

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая физика
и методика обучения физике»

Направление подготовки 44.03.05

«Педагогическое образование»
(с двумя профилями подготовки)

Профили подготовки «Физика. Технология»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему:

**«МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ДОКАЗАТЕЛЬСТВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ
(НА ПРИМЕРЕ РАЗДЕЛА «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»»**

Студент Игнатова Арина Алексеевна
(подпись, дата) (Ф.И.О. полностью)

Руководитель.....Паскевич Н.В.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Нормоконтролёр.....Паскевич Н.В.
(подпись, дата) (фамилия, инициалы)

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от _____ № ____)

Заведующий кафедрой Казаков А.Ю.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Работа защищена с отметкой ____ (протокол заседания ГЭК от _____ № ____)

Секретарь ГЭКПаскевич Н.В.
(подпись) (фамилия, инициалы)

Пенза 2021

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ	6
1.1 Сущность понятия «экспериментальное доказательство»	6
1.2 Особенности использования экспериментальных доказательств при изучении физики	9
1.3 Оценка уровня знаний о физическом эксперименте у обучающихся	13
ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ И ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В РАЗДЕЛЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»	19
2.1 Система экспериментальных доказательств по электричеству	19
2.2 Методические рекомендации по использованию экспериментальных доказательств по электричеству	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	39
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	40

Введение

В современном образовательном учреждении процесс усвоения новых знаний является предметом развития учащихся. Многие учителя и методисты приходят к выводу, что знания, которые носят инструментальный характер и передаются непосредственно от учителя, не усваиваются должным образом; они могут быть эффективно освоены только в процессе учебно-познавательной деятельности. Результаты психолого-педагогических исследований показывают, что вновь полученные знания не формируются путем добавления нового учебного материала к тому, которым уже владеют учащиеся. Они переосмысливают их, основываясь на своем существующем опыте.

Регулярное выполнение школьниками школьного физического эксперимента способствует эффективному овладению когнитивными методами: они учатся самостоятельно собирать экспериментальные установки, измерять физические величины, представлять результаты измерений в виде таблиц, графиков и т.д., делать соответствующие выводы из эксперимента, объяснять результаты своих наблюдений и экспериментов с точки зрения физической теории. Кроме того, публичное обсуждение проведенного эксперимента формирует и развивает познавательный интерес обучающихся к физике, повышает уровень их интеллектуальных и практических навыков, развивает естественнонаучный стиль мышления. Но, как показывают исследования и школьный опыт, методический потенциал школьного физического эксперимента не всегда используется при обучении физике. Возможно, это связано с отсутствием физического оборудования, сложностью подготовки школьного физического эксперимента учителями, компьютеризацией учебного процесса и т.д.

Проводя самостоятельные исследования, учащиеся начинают «понимать работу ученых», а для этого очень важно своими руками проделывать «часть научной работы». В книге «Физика для любознательных» Э. Роджерс утверждает, что фактические сведения быстро приобретаются при классных занятиях или при чтении учебников. Использовать лабораторию только для накопления фактических сведений – значит растрачивать время и дорогостоящее оборудо-

вание [14]. Далее он отмечает, что фактический материал, который изучается на лабораторных занятиях, становится более понятным. Однако экспериментальные занятия обучающимся приносят значительно больше пользы, если они усваивают научный подход к изучению явлений и если они смогут сами почувствовать атмосферу науки.

Физика занимает одно из главных мест среди других учебных предметов в школе. Как учебный предмет она формирует у обучающихся современное представление о научной картине мира.

Школьный физический эксперимент выполняет различные учебные функции: знакомство с новым явлением или понятием, измерение количественных данных явления или процесса, проверка изучаемого закона, развитие у обучающихся экспериментальных способностей и т.д.

Для формирования и развития практического опыта у учащихся на уроках физики используются демонстрационный эксперимент и фронтальная лабораторная работа. Физический эксперимент на уроках физики формирует у них современные представления о физических явлениях и процессах. В ходе эксперимента, который они проводят самостоятельно во время лабораторных работ, изучаются законы физических явлений, изучаются методы их исследования, они учатся работать с физическими устройствами и установками, таким образом, они учатся самостоятельно получать знания из опыта.

Объект исследования - процесс обучения физике в средней школе.

Предмет исследования - методические возможности использования экспериментальных доказательств на уроках физики (на примере раздела «Электричество»).

Цель работы: разработка методических рекомендаций по проведению уроков физики с использованием экспериментальных доказательств в средней школе.

Задачи:

- Определить роль и место физического экспериментального доказательства в школьном курсе физики

- Изучить психолого-педагогические аспекты развития учащихся в средней школе
- Изучить методические аспекты использования экспериментального доказательства
- Разработать методические рекомендации по включению в образовательный процесс средней школы экспериментальных доказательств по разделу физики: «Электричество»

ГЛАВА 1. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

1.1 Сущность понятия «экспериментальное доказательство»

Слово «эксперимент» (в переводе с греческого «experimentum») означает «проба, опыт». Экспериментом называют научно поставленный опыт или наблюдение, которые позволяют наблюдать за явлением или процессом и воспроизводить их многократно при повторении определённых критериев. В более широком смысле «эксперимент» – это любой опыт, осуществление чего-либо, особый вид деятельности, предпринимаемой для получения новых знаний или проверки ранее полученных [6].

Анализ понятий «эксперимент» и «опыт» в различных словарях и энциклопедиях позволил сделать вывод о том, в узком смысле слова эти термины являются синонимами. Термин «опыт» совпадает с наблюдением и экспериментом.

Экспериментирование представляет собой познавательную деятельность. Эксперимент, в отличие от наблюдения, предполагает изменения в изучаемых объектах. В ходе эксперимента объекты находятся в искусственно созданных условиях, которых зачастую не существует в природе. Кроме этого, экспериментатор стремится устранить погрешности и воздействует на эти объекты определёнными факторами.

Доказательство является одной из решающих стадий математического исследования, которая требует жесткой логики. Безусловно, в том числе и в процессе получения доказательства, не менее важны другие элементы математического творчества, такие, как интуиция и индуктивные рассуждения [2].

Но когда речь идёт о такой науке, как физика, жёсткая логика сама по себе перестаёт играть фундаментальную роль, её заменяет «физический уровень строгости». Одновременно интуиция и индуктивные рассуждения в полной мере сохраняют своё значение. Более того, в совокупности с физическим экспериментом и дополняющим его экспериментом численным они позволяют до-

стичь «доказательности» без строгого доказательства по принятым современным математическим сообществом стандартам.

И «доказательность» в физическом сообществе оказывается не менее убедительной, чем «доказательство» в сообществе математическом.

Альтернативные точки зрения на роль доказательства в физике существовали на всём протяжении её развития как науки. Еще на рубеже XIX и XX вв. выдающимися русскими учёными были высказаны альтернативные точки зрения на роль доказательства в физике (и более широко - в прикладной математике вообще).

Единого подхода к пониманию эксперимента на данный момент в науке отсутствует, кроме того нет конкретного разграничения эксперимента и других способов исследования.

Потому эксперимент является одним из доступных научному мировоззрению методов познания окружающей реальности, который обоснован принципами повторимости и доказательности. Этот метод строится по индивидуальному маршруту в зависимости от выбранной области, на основании теорий или выдвинутых гипотез и происходит в специально контролируемых или управляемых условиях, удовлетворяющих запросу исследования. Стратегия эксперимента предполагает целенаправленно выстроенное наблюдение за выбранным явлением или объектом в заранее определенных гипотезой условиях.

Наука, и в частности физика, существенно отличается от других видов творческой деятельности человека, и основное отличие состоит в том, что наука требует проверки своих понятий или теорий – её предсказания должны подтверждаться экспериментом. Следовательно, точно поставленные эксперименты представляют собой важнейшую задачу физики.

Таким образом, изучив учебно-методическую литературу по теме исследования, мы разделяем мнение Майера В.В. [10] об экспериментальном доказательстве и придерживаемся следующего определения:

Экспериментальное доказательство – это экспериментальное подтверждение существования какого – либо физического явления, определенной зави-

симости между физическими величинами или данного значения физической константы.

Владеть экспериментальным доказательством - значит знать физические эксперименты, и уметь использовать их для обоснования основных положений физики.

1.2 Особенности использования экспериментальных доказательств при изучении физики

Одной из важных индивидуальностей физического опыта считается то, собственно что он делает вероятным изучение качеств всякого объекта знания в самых всевозможных опытных критериях: при довольно невысоких и довольно больших температурах и давлениях; в сильных электрических и магнитных полях и др. Внедряя в опыт свежие и нужные, по мнению экспериментатора, факторы и условия, возможно получить такие теоретические итоги, которые невозможно обнаружить в естественном состоянии изучаемого явления. Проводимые в этих условиях эксперименты выделяют вероятность раскрыть и глубже пробраться в сущность внезапных и кажущихся необычными качеств объекта познания.

Ещё одна из индивидуальностей физического эксперимента – это его повторяемость. То есть, нужные для него наблюдение, сопоставление и измерение имеют все шансы повторяться некоторое количество раз до тех пор, пока не выйдут четкие данные. Всё это содействует превращению опыта в средство проверки научного предположения и теоретических итогов.

Отметим, что эксперимент является одним из основных методов научного исследования. Он определяется как особый метод исследования, который направлен на проверку научных и прикладных гипотез и который требует строгой логики доказательства с опорой на достоверные факты. В эксперименте всегда воссоздаётся определённая искусственная (экспериментальная) ситуация, обозначаются причины изучаемых явлений, осуществляется строгий контроль и оценивание следствия действий этих причин, ищутся зависимости между исследуемыми явлениями.

Говоря о школьном физическом опыте, нужно обозначить, собственно что он считается один из наиглавнейших способов изучения физике в школе. Имея некоторое количество видов, он не считается чем-то закоренелым, а всё время развивается, расширяя собственные грани, дополняется свежим оборудо-

ванием и методическими советами по выполнению. Вследствие этого его исследованию и уделяется настолько большое внимание.

Анализ учебно-методической литературы позволил нам выделить следующие виды физического эксперимента в школе:

- 1) демонстрационный эксперимент, проводимый учителем;
- 2) фронтальные лабораторные работы, которые выполняют все обучающиеся класса одновременно, используя одинаковое оборудование;
- 3) работы физического практикума, выполняемые обучающимися в завершение предыдущих разделов курса физики или в конце всего школьного курса физики;
- 4) экспериментальные задачи;
- 5) внеклассные физические опыты, проводимые в кружках и конференциях и домашние экспериментальные работы.

Одной из важнейших черт научного мышления является доказательность рассуждений, потребность обоснования каждой посылки и гипотезы, невозможность принятия какого-то утверждения на веру. Это нашло свое отражение в принципе достаточного основания, который впервые сформулировал Лейбниц: «Всякая истинная мысль должна быть достаточно обоснованной» [10].

Практическое использование научной теории вполне вероятно только впоследствии подтверждения справедливости ведущих её положений, причём это использование, в свою очередь, обосновывает верность теории. В случае если метод доказательства теоретических положений отсутствует, то вряд ли эту концепцию можно считать научной.

Под доказательством в широком смысле понимают любую процедуру установления истинности высказанного предположения, которая имеет возможность быть реализована как логическими рассуждениями, так, например, и чувственными восприятиями объектов и явлений непосредственно или же опосредованно через приборы.

Например, так же, как на уроке математики учат методу логического доказательства, учитель физики должен сформировать у обучающихся потребность в физическом доказательстве и развить умение их проводить.

Этого возможно добиться при условии, что наставник станет не элементарно излагать главные понятия и законы физики, но и аргументировать их настоящее проявление в окружающем мире. И тут наиболее убедительным считается постановка и анализ физического эксперимента, в ходе которого обучающиеся воочию убеждаются в существовании такого или же другого явления, зависимости между характеризующими его величинами.

В связи со специфичными особенностями организации учебного процесса для подтверждения существования явления, активной зависимости или же смысла константы считается вероятным и необходимым однократное проведение, описание или же аудиовизуальная презентация физического опыта. Это разъясняется тем, что далеко не все эксперименты имеют все шансы быть воспроизведены в критериях изучения. Те эксперименты, постановка которых в критериях учебного процесса затруднена или же невыполнима, а исследование необходимо, обязаны рассматриваться умозрительно, с внедрением учебников, кино- и видеофильмов, модельных демонстраций. Так, к примеру, используемый на уроках физики способ умозрительного доказательства представляет собой рассмотрение условий опыта, его итога и их анализ, в ходе которого выводится соответствующее эмпирическое положение. При действенном обучении у школьников обязана быть сформирована физическая картина мира, а также система доказательств её справедливости, которая опирается на эмпирический базис науки.

При данном познании, как эмпирические, так и теоретические, должны создавать единую систему взаимосвязанных составляющих: фактов, способов их установления, теоретических положений, моделей, следствий и т.д. Суть способа физического доказательства состоит в том, что наставник на уроке не просто элементарно докладывает, а подкрепляет доказательством обучающимся

истинность изучаемых положений, делая упор при этом на наблюдения и эксперименты.

1.3 Оценка уровня знаний о физическом эксперименте у обучающихся

В.В. Майер в своей работе [10] выделяет следующие уровни владения экспериментом, исходя из условия, что обучающийся владеет экспериментом или наблюдением, если он знает условия опыта (наблюдения), результат и умеет проводить анализ:

Нулевой уровень. Обучающийся не владеет экспериментальным доказательством, не знает условия и результаты эксперимента или наблюдения, и, следовательно, не может провести его анализ.

Первый уровень. Обучающийся не владеет экспериментальным доказательством, однако по известному условию опыта правильно предсказывает его результат, то есть отвечает на вопрос: «Что произойдет, если... (сформулировано условие опыта)? », при этом не может выполнить анализ эксперимента.

Второй уровень. Обучающийся не в полной мере владеет экспериментальным доказательством, но знает условие-результат-анализ данного эксперимента, то есть на вопрос: «Что произойдет, если..... (сформулировано условие опыта)? Чем это объясняется?», — достоверно описывает результат и проводит анализ опыта.

Третий уровень. Обучающийся владеет экспериментальным доказательством, то есть при выполнении задания: «Докажите существование данного явления (функциональной зависимости)» — формулирует условие, описывает результат опыта, доказывающего это явление (функциональную зависимость), проводит его анализ.

Таким образом, при переводе в пятибалльную систему оценивания нужно придерживаться следующего: нулевому уровню владения экспериментом соответствует отметка «2», первому, второму, третьему уровням — отметки «3», «4», «5» соответственно.

Для определения уровня знаний обучающихся о физическом эксперименте возможно применить такие виды заданий, которые рассматривают познание

экспериментов, умение их изъяснять, предсказывать итоги физического эксперимента, а также умение планировать опыт для подтверждения предоставленного положения физической науки.

1. Простые задания для оценки знаний результата изученного физического эксперимента. Здесь учитель задает условия эксперимента, который был ранее изучен, а ученик должен вспомнить и описать его конечный итог.

К примеру, после изучения в 11 классе темы «Фотоэффект» учитель спрашивает: «Цинковую пластинку установили на стержне электрометра и с помощью эбонитовой палочки сообщили ей отрицательный заряд. Что произойдет при освещении цинковой пластинки ультрафиолетовым светом?»

2. Задания для оценки способности объяснять физический эксперимент состоят в том, что учитель сообщает условия и результат опыта, после чего предлагает обучающимся объяснить наблюдаемое явление. Для получения правильного ответа обучающиеся должны из известных им теоретических положений выбрать соответствующие данной физической ситуации, вывести из них следствия и соотнести их с результатами опыта.

3. Сложные задания для оценки умения предсказывать результат неизученного физического эксперимента. Для выполнения этих заданий обучающийся, зная условия эксперимента, должен выбрать соответствующие им теоретические положения и вывести из них следствия. Сложность заключается в том, что он не может соотнести их с результатами наблюдений, так как пока они неизвестны.

4. Наиболее сложные задания для оценки умения планировать физический эксперимент, доказывающий данное теоретическое положение. Здесь обучающемуся сообщается абстрактное теоретическое положение, из которого он должен вывести прямые следствия и спланировать опыт, доказывающий их справедливость.

Следует обозначить, что такого рода задания обширно применяются на физических олимпиадах в качестве опытных задач. Обучающемуся предлагает-

ся оснащение, а затем формулируется задание, состоящее в наблюдении какого-либо явления или измерении физической величины.

ГЛАВА 2. ОПИСАНИЕ И ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА УРОКАХ ФИЗИКИ В РАЗДЕЛЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСТВО»

2.1 Система экспериментальных доказательств по электричеству

Приведём список некоторых экспериментальных доказательств по разделу «Электричество» с учётом класса, в котором рассматриваются данные темы.

8 класс	10 класс	11 класс
Электризация тел	Электрический заряд	Электростатическая индукция
Взаимодействие твердых, жидких и газообразных тел с телами, которые наэлектризованы	Электромметр	Наличие в проводнике свободных носителей заряда
Проводники и диэлектрики Электроскоп	Распределение заряда на внешней поверхности проводника	Распад струи на капли в электрическом поле
Два рода электричества	Цилиндр Фарадея	Генератор Кельвина
Взаимодействие одноимённых и разноимённых зарядов	Электрофорная машина	Взаимодействие параллельных токов
Электрический ток	Получение зарядов двух знаков при электризации тел	Зависимость магнитного взаимодействия от силы токов, длин проводников и расстояния между ними
Тепловое действие тока	Делимость электрического заряда	Зависимость магнитного взаимодействия от свойств среды
Измерение силы тока	Закон сохранения заряда	Электромагнит
Неоновая лампа	Элементарный заряд	Постоянный магнит
Лампа накаливания	Закон Кулона	Индикатор магнитного поля
Упорядоченное движение зарядов	Электростатическое поле	
Условие существования тока	Напряженность электрического поля	
Стационарное электрическое поле	Принцип суперпозиции	
	Отсутствие поля внутри проводящей сферы	
	Диполь	

Работа сторонних сил	Силовые линии поля	Электромагнитное реле
Гальванический	Поле заряженной плоскости	Сила Ампера
Аккумулятор	Поле параллельных заряженных разноименно пластин	Сила Лоренца и её действие на движущиеся заряды
Электрическая цепь	Потенциальность электрического поля	Удельный заряд электрона
	Потенциал и его измерение	Движение заряда в магнитном поле
	Измерение напряжения	Эффект Холла.
	Измерение потенциала поля	Электромагнитная индукция
	Эквипотенциальные поверхности	Правило Ленца
	Перпендикулярность силовых линий эквипотенциальным поверхностям	Закон Фарадея для электромагнитной индукции
	Напряженность поля плоского конденсатора	Электромагнитное поле
	Энергия электрического поля	Явление самоиндукции
	Зависимость плотности заряда от кривизны поверхности проводника	Энергия магнитного поля.
	Электрический ветер	Свободные электромагнитные колебания
	Равенство потенциалов всех точек поверхности проводника	Частота свободных колебаний
		Затухание колебаний.
		Волновой характер электромагнитного излучения
		Ориентация вектора индукции магнитного поля

	<p>Выравнивание потенциалов проводников при их соединении</p> <p>Поляризация диэлектриков</p> <p>Отсутствие свободных электрических зарядов в диэлектрике</p> <p>Напряженность электрического поля в диэлектрике</p> <p>Емкость плоского конденсатора</p> <p>Параллельное и параллельное соединение конденсаторов</p> <p>Энергия заряженного конденсатора</p>	<p>волн</p> <p>Поперечность электромагнитной волны</p> <p>Прямолинейность распространения электромагнитной волны</p> <p>Отражение и преломление электромагнитных волн</p> <p>Закон отражения</p> <p>Закон преломления</p> <p>Интерференция электромагнитных волн</p> <p>Стоячая электромагнитная волна</p> <p>Дифракция электромагнитных волн</p> <p>Поляризация электромагнитных волн</p> <p>Скорость распространения</p> <p>Зависимость скорости распространения волны от свойств среды</p>
--	---	---

2.2 Методические рекомендации по использованию экспериментальных доказательств по электричеству

Изучение курса физики в школе всегда начинается с вводных уроков. На первом занятии необходимо показать обучающимся всевозможные эффектные эксперименты и запланировать проведение небольших лабораторных работ, где бы они смогли поработать с физическими приборами и физическими явлениями.

Так, например, существование и свойства электрического заряда должны быть подтверждены рядом убедительных экспериментов. Непосредственно на занятиях учитель демонстрирует простые физические эксперименты, анализирует их результаты вместе с учениками, что приводит их к осознанию необходимости понятия электрического заряда и усвоению его физической сущности.

Однако перед демонстрацией эти физические эксперименты должны быть сначала тщательно изучены учителем. Это связано с тем, что в кратких описаниях сути экспериментов невозможно учесть конкретные условия, в которых они фактически могут проводиться. Поэтому первое из предложенных исследований посвящено традиционным демонстрационным экспериментам.

На уроке физики образовательный эксперимент должен быть основой, на которой строится образовательная теория, и образовательная теория должна объяснять результаты образовательных экспериментов. Достичь этого можно только с помощью исследования известных образовательных экспериментов, которые приводят, по крайней мере, к субъективно новым результатам.

Для начала напомним об одном из основных понятий электричества – об электрическом заряде.

Электрический заряд – это физическая величина, которая описывает электрические явления с количественной стороны, то есть чем сильнее наэлектризовано тело, тем, соответственно, больше его заряд.

В системе физических единиц СИ электрический заряд измеряется в кулонах (Кл).

В экспериментальных исследованиях явлений электричества используют специальные приборы, позволяющие установить наличие заряда и оценить его величину, или количество электричества. Эти приборы называются *электрометрами*. Одна из возможных конструкций демонстрационного электрометра показана на рисунке 1.

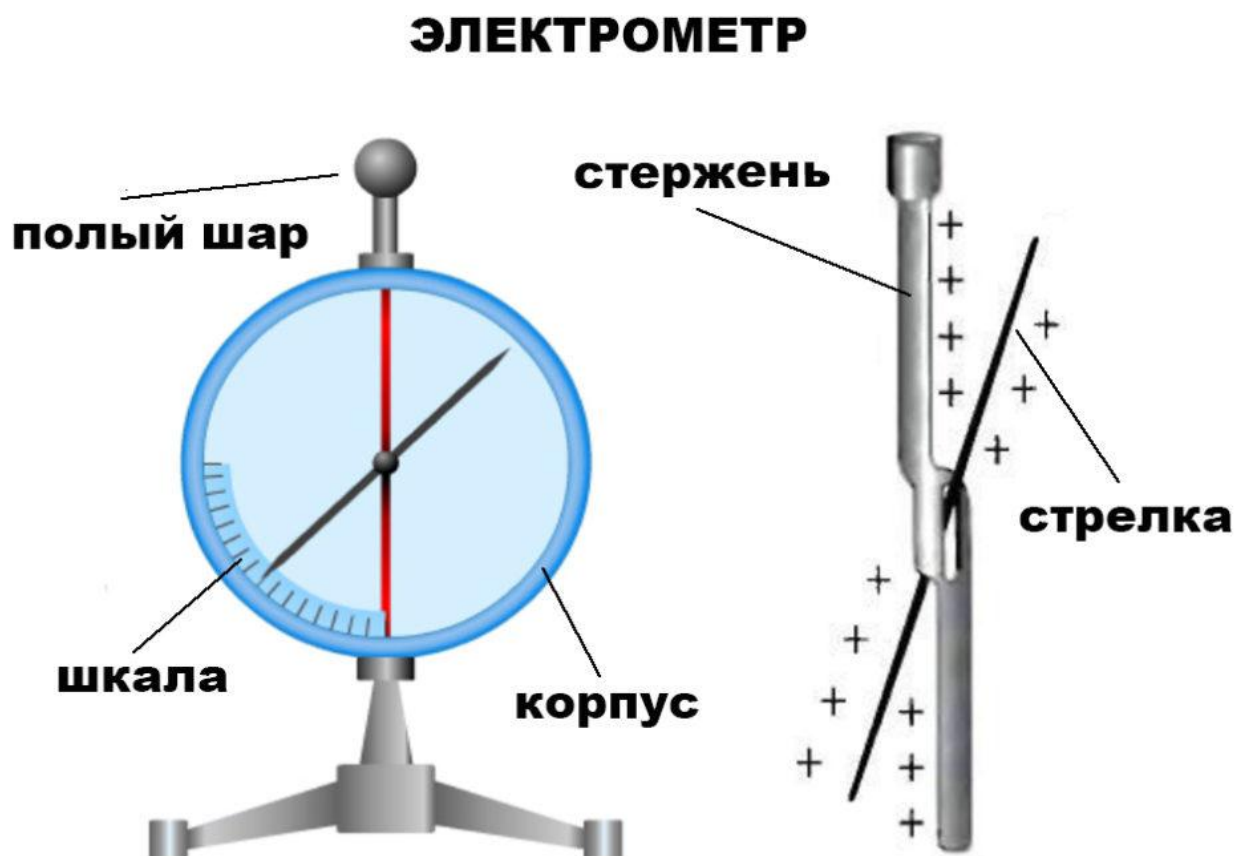


Рис. 1

Одной из составляющих электрометра является вертикальный металлический стержень, на верхнем конце которого находится металлический полый шар. На нижнем конце стержня закреплена ось с лёгкой подвижной металлической стрелкой, центр тяжести которой несколько ниже оси вращения. Стержень и стрелка находятся внутри проводящего корпуса, но изолированы от него. Спереди и сзади корпус закрыт стеклянными окошками, чтобы исключить влияние потоков воздуха.

Далее рассмотрим пять экспериментальных доказательств по электричеству, три из которых отсняты и записаны в качестве видеофрагментов на диске, приложенному к данной бакалаврской работе.

Эксперимент 1. Видеофрагмент 1 (см. на диске)

Докажите, что для измерения заряда достаточно ввести его внутрь насаженного на электрометр полого проводящего тела без соприкосновения с ним.

Возьмём эбонитовую палочку, потрём её о мех и таким образом зарядим шарик на диэлектрической ручке. Поместим его внутрь полой проводящей сферы, которая установлена на электрометре. Обратим внимание, что стрелка электрометра отклонится на некоторый угол. Если прикоснуться этим шариком изнутри к сфере, то стрелка электрометра останется неподвижной или немного отклонится. Повторим данный опыт с разными зарядами. В результате убеждаемся в том, что показания электрометра определяются величиной заряда.

Делаем вывод о том, что измерения электрического заряда любого тела нет необходимости его снимать с этого тела для полной передачи электростатического заряда. Полый шар (а на некоторых электрометрах и цилиндр), который соединён с электрометром и внутрь которого можно поместить заряд, называют цилиндром Фарадея.

Принцип работы рассматриваемого электрометра основан на том, что его стержень и стрелка являются проводниками, которые заряжены одним и тем же

именем, а следовательно, отталкиваются. Поскольку стрелка электрометра жестко не закреплена, она вращается вокруг горизонтальной оси. Металлическое тело вокруг стрелы необходимо для того, чтобы на нее не воздействовали другие заряженные тела.

Если металлический корпус электрометра не заряжен, то он дает правильные показания. При этом, рассматривая Землю как тело, не обладающее зарядом, для снятия зарядов с металлического корпуса электрометра его заземляют, то есть электрометр соединяют с Землей каким-либо проводником.

Эксперимент 2.

Докажите, что при электризации одновременно заряжаются оба тела зарядами, равными по величине и противоположными по знаку.

Возьмём два диэлектрических тела из различных материалов, например, эбонита и стекла. Интенсивно потрём их друг о друга и внесём каждое из них в полые сферы двух одинаковых электрометров. Обращаем внимание, что стрелки электрометров отклонились на равные углы (Рис. 2). Возьмём проводящий стержень на изолирующей ручке и соединим сферы данных электрометров. Увидим, что стрелки электрометров опали (Рис. 3). Делаем вывод о том, что при соприкосновении два тела заряжаются электрическими зарядами, которые равны по модулю и противоположны по знаку.

Если в эксперименте использовать тела из одного материала, то можно наблюдать, что электрометры не покажут наличие заряда. То есть два тела из различных веществ при трении заряжаются электрическими зарядами, которые равны по модулю и противоположны по знаку.



Рис. 2



Рис. 3

Эксперимент 3. Видеофрагмент 2 (см. на диске)

Докажите, что для существования постоянного электрического тока необходима работа сторонних сил.

В данном эксперименте используем электрофорную машину. Приведём во вращение диски этой машины, а потом прекратим это вращение, как только на её кондукторах появятся заряды противоположных знаков. Между кондукторами машины, соблюдая технику безопасности, поместим неоновую лампу (Рис. 4). При этом наблюдаем кратковременную и яркую вспышку света, которая свидетельствует о том, что через лампу прошёл непродолжительный по времени электрический ток. Значит, заряд с одного кондуктора электрофорной машины перешёл на другой, нейтрализовав его.

Мы приходим к выводу, что для того, чтобы поддерживать электрический ток в цепи в течение длительного времени, необходимо обновлять заряды противоположных знаков на проводниках машины. Этого можно достичь, разделившись на заряды противоположных знаков с помощью сторонних сил.

Опять начнём вращать диски электрофорной машины, но уже непрерывно, совершая при этом механическую работу. Наблюдаем, что неоновая лампа будет гореть в течение всего времени работы машины. Следовательно, данный эксперимент доказывает, что для существования постоянного электрического тока необходима постоянная работа сторонних сил.

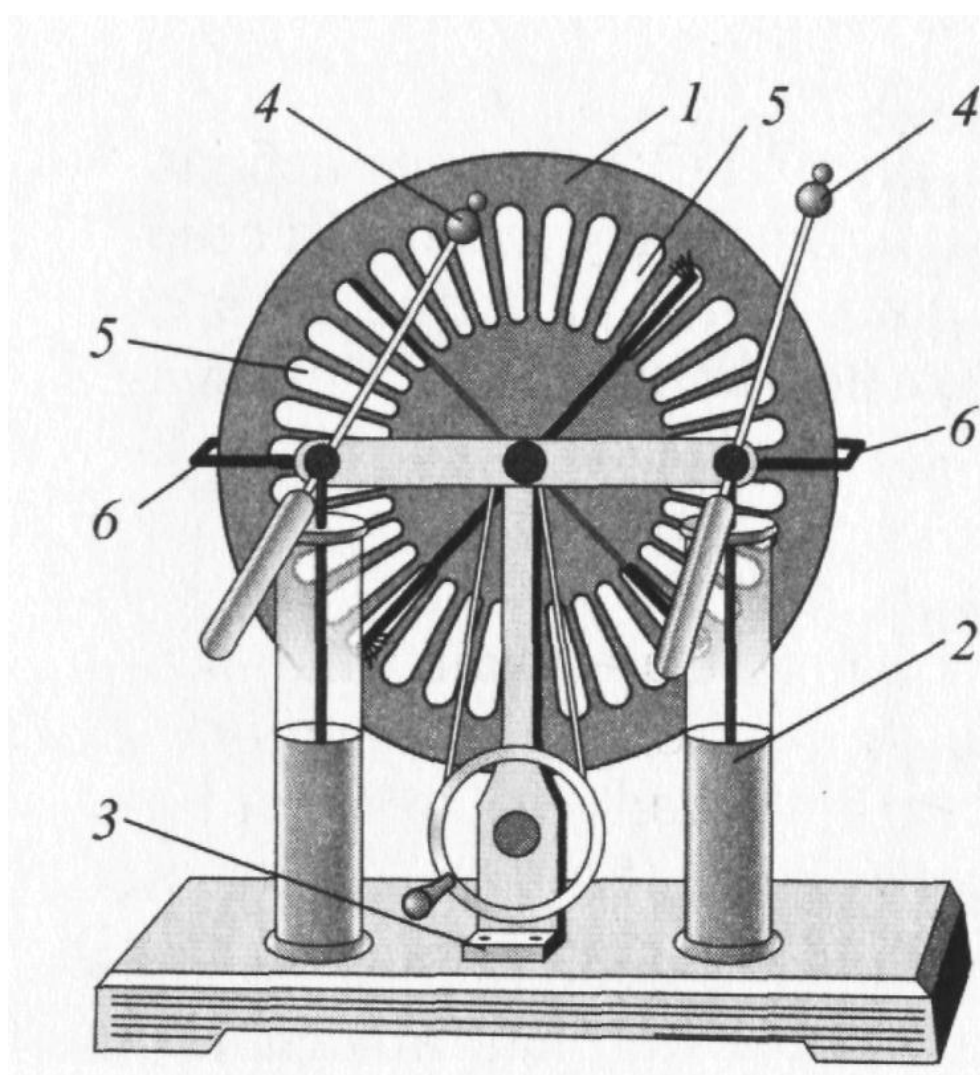


Рис. 5

Подробнее рассмотрим устройство электрофорной машины.

Электрофорная машина представляет собой генератор статического заряда, состоящий из двух дисков, вращающихся во взаимно противоположных направлениях.

Основные части машины – это два диэлектрических диска 1 (Рис. 5) с нанесёнными на их поверхность станиолевыми наклейками, два конденсатора 2 в виде лейденских банок, две пары щеток 5, соединённых между собой парно проводящими стержнями, и два токосъемника 6, имеющих электрический контакт с конденсаторами и разрядниками 4. Внешние обкладки конденсаторов соединены перемычкой 3. Существует механизм, с помощью которого диски можно привести во вращение в противоположных направлениях. Все детали на стойках закреплены на подставке.

Два вращающихся друг относительно друга соосных диска содержат простейшие алюминиевые конденсаторы в виде равномерно расположенных по кругу сегментов. Вследствие случайных процессов в начальный момент времени на одном из них появляется электрический заряд. Это объясняется, например, наличием сил трения о воздух. Так как данная конструкция является симметричной, то знак заряда на каком-либо кондукторе определить не представляется возможным.

Эксперимент 4.

Докажите, что все материалы по своей способности проводить электрический ток могут быть разделены, по крайней мере, на два класса: проводники и диэлектрики.

Соберём электрическую цепь из источника тока, лампы и двух щупов, соединённых последовательно. Прикоснёмся щупами к металлическому стержню и наблюдаем, что лампа загорится (Рис. 6). Повторим этот опыт с пластмассовой линейкой. При этом лампа не загорается (Рис. 7). Следовательно, делаем вывод о том, что можно выделить, по крайней мере, два вида веществ: 1) проводники, которые хорошо проводят электрический ток; 2) диэлектрики, которые электрический ток практически не проводят.

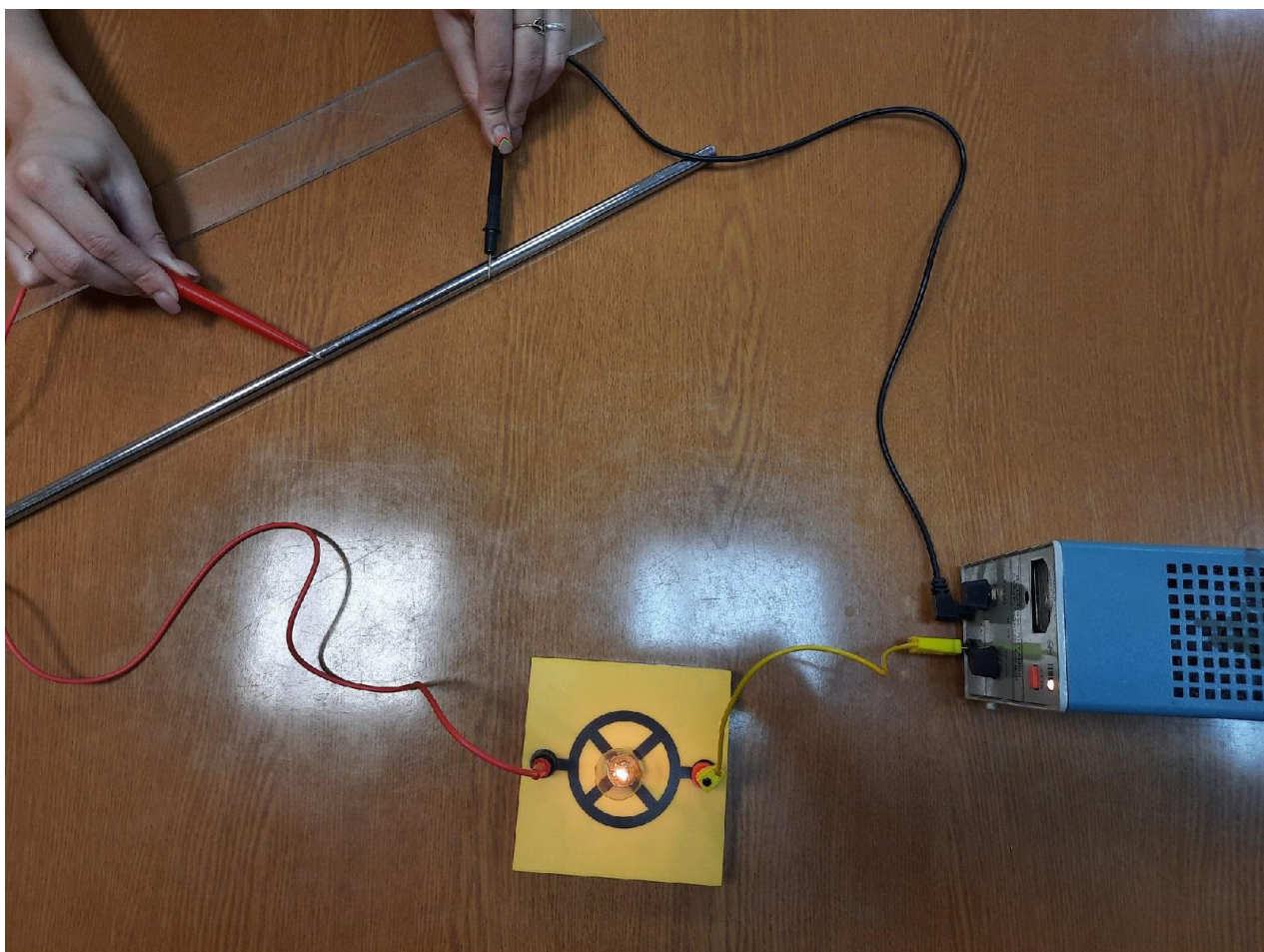


Рис. 6

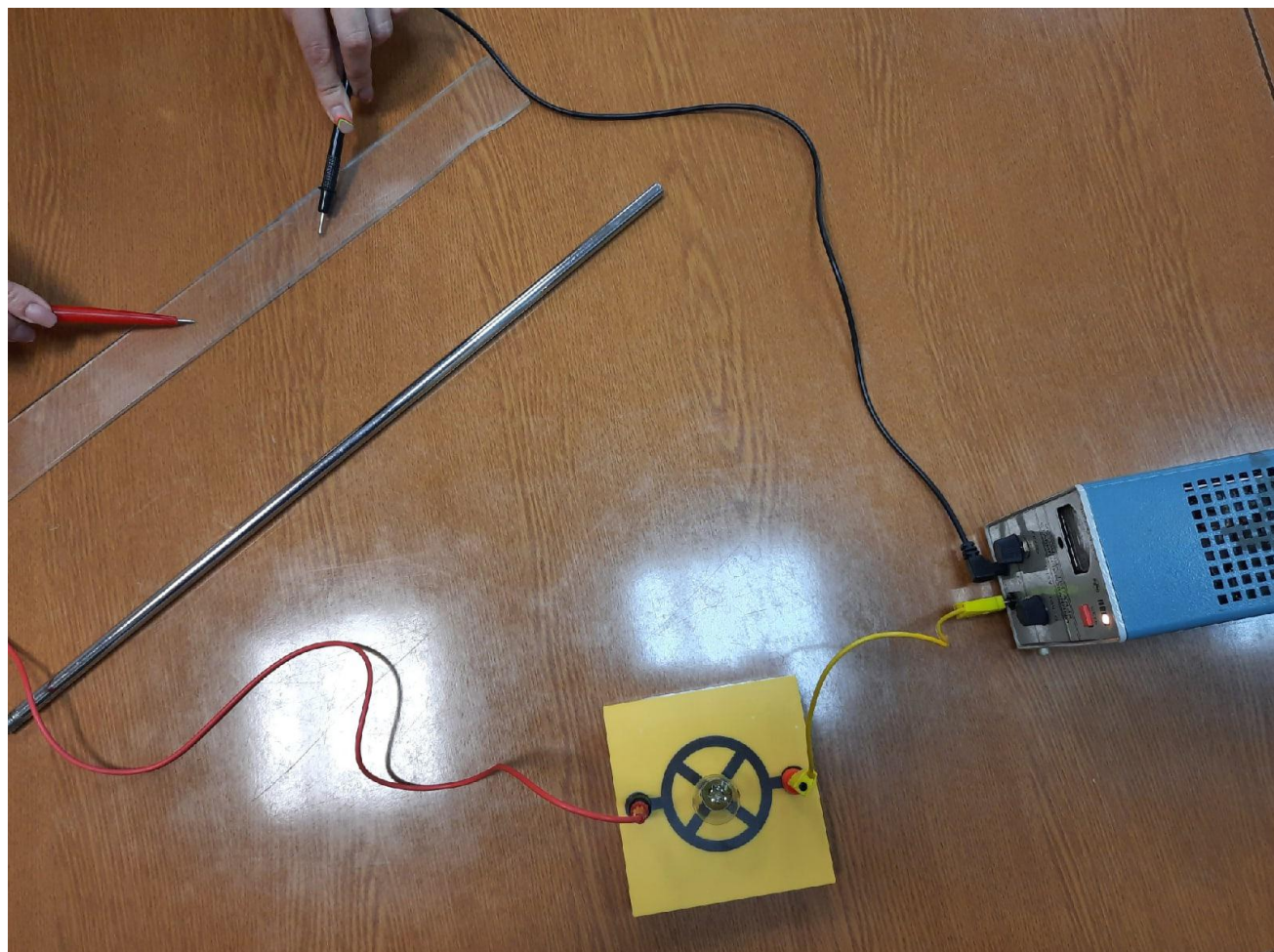


Рис. 7

Эксперимент 5. Видеофрагмент 3 (см. на диске)

Докажите, что справедлив закон Ома для участка цепи: сила тока через проводник прямо пропорциональна приложенному к нему напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению, которое зависит от свойств проводника.

Соберём электрическую цепь из источника постоянного тока, резистора, амперметра и вольтметра (Рис. 8).

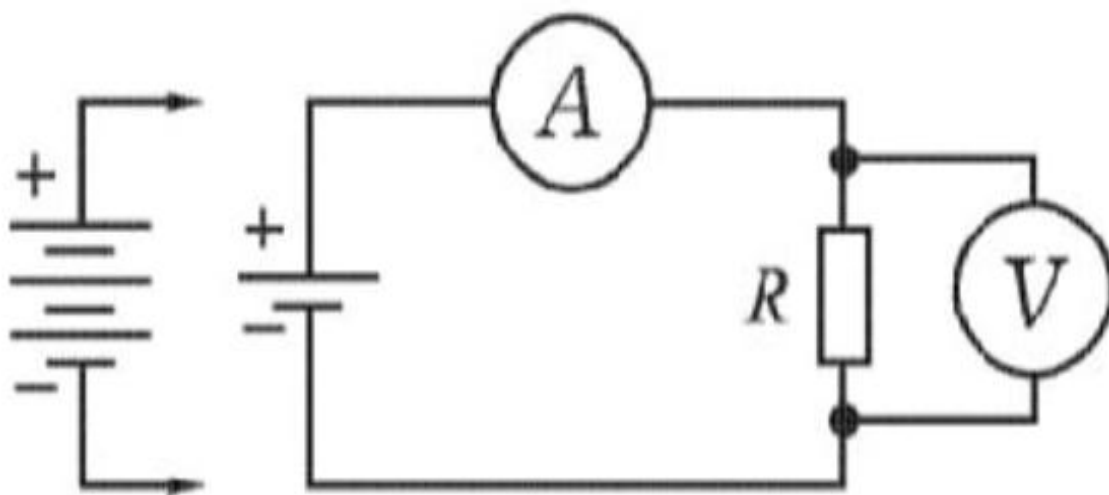


Рис. 8

Обратим внимание, что по правилам подключения электроизмерительных приборов амперметр в цепь подсоединяется последовательно, а вольтметр – параллельно. Сначала будем изменять напряжение на источнике тока, а потом подсоединять в цепь различные резисторы (Рис. 9-11).

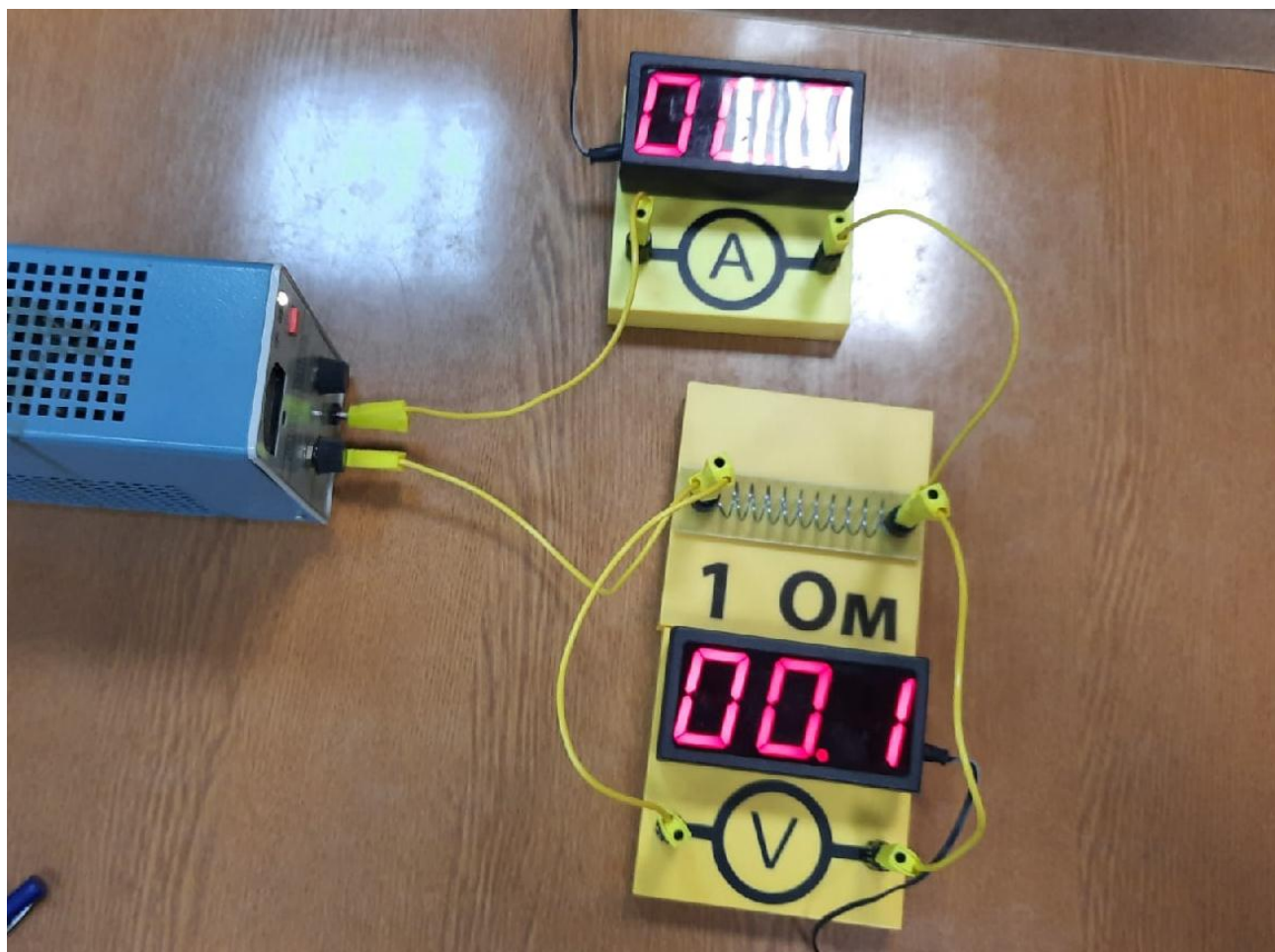


Рис. 9

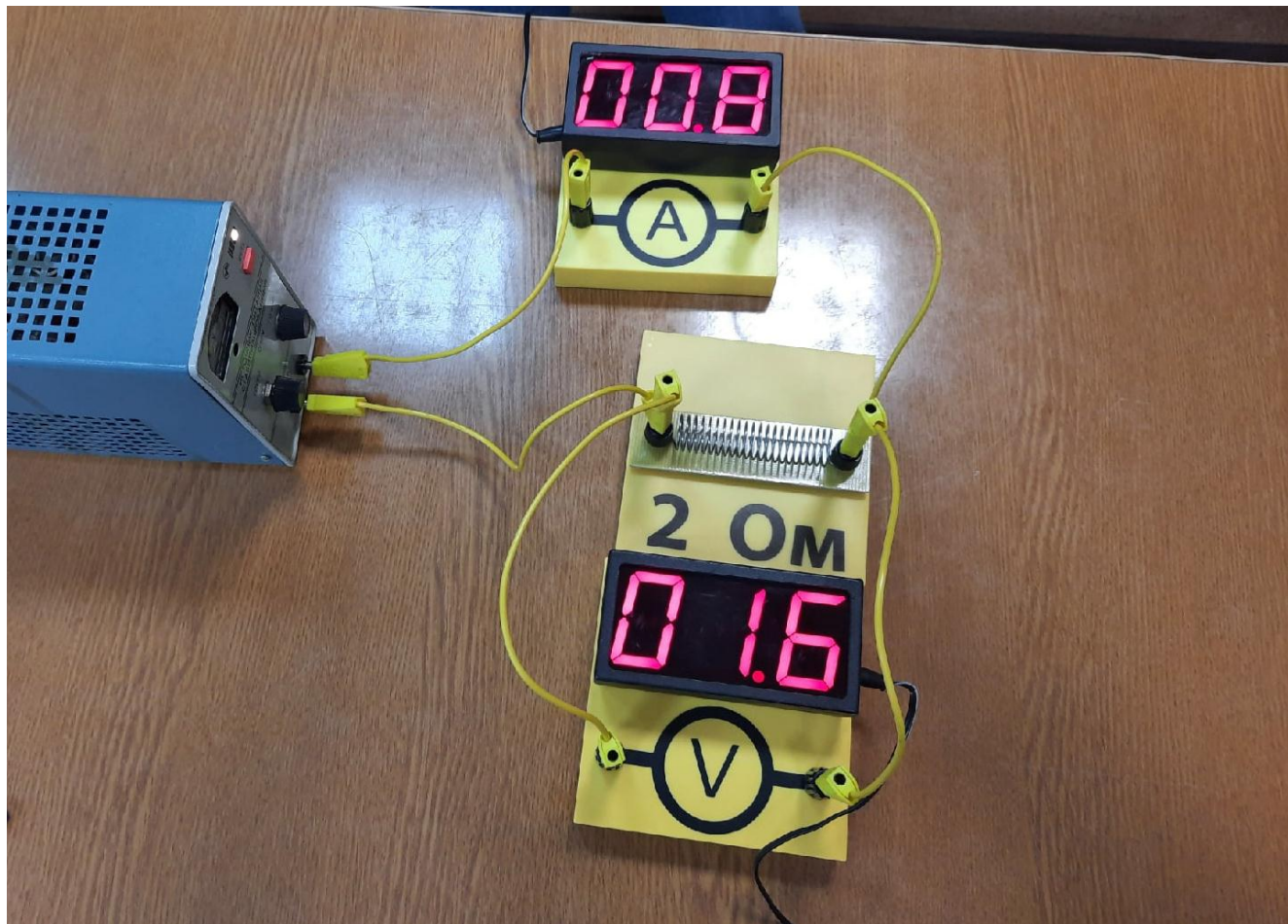


Рис. 10

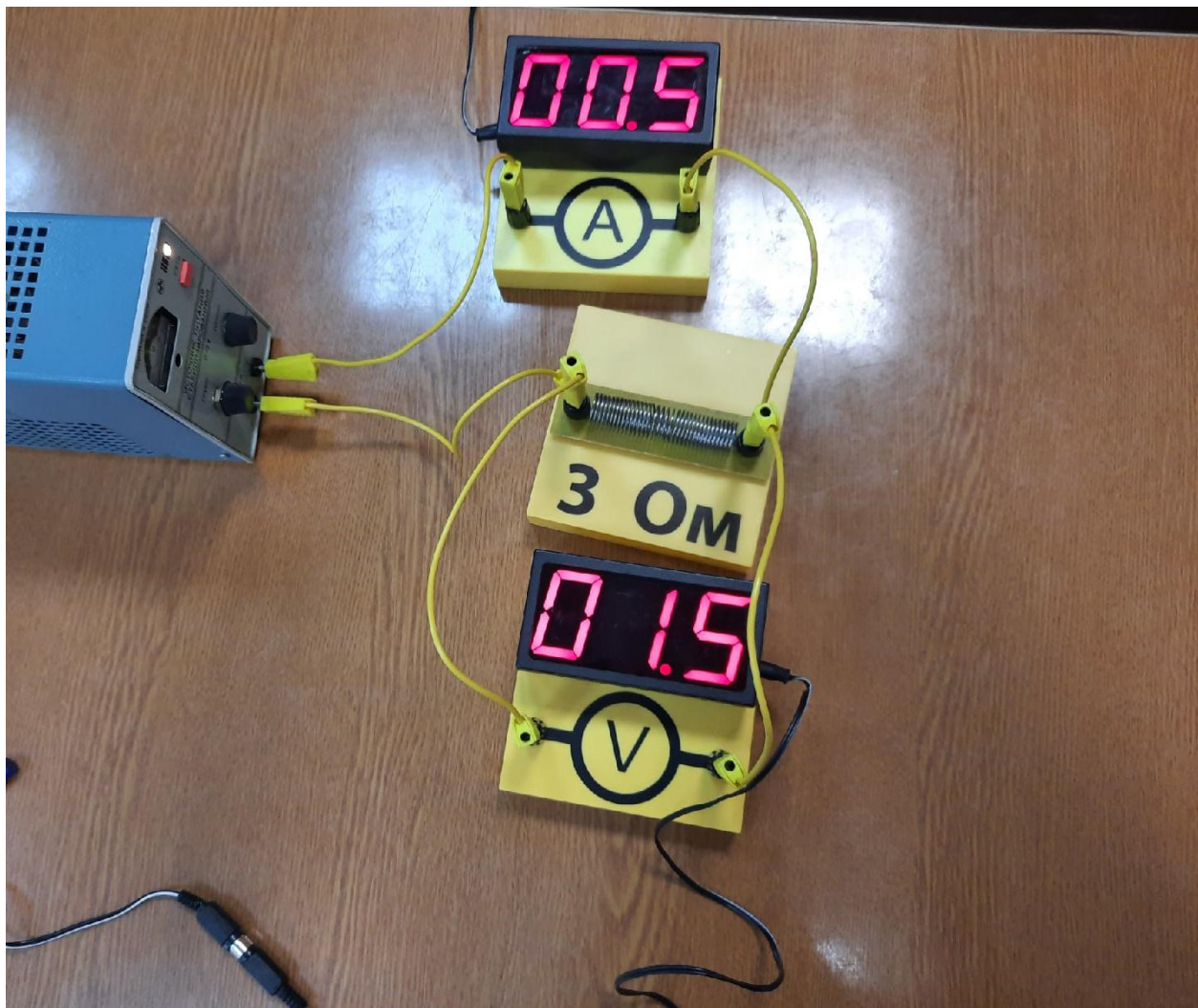


Рис. 11

При этом обнаруживаем, что для участка электрической цепи при постоянном резисторе отношение напряжение к току также остаётся постоянной величиной и подчиняется следующей зависимости:

$$\frac{U}{I} = R = \text{const}$$

При этом отмечаем, что для разных по номиналу сопротивлений это отношение принимает разные значения.

Таким образом, данный эксперимент доказывает справедливость закон Ома для участка цепи: сила тока через проводник прямо пропорциональна приложенному к его концам напряжению:

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

Далее приведём перечень некоторых рекомендуемых экспериментов по физике (на примере раздела «Электричество») для учащихся 8-х классов:

1) Тема «Электризация тел при соприкосновении. Взаимодействие заряженных тел», эксперимент «Докажите, что существует явление электризации тел».

Берём эбонитовую палочку и подносим её к маленьким кусочкам бумаги, которые необходимо заранее приготовить. Наблюдаем отсутствие какого-либо взаимодействия между ними.

Теперь потрём эбонитовую палочку, например, о мех и осторожно поднесём её к тем же кусочкам бумаги. При этом наблюдаем, что они начнут притягиваться и прилипнут к палочке (Рис. 12). Таким образом, при трении (в данном случае о мех) эбонитовая палочка приобрела способность притягивать к себе лёгкие тела с силой, которая в значительной степени превышает силу гравитационного притяжения. Данное наблюдаемое явление и является доказательством электризации тел.



Рис. 12

2) Тема «Электрический ток. Источники электрического тока», эксперимент «Докажите, что существует явление электрического тока, то есть упорядоченное движение зарядов».

Берём стеклянный сосуд в виде банки с маленьким краном в боковой стенке (или с небольшим отверстием, к которому прикрепляем насадку в виде сопла). Перед этим сосудом мы поместим металлический диск, соединенный с корпусом электрометра. Мы подключим металлическую сферу электрометра с помощью проводника к внутреннему объёму сосуда, в который мы предварительно наливаем воду. Если отверстие на конце сопла небольшое, то мы будем наблюдать капли, которые возникают из сопла и периодически падают вниз. Если вы сейчас зарядите электрометр, из сопла начнет биться тонкая струйка воды, в то время как заряженные капли достигнут электрода, в результате чего электрометр быстро разрядится (рис. 13).

Таким образом, данный эксперимент доказывает, что можно создать упорядоченное движение зарядов, то есть электрический ток.

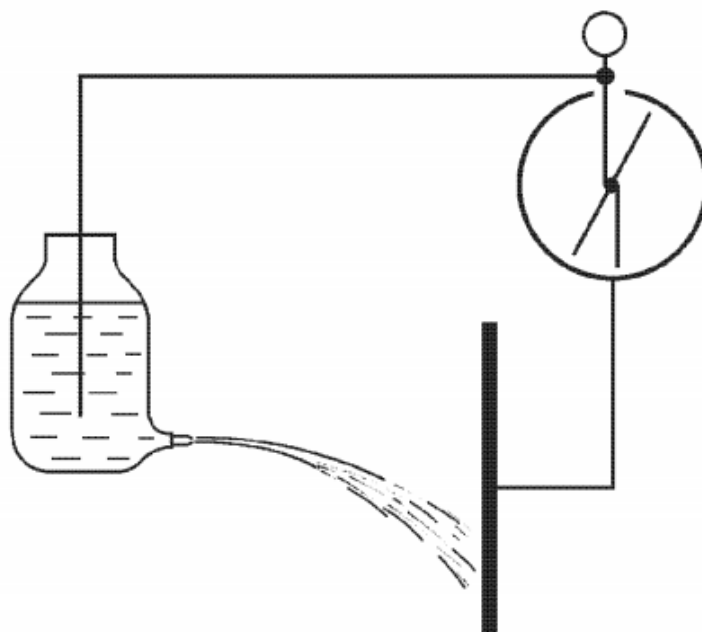


Рис. 13

3) Тема «Последовательное соединение проводников», эксперимент «Докажите, что при последовательном соединении нескольких проводников (резисторов) результирующее сопротивление равно сумме сопротивлений этих проводников».

Собираем электрическую схему из источника тока, амперметра, резистора и вольтметра. Обратите внимание, что согласно правилам подключения электроизмерительных приборов, амперметр подключен к цепи последовательно, а вольтметр подключен параллельно. Давайте измерим напряжение и силу тока на резисторе, а затем найдем сопротивление резистора, используя закон Ома. Далее повторим эти измерения с другими резисторами. Затем последовательно соединим все ранее использованные резисторы и измерим ток и напряжение на концах этой цепи. Опять же, используя закон Ома, мы рассчитываем общее сопротивление, рассматривая эту цепочку как один резистор (эквивалентное сопротивление) (рис. 14).

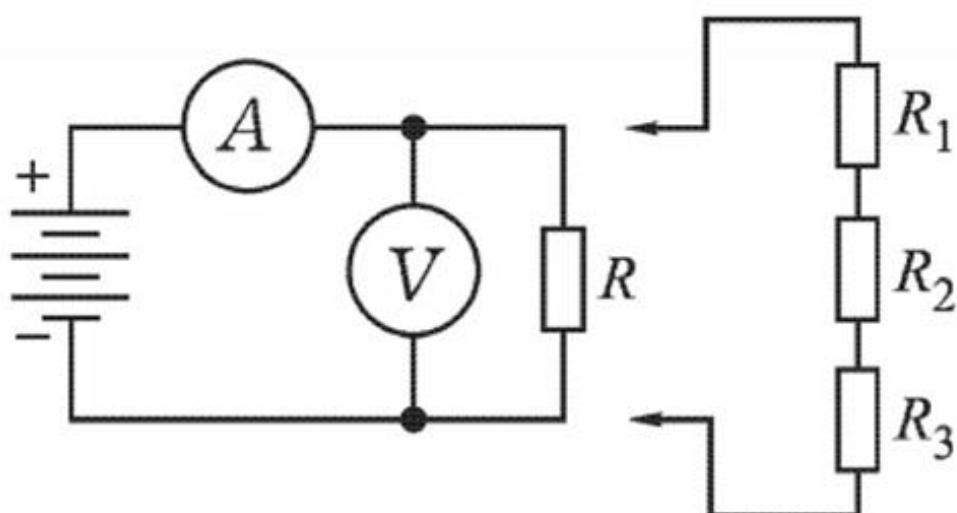


Рис. 14

В данной главе мы, а именно, во второй её части, мы рассмотрели лишь незначительную часть экспериментальных доказательств по электричеству, которые можно использовать не только на школьных уроках физики, но и в системе среднего профессионального образования. Отснятые по данным экспериментам видеофрагменты будут очень полезны при проведении различных занятий по физике в период дистанционного обучения, когда нет возможности в реальном режиме провести данные опыты. Кроме того, не всегда школьный кабинет по физике оснащён необходимым физическим оборудованием для проведения различных экспериментов, в том числе тех, которые были рассмотрены выше. Поэтому практическая значимость данной работы и описанных в ней методических рекомендаций, на наш взгляд, довольно высока.

По нашему мнению данная работа может найти своё продолжение для пополнения цифровой коллекции экспериментальных доказательств не только по электричеству, но и другим разделам физики.

Заключение

В ходе выполнения данной бакалаврской работы была достигнута поставленная нами цель: разработаны методические рекомендации по проведению уроков физики с использованием экспериментальных доказательств в средней школе.

Были решены следующие задачи:

- Определена роль и место физического экспериментального доказательства в школьном курсе физики
- Изучены психолого-педагогические аспекты развития учащихся в средней школе
- Изучены методические аспекты использования экспериментального доказательства
- Разработаны методические рекомендации по включению в образовательный процесс, в средней школе экспериментального доказательства по разделу физики: «Электричество»

Список используемой литературы

1. Математика как метафора. / Ю.И. Манин – М.: МЦНМО, 2008. – 400 с
2. О науке. / А. Пуанкаре - 2-е изд., стереотип. – М.: Наука, 1990
3. Эксперимент и природа. / А.В. Ахутин - СПб.: Наука, 2012 – 660 с.
4. Научный эксперимент / В.В. Быков - М. : Наука, 1989 – 175 с.
5. Ахутин, А.В. Эксперимент // Новая философская энциклопедия: В 4 т. М., 2001.
6. Эксперимент. Психологический словарь. [Электронный ресурс] <http://dic.academic.ru/dic.nsf/psihologic/2137>
7. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы. [Учеб. пособие для пед. ин-тов по физ.-мат. спец.] / А.И. Бугаев – М.: Просвещение, 2001 – 288.
8. Эксперимент и его особенности в современной физике / В.И. Исмаилов - 2003
9. Аршинов, В.И. Эксперимент как форма научной практики // Материалистическая диалектика как общая теория развития. М., 1982.
10. Электричество, учебные экспериментальные доказательства / Майер Р.В., Майер В.В., 2006.
11. Физика, 8 кл. :учебник / А.В. Перышкин. – 5-е изд., стереотип. – М: Дрофа, 2017. – 238 с.
12. Физика, 10 класс: учеб. для общеобразоват. организаций : базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 3-е изд. – М. : Просвещение, 2017. – 416 с.
13. Физика, 11 класс: учеб. для общеобразоват. организаций : базовый уровень / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. Н.А. Парфентьевой. – 4-е изд. – М. : Просвещение, 2017. – 432 с.
14. Рождерс, Э. Физика для любознательных. – М.: Издательство «Мир», 1969.