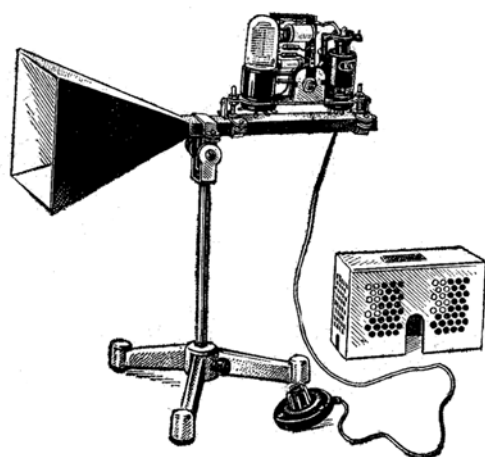


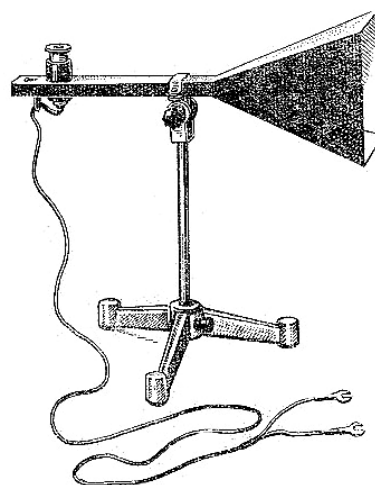
Рис. 28.

Задание 5. Волновая природа электромагнитных волн.

Покажите проявление волновой природы электромагнитных волн. Подключите излучающий рупор (рис. 29а) к источнику электрического тока, а принимающий (рис. 29б) – к усилителю звуковой частоты.



а



б

Рис. 29.

Убедитесь, что при направлении рупора излучающего на принимающий из динамика усилителя раздается протяжный звуковой сигнал.

Соберите установку, показанную на рис. 30. Убедитесь, что электромагнитные волны успешно отражаются от металлической пластины, при этом угол падения равен углу отражения.

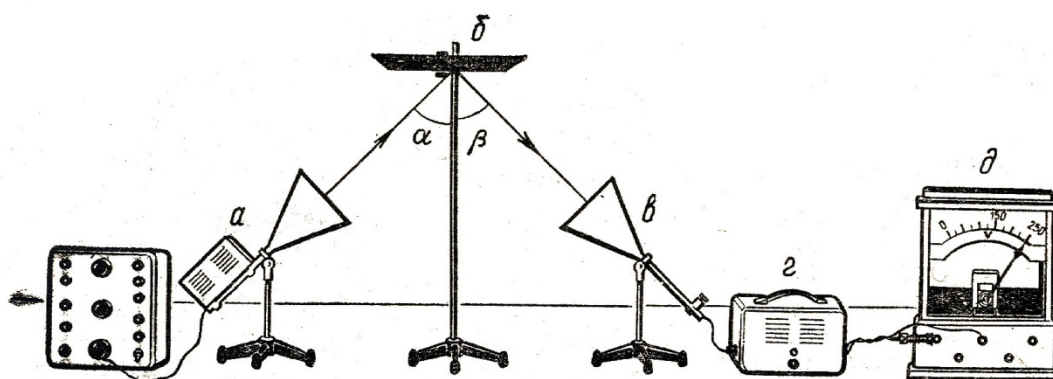


Рис. 30.

Направьте излучающий рупор на призму, а принимающий установите так, чтобы громкость звука в динамике была максимальной (рис. 31). Убедитесь, что полученное расположение приборов действительно обусловлено преломлением электромагнитных волн.

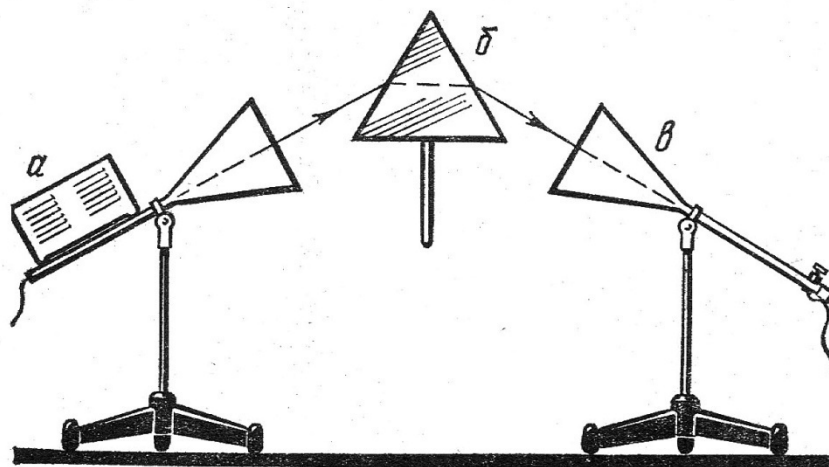


Рис. 31.

Расположите линзу между излучающим и принимающим рупорами, направленных друг на друга. Передвигая линзу, определите положение, при котором звук в динамике имеет максимальную громкость.

Закрепите на подставке, находящейся между приемником и источником, металлическую пластину. Покажите, что электромагнитные волны огибают пластину и проникают в область геометрической тени. Объясните данное явление.

Закрепите на подставке несколько пластин, как показано на рис. 32 (экран с двумя щелями). Перемещая принимающий рупор, убедитесь в наличии интерференционной картины.

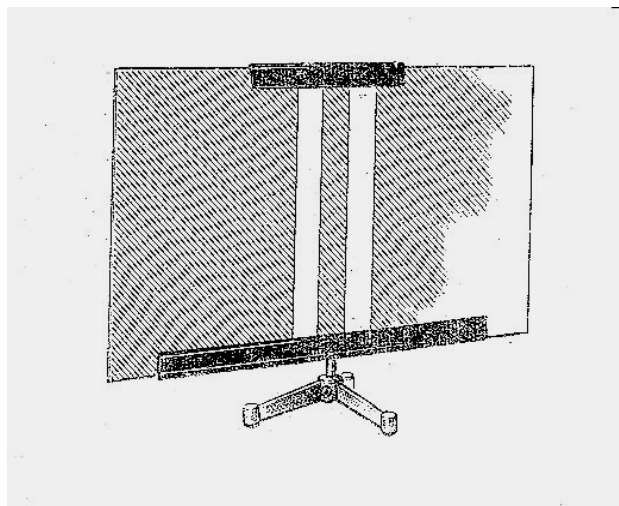


Рис. 32.

Расположите между излучающим и принимающим рупорами «щелевую решетку» (рис. 33). Поворачивая против или по часовой стрелке, наблюдайте за изменением громкости звучания динамика. Объясните полученное явление. Как называется данный прибор?

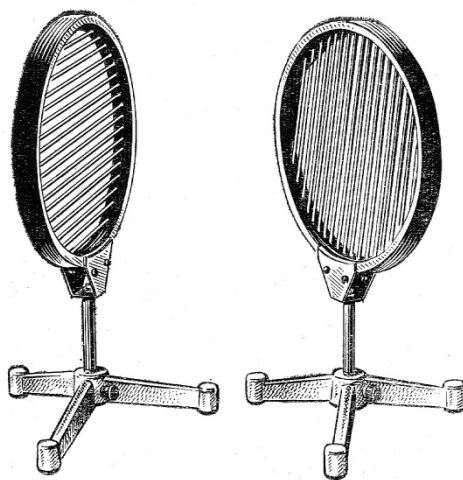


Рис. 33.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для каких целей можно использовать каждую из этих демонстраций?
2. Какой вывод можно сделать из этих демонстраций?
3. В каком случае получается лучший эффект в каждой из демонстраций?
4. Как влияет изменение частоты переменного магнитного поля на частоту возбуждаемого электрического поля и на его амплитуду?
5. Как влияет изменение частоты переменного электрического поля на частоту и амплитуду возбуждаемого переменного магнитного поля?

Список литературы

1. Анциферов, Л. И. Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. / Л. И. Анциферов, И. М. Пищиков. – М.: Просвещение, 1984. – 255 с., ил.
2. Бугаев, А. И. Методика преподавания физики в средней школе. Теорет. основы: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. / А. И. Бугаев. – М.: Просвещение, 1981. – 228 с., ил.
3. Буров, В. А. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе: пособие для учителей / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. П. Кузьмин и др.; под ред. А. А. Покровского. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1979. – Ч. 2. – 287 с., ил.
4. Буров, В. А. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы: пособие для учителей / В. А. Буров, Б. С. Зворыкин, А. А. Покровский, И. М. Румянцев. – М.: Просвещение, 1967. – Ч. 1, 2.
5. Ким, К. К. Экспериментальный метод изучения физических закономерностей / К. К. Ким // Физика в школе. – 2008. – № 5. – С. 45.
6. Кириков, М. В. Вопросы методики преподавания физики: текст лекций / М. В. Кириков, В. П. Алексеев. – Ярославль: ЯрГУ, 2000. – 72 с.
7. Крутова, И. А. Эмпирический метод познания в науке и школьном курсе физики // Физика в школе. – 2007. – № 7. – С. 13–21.
8. Марголис, А. А. Практикум по школьному физическому эксперименту / А. А. Марголис, Н. Е. Парфентьева, Л. А. Иванова. – М.: Просвещение, 1977. – 304 с., ил.
9. Патраков, А. Д. Методические указания к практикуму по методике и технике школьного физического эксперимента / А. Д. Патраков. – Иваново: Ивановский гос. ун-т, 1980. – 42 с.
10. Разумовский, В. Г. Основы методики преподавания физики в средней школе / В. Г. Разумовский, А. И. Бугаев, Ю. И. Дик и др. – М.: Просвещение, 1984. – 398 с., ил.
11. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. – М.: Наука, 1979. – 552 с., ил.
12. Смирнов, В. В. Учителю о подготовке физического эксперимента / В. В. Смирнов // Физика в школе. – 2007. – № 7. – С. 61–69.
13. Хорошавин, С. А. Демонстрационный эксперимент по физике в школах и классах с углубленным изучением предмета: Механика. Молекулярная физика: кн. для учителя / С. А. Хорошавин. – М.: Просвещение, 1994. – 368 с., ил.
14. Хорошавин, С. А. Техника и технология демонстрационного эксперимента: пособие для учителей / С. А. Хорошавин. – М.: Просвещение, 1978. – 174 с., ил.

Оглавление

Глава 1. Методика и техника школьного демонстрационного эксперимента.....	3
1.1. Учебный физический эксперимент, его задачи и система	3
1.2. Роль школьного демонстрационного эксперимента.....	8
1.3. Дидактические требования к демонстрационному эксперименту.....	16
1.4. Методические требования к демонстрационному эксперименту.....	18
1.5. Технические требования к проведению демонстраций	20
Глава 2. Дидактические разработки	21
2.1. Лабораторный практикум по школьному физическому эксперименту	21
2.2. Лабораторные работы.....	23
Лабораторная работа № 1. Ознакомление с работой демонстрационных электроизмерительных приборов ..	23
Лабораторная работа № 2. Источники электрического тока.....	33
Лабораторная работа № 3. Звуковой генератор. Школьный электронный осциллограф.....	52
Лабораторная работа № 4. Механика.....	63
Лабораторная работа № 5. Проекционная аппаратура	66
Лабораторная работа № 6. Молекулярная физика и теплота	76
Лабораторная работа № 7. Механические и электромагнитные колебания	87
Лабораторная работа № 8. Механические и электромагнитные волны	95
Список литературы	106

Учебное издание

Кириков Михаил Викторович
Шитова Анастасия Михайловна

ЛАБОРАТОРИЯ УЧЕБНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ФИЗИКЕ

Учебное пособие

Редактор, корректор И. В. Бунакова
Верстка И. Н. Иванова

Подписано в печать 30.12.09. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бум. офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 5,01.
Тираж 100 экз. Заказ

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе
Ярославского государственного университета
им. П. Г. Демидова.

Отпечатано на ризографе.

Ярославский государственный университет
им. П. Г. Демидова.
150000, Ярославль, ул. Советская, 14.

М. В. Кириков, А. М. Шитова

**ЛАБОРАТОРИЯ
УЧЕБНОГО ДЕМОНСТРАЦИОННОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ФИЗИКЕ**