

Министерство образования и науки Республики Башкортостан  
ГБПОУ Октябрьский многопрофильный профессиональный колледж

Утверждено  
на заседании МС  
Протокол № 1  
от 31. 08. 2022 г.

Рассмотрено и рекомендовано к утверждению  
на заседании ПЦК преподавателей  
общеобразовательных дисциплин,  
воспитателей  
протокол № 1 от «31» августа 2022 г.  
Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ Н.Г.Фаттахова

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОДУ.10 ФИЗИКА  
ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ РАБОЧИХ (СЛУЖАЩИХ)  
ПО ПРОФЕССИЯМ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ:  
09.01.03 МАСТЕР ПО ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Разработала преподаватель: \_\_\_\_\_Петрова О.В.

2022 г.

Методические указания по выполнению лабораторных работ разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования для профессий:

**09.01.03 Мастер по обработке цифровой информации**

Углубленный уровень подготовки программы учебной дисциплины Физика.

.

### **Пояснительная записка**

Физика, одна из важнейших отраслей естествознания, относится к опытным наукам. Первый шаг для установления закономерностей физических явлений состоит в наблюдении. Для этого надо уметь выделить наиболее важные элементы физического явления. Вторым шагом будет изменение условий, в которых протекает явление, то есть переход от простого наблюдения к эксперименту.

Основная трудность при проведении физического практикума состоит в невозможности обеспечить в учебных лабораториях наблюдения физических явлений. Для повышения эффективности усвоения основ физической науки используется принцип генерализации учебного материала – такого отбора, при котором главное внимание уделено изучению основных фактов, понятий, законов и методов физической науки. Отсюда вытекает повышение требований к умениям студентов применять основные положения науки для самостоятельного объяснения физических явлений, результатов эксперимента, действия приборов и установок, решения задач различных типов.

#### **В задачи лабораторных работ входят:**

- формирование у студентов представления о физическом законе в действии, объективном характере физических законов;
- формирование у студентов представления о точности физических законов и о зависимости этой точности от того, насколько строго соблюдаются условия, в которых может применяться данный закон;
- ознакомление с основными методами физических измерений, приобретение элементарных навыков их использования;
- ознакомление с наиболее распространенными измерительными приборами и с принципами их действия;
- формирование понимания роли практики в познании физических явлений и законов, определении физических величин;
- приобретение навыков в обработке опытных данных и представлений о численных значениях основных физических величин;
- развитие мышления студентов, формирование у них умений самостоятельно приобретать и применять знания, наблюдать и объяснять сущность физических явлений.

При реализации программы у обучающихся должны быть сформированы Общие компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

| Код <sup>1</sup><br>ЛР                                                                                             | Умения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Знания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ЛР1<br>ЛР4,<br>ЛР5,<br>ЛР6,<br>ЛР7,<br>ЛР9,<br>ЛР10,<br>ЛР13,<br>ЛР15,<br>ЛР17,<br>ЛР18,<br>ЛР20,<br>ЛР21,<br>ЛР22 | <p>- <b>описывать и объяснять результаты наблюдений и экспериментов:</b> независимость ускорения свободного падения от массы падающего тела; нагревание газа при его быстром сжатии и охлаждение при быстром расширении; повышение давления газа при его нагревании в закрытом сосуде; броуновское движение; электризацию тел при их контакте; взаимодействие проводников с током; действие магнитного поля на проводник с током; зависимость сопротивления полупроводников от температуры и освещения; электромагнитную индукцию; распространение электромагнитных волн; дисперсию, интерференцию и дифракцию света; излучение и поглощение света атомами, линейчатые спектры; фотоэффект; радиоактивность;</p> <p>- <b>приводить примеры опытов, иллюстрирующих, что:</b> наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий; эксперимент позволяет проверить истинность теоретических выводов; физическая теория даёт возможность объяснять явления природы и научные факты; физическая теория позволяет предсказывать ещё неизвестные явления и их особенности; при объяснении природных явлений используются физические модели; один и тот же природный объект или явление можно исследовать на основе использования разных моделей; законы физики и физические теории имеют свои определённые границы применимости;</p> <p>- <b>описывать фундаментальные опыты, оказавшие существенное</b></p> | <p>- <b>смысл понятий:</b> физическое явление, физическая величина, модель, гипотеза, принцип, постулат, теория, пространство, время, инерциальная система отсчёта, материальная точка, вещество, взаимодействие, идеальный газ, резонанс, электромагнитные колебания, электромагнитное поле, электромагнитная волна, атом, квант, фотон, атомное ядро, дефект массы, энергия связи, радиоактивность, ионизирующее излучение, планета, звезда, галактика, Вселенная;</p> <p>- <b>смысл физических величин:</b> перемещение, скорость, ускорение, масса, сила, давление, импульс, работа, мощность, механическая энергия, момент силы, период, частота, амплитуда колебаний, длина волны, внутренняя энергия, средняя кинетическая энергия частиц вещества, абсолютная температура, количество теплоты, удельная теплоёмкость, удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления, удельная теплота сгорания, элементарный электрический заряд, напряжённость электрического поля, разность потенциалов, электроёмкость, энергия электрического поля, сила электрического тока, электрическое напряжение, электрическое сопротивление, электродвижущая сила, магнитный поток, индукция магнитного поля, индуктивность, энергия магнитного поля, показатель преломления, оптическая сила линзы;</p> <p>- <b>смысл физических законов, принципов и постулатов (формулировка, границы применимости):</b> законы динамики Ньютона, принципы суперпозиции и относительности, закон Паскаля, закон Архимеда, закон Гука, закон</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>влияние на развитие физики;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>применять полученные знания для решения физических задач;</b></li> <li>- <b>определять:</b> характер физического процесса по графику, таблице, формуле; продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа;</li> <li>- <b>измерять:</b> скорость, ускорение свободного падения, массу тела, плотность вещества, силу, работу, мощность, энергию, коэффициент трения скольжения, влажность воздуха, удельную теплоёмкость вещества, удельную теплоту плавления льда, электрическое сопротивление, ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, показатель преломления вещества, оптическую силу линзы, длину световой волны; представлять результаты измерений с учётом их погрешностей;</li> <li>- <b>использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:</b> обеспечения безопасности жизнедеятельности в процессе использования транспортных средств, бытовых электроприборов, средств радио- и телекоммуникационной связи;</li> <li>- анализа и оценки влияния на организм человека и другие организмы загрязнения окружающей среды; рационального природопользования и защиты окружающей среды; определения собственной позиции по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде; приобретения практического опыта деятельности, предшествующей профессиональной, в основе которой лежит данный учебный предмет.</li> </ul> | <p>всемирного тяготения, законы сохранения энергии, импульса и электрического заряда, основное уравнение кинетической теории газов, уравнение состояния идеального газа, законы термодинамики, закон Кулона, закон Ома для полной цепи, закон Джоуля-Ленца, закон электромагнитной индукции, законы энергии, законы фотоэффекта, постулаты Бора, закон радиоактивного распада; основные положения изучаемых физических теорий и их роль в формировании научного мировоззрения;</p> <p>- <b>вклад российских и зарубежных учёных, оказавших наибольшее влияние на развитие физики;</b></p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## **Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по физике**

Лабораторный эксперимент является одним из основных методов обучения физике в общеобразовательных учреждениях. В учебном процессе он выполняет три основных функции:

- является источником новых знаний, фундаментальным основанием теорий;
- средством наглядности, «живым созерцанием», иллюстрацией изучаемых явлений;
- критерием истинности полученных знаний, средством раскрытия их практических применений.

### **Введение**

Пособие разработано в соответствии с рабочей программой по учебной дисциплине «физика», составленной на основе примерной программы для профессий начального профессионального образования и специальностей среднего профессионального образования (технический профиль).

Важной дидактической целью лабораторных работ является овладение техникой эксперимента, приобретение умений решать практические задачи путем постановки опыта. В предлагаемом пособии дано описание 8 лабораторных работ. Данное учебное пособие представляет собой четкую инструкцию для самостоятельной работы студентов. Если студент пропустил какое-то занятие, он может выполнить ее индивидуально во внеурочное время.

Отчет о лабораторной работе должен содержать:

1. Тему работы
2. Цель работы
3. Перечень используемого оборудования
4. Описание хода работы
5. Схемы установок, хода луча, соединений проводников
6. Таблицы с результатами измерений и вычислений
7. Подробные расчеты
8. Выводы

# **Инструкция по охране труда и технике безопасности при проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике для обучающихся**

## ***1. Общие требования безопасности***

1.1. К проведению лабораторных работ и лабораторного практикума по физике допускаются обучающиеся, прошедшие инструктаж по охране труда, медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья.

1.2. Обучающиеся должны соблюдать правила поведения, расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха.

1.3. При проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике возможно воздействие на обучающихся следующих опасных и вредных производственных факторов:

- термические ожоги при нагревании жидкостей и различных физических тел;
- порезы рук при небрежном обращении с лабораторной посудой и приборами из стекла;
- поражение электрическим током при работе с электроустановками;
- возникновение пожара при неаккуратном обращении с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.

1.4. Кабинет физики должен быть укомплектован медицинской аптечкой с набором необходимых медикаментов и перевязочных средств.

1.5. При проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике соблюдать правила пожарной безопасности, знать места расположения первичных средств пожаротушения.

1.6. О каждом несчастном случае пострадавший или очевидец несчастного случая обязан немедленно сообщить преподавателю. При неисправности оборудования, приспособлений и инструмента прекратить работу и сообщить об этом преподавателю.

1.7. В процессе работы обучающиеся должны соблюдать порядок проведения лабораторных работ и лабораторного практикума, правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

1.8. Обучающиеся, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности со всеми обучающимися, проводится внеплановый инструктаж по охране труда.

## ***2. Требования безопасности перед началом работы***

2.1. Внимательно изучить содержание и порядок проведения лабораторной работы или лабораторного практикума, а также безопасные приемы ее выполнения.

2.2. Подготовить к работе рабочее место, убрать посторонние предметы. Приборы и оборудование разместить таким образом, чтобы исключить их падение и опрокидывание.

2.3. Проверить исправность оборудования, приборов, целостность лабораторной посуды и приборов из стекла.

## ***3. Требования безопасности во время работы***

3.1. Точно выполнять все указания преподавателя при проведении лабораторной работы или лабораторного практикума, без его разрешения не выполнять самостоятельно никаких работ.

3.2. При работе со спиртовкой беречь одежду и волосы от воспламенения, не зажигать одну спиртовку от другой, не извлекать из горящей спиртовки горелку с фитилем, не задувать пламя спиртовки ртом, а гасить его, накрывая специальным колпачком.

3.3. При нагревании жидкости в пробирке или колбе использовать специальные держатели (штативы), отверстие пробирки или горлышко колбы не направлять на себя и на своих товарищей.

3.4. Во избежание ожогов, жидкость и другие физические тела нагревать не выше 60-70°C, не брать их незащищенными руками.

3.5. Соблюдать осторожность при обращении с приборами из стекла и лабораторной посудой, не бросать, не ронять и не ударять их.

3.6. Следить за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях, не прикасаться и не наклоняться близко к вращающимся и движущимся частям машин и механизмов.

3.7. При сборке электрической схемы использовать провода с наконечниками, без видимых повреждений изоляции, избегать пересечений проводов, источник света подключать в последнюю очередь.

3.8. Собранную электрическую схему включать под напряжением только после проверки ее преподавателем или лаборантом.

3.9. Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам конденсаторов, не производить переключений в цепях до отключения источника тока.

3.10. Наличие напряжения в электрической цепи проверять только приборами.

3.11. Не допускать предельных нагрузок измерительных приборов.

3.12. Не оставлять без надзора не выключенные электрические устройства и приборы.

#### ***4. Требования безопасности в аварийных ситуациях***

4.1. При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, находящихся под напряжением, повышенном их нагревании, появлении искрения, запаха горелой изоляции и т.д. немедленно отключить источник электропитания и сообщить об этом преподавателю.

4.2. При разливе легковоспламеняющейся жидкости и ее загорании немедленно сообщить об этом преподавателю и по его указанию покинуть помещение.

4.3. В случае, если разбилась лабораторная посуда или приборы из стекла, не собирать их осколки незащищенными руками, а использовать для этой цели щетку и совок.

4.4. При получении травмы сообщить об этом преподавателю, которому следует немедленно оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

### ***5. Требования безопасности по окончании работы***

5.1. Отключить источник тока. Разрядить конденсаторы с помощью изолированного проводника и разобрать электрическую схему.

5.2. Разборку установки для нагревания жидкости производить после ее остывания.

5.3. Привести в порядок рабочее место, сдать преподавателю или лаборанту приборы, оборудование, материалы и тщательно вымыть руки с мылом.

### **Проведение опыта и измерений**

При выполнении лабораторных работ измерение физических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной последовательности.

Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении нужных физических величин. Например, точность измерения времени с помощью секундомера зависит не только от четкого определения положения стрелки, но и в значительной степени – от своевременности включения и выключения часового механизма.

Преподаватель принимает выполненную учащимся лабораторную работу в индивидуальном порядке. Хорошо выполненные работы следует рекомендовать для ознакомления всем учащимся. Для зачета, по окончании лабораторных работ, учащийся представляет надлежащим образом оформленную тетрадь.

Целесообразно в конце занятия сообщать тему следующего практического занятия и указывать литературные источники. Учащиеся в таких случаях приходят с готовыми конспектами, и преподавателю остается дать лишь целевую установку занятия, распределить задания, показать технику выполнения. После этого учащиеся приступают к самостоятельной работе.

### **Критерии оценки практической работы.**

Практические занятия оцениваются преподавателем, исходя из следующих критериев успешности работ:

- 1) соответствие содержания работы заданной теме и оформление в соответствии с существующими требованиями;
- 2) логика изложения, взаимосвязь структурных элементов работы;
- 3) объем, характер и качество использованных источников;
- 4) обоснованность выводов, их глубина, оригинальность;
- 5) теоретическая и методическая достаточность, стиль и качество оформления компьютерной презентации

Оценивая итоговое задание, преподаватель ставит отметку.

**Оценка «5» (отлично)** ставится, если обучающийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасного труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

- в отчете правильно и аккуратно выполнены все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления;

- правильно выполнен анализ погрешностей.

**«4» (хорошо)** ставится в том случае, если были выполнены требования к оценке «5», но допущены недочеты или негрубые ошибки.

**«3» (удовлетворительно)** ставится, если результат выполненной части таков, что позволяет получить правильные выводы, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**«2» (неудовлетворительно)** ставится, если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

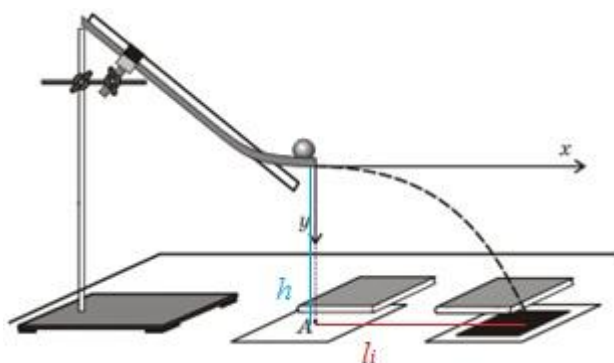
## Лабораторная работа №1 Изучение движения тела, брошенного горизонтально

**Цель работы:** проверить закон независимости движений на примере движения тела, брошенного горизонтально.

**Оборудование:** небольшой шарик, желоб, линейка, секундомер, указка, лист бумаги и копировальная бумага, (ящик с песком).

### Порядок выполнения работы:

1. Соберите установку, изображенную на рисунке. Нижний участок желоба должен быть горизонтальным, а расстояние  $h$  от нижнего края желоба до стола должно быть равным примерно 40 см. Лапки зажима должны быть расположены вблизи верхнего конца желоба.
2. Положите под желобом лист бумаги, придавив его книгой, чтобы он не сдвигался при проведении опытов. Отметьте на этом листе с помощью отвеса точку А, находящуюся на одной вертикали с нижним концом желоба.
3. Поместите в желоб шарик так, чтобы он касался зажима, и отпустите шарик без толчка. Заметьте (примерно) место на столе, куда попадает шарик, скатившись с желоба и пролетев по воздуху. На отмеченное место положите лист бумаги, а на него — лист копировальной бумаги «рабочей» стороной вниз. Придавите эти листы книгой, чтобы они не сдвигались при проведении опытов.



4. Снова поместите в желоб шарик так, чтобы он касался зажима, и отпустите без толчка. Измерьте время падения шарика. Повторите этот опыт 5 раз, следя за тем, чтобы лист копировальной бумаги и находящийся под ним лист не сдвигались.
5. Осторожно снимите лист копировальной бумаги, не сдвигая находящегося под ним листа, и отметьте точки, лежащие между отпечатками. Учтите при этом, что видимых отпечатков может оказаться меньше 5-ти, потому что некоторые отпечатки могут слиться.
6. Измерьте расстояние  $l_i$  от отмеченных точек до точки А.
7. Результаты измерений запишите в таблицу 1:

Таблица № 1

| № опыта | $h$ , м | $t_1$ , с | $t_{cp}$ , с | $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , с | $l_i$ , м | $v_i = \frac{l_i}{t_{cp}}$ , с |
|---------|---------|-----------|--------------|-------------------------------|-----------|--------------------------------|
| 1       |         |           |              |                               |           |                                |

|   |  |  |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |

8. Рассчитайте среднее время падения шарика:

$$t_{cp} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5) / 5$$

9. Зная высоту  $h$ , с которой падал шарик и ускорение свободного падения  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ , вычислите время движения шарика:

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

10. Сравните рассчитанное значение со средним временем падения шарика, определенным из опыта. Сделайте вывод.

11. Определите начальную скорость шарика для каждого из измеренных значений дальности полета:

$$v_i = \frac{l_i}{t_{cp}}$$

12. Результаты вычислений занесите в таблицу 1.

13. Выбрав правильный масштаб по осям ОХ и ОУ и воспользовавшись уравнением траектории:

$$y = h - \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

постройте траекторию движения шарика для одного из найденных значений начальной скорости.

14. Сделайте вывод по проделанной работе.

### Пример выполнения работы:

Опыт:

Таблица № 1 Результат измерений.

| № опыта | h, м | t <sub>1</sub> , с | t <sub>cp</sub> , с | $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ , с | l <sub>i</sub> , м | $v_i = \frac{l_i}{t_{cp}}$ , с |
|---------|------|--------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------|
| 1       | 0,41 | 0,32               |                     |                               | 0,41               |                                |
| 2       |      | 0,38               |                     |                               | 0,426              |                                |
| 3       |      | 0,26               |                     |                               | 0,435              |                                |
| 4       |      | 0,24               |                     |                               | 0,426              |                                |
| 5       |      | 0,31               |                     |                               | 0,444              |                                |

## Лабораторная работа №2 Определение жесткости пружины

**Цель работы:** проверить справедливость закона Гука для пружины динамометра и измерить коэффициент жесткости этой пружины.

**Оборудование:** штатив с муфтой и зажимом, динамометр с заклеенной шкалой, набор грузов известной массы (по 100 г), линейка с миллиметровыми делениями.

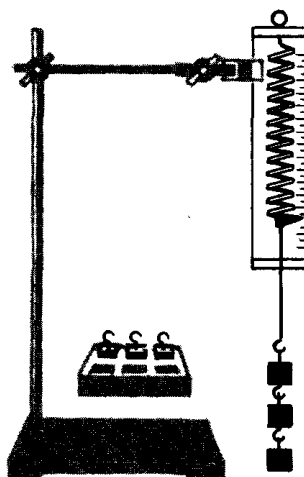
**Описание работы:** Согласно закону Гука, модуль  $F$  силы упругости и модуль  $x$  удлинения пружины связаны соотношением  $F = kx$ . Измерив  $F$  и  $x$ , можно найти

коэффициент жесткости  $k$  по формуле  $k = \frac{F}{x}$ .

**Продолжительность занятия:** 1 час.

### Ход работы.

Рис. 176



1. Закрепите динамометр в штативе на достаточно большой высоте.
2. Подвешивая различное число грузов (от одного до четырех), вычислите для каждого случая соответствующее значение  $F = mg$ , а также измерьте соответствующее удлинение пружины  $x$ .
3. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

| № опыта | m, кг | mg, Н | x, Н/м |
|---------|-------|-------|--------|
|         |       |       |        |

4. Начертите оси координат  $x$  и  $F$ , выберите удобный масштаб и нанесите полученные экспериментальные точки.

5. Оцените (качественно) справедливость закона Гука для данной пружины: находятся ли экспериментальные точки *вблизи одной прямой, проходящей через начало координат*.

6. Запишите в тетради для лабораторных работ сделанный вами вывод.

$$k = \frac{F}{x},$$

7. Вычислите коэффициент жесткости по формуле: используя результаты опыта № 4 (он обеспечивает наибольшую точность).

### Контрольные вопросы:

1. Сформулируйте закон Гука.
2. Жёсткость пружины, дайте определение.
3. В чём измеряется коэффициент жёсткости?
4. Техническое применение понятия жёсткости пружины.

### Лабораторная работа №3 Определение коэффициента трения скольжения

**Цель работы:** измерить коэффициент трения скольжения дерева по дереву.

**Оборудование:** деревянный брусок, деревянная линейка, набор грузов известной массы (по 100 г), динамометр.

**Описание работы:** Если тянуть брусок с грузом по горизонтальной поверхности так, чтобы брусок двигался равномерно, прикладываемая к бруску горизонтальная сила равна

по модулю силе трения скольжения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на брусок со стороны

поверхности. Модуль силы трения  $F_{\text{тр}}$  связан с модулем силы нормального давления  $N$

соотношением  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . Измерив  $F_{\text{тр}}$  и  $N$ , можно найти коэффициент трения  $\mu$  по

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}.$$

формуле. В данном случае сила нормального давления  $N$  равна весу  $P$  бруска с грузом.

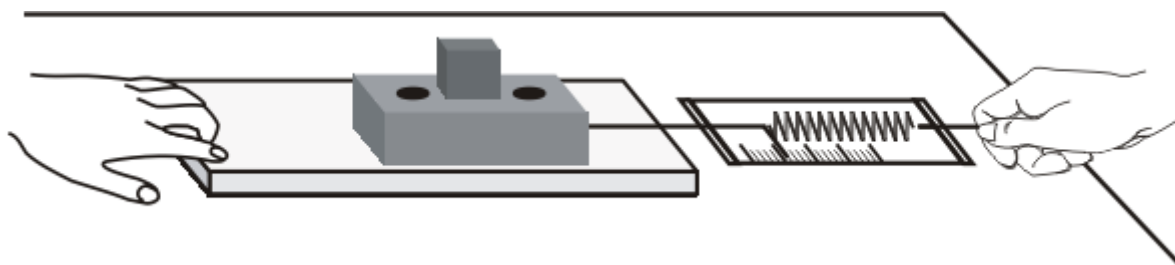
**Продолжительность занятия:** 1 час.

**Ход работы.**

1. Определите с помощью динамометра вес бруска  $P_{\text{бр}}$  и запишите в приведенную ниже таблицу.

| № опыта | $P_{\text{бр}}, \text{Н}$ | $N, \text{Н}$ | $P_{\text{гр}}, \text{Н}$ |
|---------|---------------------------|---------------|---------------------------|
|         |                           |               |                           |

2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз.



3. Поставив на брусок один груз, тяните брусок равномерно по горизонтальной линейке, измеряя с помощью динамометра прикладываемую силу. Повторите опыт, поставив на брусок два и три груза. Записывайте каждый раз в таблицу, помещенную в тетради для

лабораторных работ, значения силы трения  $F_{\text{тр}}$  и силы нормального давления  $N = P_{\text{бр}} + P_{\text{гр}}$ .

4. Начертите оси координат  $N$  и  $F_{\text{тр}}$ , выберите удобный масштаб и нанесите полученные три экспериментальные точки.

5. Оцените (качественно), подтверждается ли на опыте, что сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления: находятся ли все экспериментальные точки *вблизи одной прямой, проходящей через начало координат*.

6. Запишите в тетради для лабораторных работ сделанный вами вывод.

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N},$$

7. Вычислите коэффициент трения по формуле № 3 (он обеспечивает наибольшую точность) и запишите его значение.

### Контрольные вопросы

1. Что называется весом тела?
2. Будет ли парашютист во время прыжка находиться в состоянии невесомости?
3. При каких условиях появляется сила трения?
4. Посмотрите вокруг себя. Видите ли вы полезное действие сил трения?

## Лабораторная работа №4. Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

**Цель:** определить коэффициент поверхностного натяжения.

**Оборудование, средства измерения:** 1) пипетка; 2) бюкса; 3) стаканчик; 4) весы с разновесом; 5) микрометр; 6) стакан с испытуемой жидкостью.

**Теоретическое обоснование:**

В этой работе коэффициент поверхностного натяжения жидкости определяется методом отрыва капель. Такой метод называется сталагмометрическим (от греческих слов *stalagma* — капля и *metron* — мера). Жидкость, медленно вытекающая из узкого кончика пипетки, образует у нижнего отверстия каплю, которая перед отрывом принимает грушевидную форму. Отрыв капли от кончика происходит в тот момент, когда сила тяжести, действующая на каплю, станет равной равнодействующей сил поверхностного натяжения, действующих на границе соприкосновения отрывающейся капли с кончиком пипетки:  $F_{\text{тяж}} = F_{\text{пов.натяж}}$ . Измерив радиус «шейки» капли в момент ее отрыва, а также массу оторвавшейся капли, можно вычислить коэффициент поверхностного натяжения жидкости:  $mg = \sigma 2\pi r$ , где  $m$  — масса одной капли,  $g$  — ускорение свободного падения,  $\sigma$  — коэффициент поверхностного натяжения жидкости, а  $2\pi r$  — длина окружности шейки капли в момент отрыва. Отсюда:  $\sigma = \frac{mg}{2\pi r}$ .

Обычно диаметр шейки капли принимают примерно равным диаметру отверстия нижнего кончика пипетки. Внешний диаметр этого отверстия измеряют штангенциркулем или микрометром, а для измерения его внутреннего диаметра кроме этих измерительных приборов используют маленький клинышек.

Описанный способ экспериментального определения коэффициента поверхностного натяжения дает хорошие результаты, несмотря на то, что в действительности отрыв капли происходит не совсем так, как описано выше. При внимательном наблюдении за поведением отрывающихся капель можно заметить, что на самом деле капля не отрывается по линии окружности шейки. В тот момент, когда масса капли достигает значения, определяемого равенством силы тяжести и сил поверхностного натяжения, ее шейка начинает быстро сужаться, как это показано на рис.1(г), причем обычно вслед за отрывающейся каплей сразу образуется еще одна маленькая капелька, как это показано на рис.1 (д).

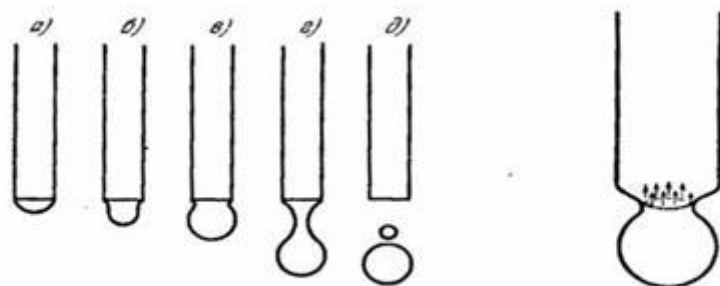


Рис.1

**Порядок проведения работы:**

1. Взвесьте бюксу с крышкой:  $m_1$ .
2. Измерьте внутренний диаметр стеклянной трубки  $d_{\text{тр}}$ . При измерении применить следующий прием: вставить в канал трубки стержень обработанный «на конус», измерить её диаметр в отмеченном месте.

3. Вычислите диаметр шейки капли по формуле:  $d_{ш.к.} = 0,9 \cdot d_{тр}$
  4. Накапайте из пипетки в бюксу 150-100 капель испытуемой жидкости.
  5. Взвесьте бюксу с каплями воды:  $m_2$ .
  6. Определите массу капель:  $m_2$  и  $m_1$ ; разность:  $m_2 - m_1$  и массу одной капли:  $m = \frac{m_2 - m_1}{n}$ .
  7. Вычислите коэффициент поверхностного натяжения:  $\sigma = \frac{m_2 - m_1}{\pi \cdot d_{ш.к.} \cdot n} \cdot g$
  8. Определите относительную погрешность:  $\delta = \frac{|\sigma - \sigma_T|}{\sigma_T} \cdot 100\%$ .
- $\sigma_T = 0,072 \frac{Н}{м}$  ,       $g = 9,816 \frac{м}{с^2}$
9. Результаты всех измерений и вычислений занесите в таблицу.

| Масса        |                   |             | Число капель | Масса одной капли     | Внутренний диаметр трубки | Диаметр шейки капли | Коэффициент поверхностного натяжения | Погрешность |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------|
| Пустой бюксы | Бюксы с жидкостью | Всех капель |              |                       |                           |                     |                                      |             |
| $m_1$        | $m_2$             | $m_2 - m_1$ | $n$          | $\frac{m_2 - m_1}{n}$ | $d_{тр}$                  | $d_{ш.к.}$          | $\sigma$                             | $\delta$    |
| кг           | кг                | кг          |              | кг                    | м                         | м                   | Н/м                                  | %           |
|              |                   |             |              |                       |                           |                     |                                      |             |

**Вывод:**

#### **Контрольные вопросы:**

1. Увеличив скорость падения капель, выяснить, как повлияет это на массу капли.
2. Какова зависимость величины коэффициента поверхностного натяжения от температуры исследуемой жидкости? Повторить опыт, в качестве жидкости использовать воду температурой 60 - 70 °С.
3. Для какой жидкости (вода, мыльный раствор) коэффициент поверхностного натяжения больше, и почему?
4. Почему поверхностный слой создает давление на жидкость?

## Лабораторная работа №5. Исследование закона Ома для участка цепи.

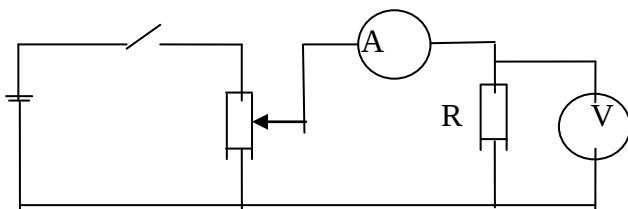
### Рекомендации/инструкции по выполнению заданий

Цель: Экспериментально изучить закон Ома для участка цепи.

Оборудование: источник питания, проволочные резисторы, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода.

Ход работы:

1. Собрать электрическую цепь по схеме:



2. Плавно изменяя напряжение в цепи, при помощи реостата измерить значения напряжения и силы тока на R1. Результаты измерений занести в таблицу.

Резистор R1

|   |   |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|
| U | 0 |  |  |  |  |  |  |
| I | 0 |  |  |  |  |  |  |

3. Повторить измерения с резистором R2.

Резистор R2

|   |   |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|
| U | 0 |  |  |  |  |  |  |
| I | 0 |  |  |  |  |  |  |

4. В одной и той же системе координат построить графики зависимости силы тока от напряжения для каждого резистора. Сделать вывод.
5. Известно, что сопротивление металлического проводника рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (1), \text{ где } l - \text{длина проводника, которую надо измерить линейкой}$$

$l =$

6. Площадь поперечного сечения проводника рассчитывается по формуле:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \text{ d – диаметр проводника, указанный на резисторе}$$

$S =$

7. По графику зависимости силы тока от напряжения определить среднее значение сопротивлений проводника.
8. Выразить удельное сопротивление вещества из формулы (1) и произвести расчёт.
9. Повторить расчёты для резистора R2.
10. Сделать вывод

## Лабораторная работа №6 «Определение удельного сопротивления проводника»

Цель работы: на опыте измерить удельное сопротивление проводника.

Оборудование: источник тока, исследуемый проводник, амперметр, вольтметр, реостат, соединительные провода, ключ, линейка, штангенциркуль.

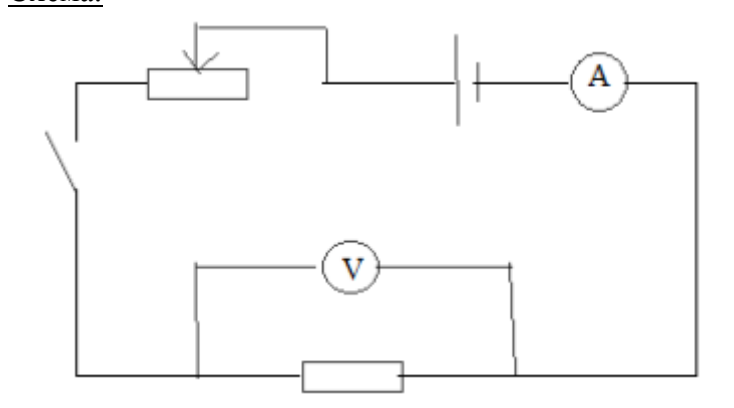
Теория. Основной электрической характеристикой проводника является его сопротивление. Для металлических проводников сопротивление зависит от их длины, площади поперечного сечения и материала, из которого изготовлен проводник.

Рассчитать сопротивление можно по формуле:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление,  $l$  — длина проводника,  $S$  — площадь поперечного сечения.

Схема.



Цена деления амперметра:      А

Цена деления вольтметра:      В

Порядок выполнения работы.

1. Измерить длину проволоки  $l$  и результат внести в таблицу.
2. Измерить диаметр проволоки  $d$  с помощью штангенциркуля и рассчитать площадь поперечного сечения проволоки по формуле:

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

Результаты измерений и вычислений внести в таблицу.

3. Собрать электрическую цепь по схеме.
4. С помощью реостата отрегулировать силу тока в цепи и измерить значение силы тока в цепи и напряжения на концах проводника. Результаты внести в таблицу.
5. Изменить с помощью подвижного контакта длину исследуемой проволоки и вновь снять показания амперметра и вольтметра.
6. Повторить опыт в третий раз, вновь изменив длину проволоки. Результаты измерений внести в таблицу.
7. Рассчитать с помощью закона Ома для участка цепи сопротивление проводника:

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

для всех трех опытов.

8. Определить удельное сопротивление проводника по формуле:

$$\rho = \frac{RS}{l}$$

для всех трех опытов и результаты вычислений внести в таблицу.

9. Определите среднее значение удельного сопротивления по формуле:

$$\rho_{\text{сред}} = (\rho_1 + \rho_2 + \rho_3)/3$$

| № опыта | Длина проводника l, м | Диаметр проволоки d, м | Площадь поперечного сечения, S, м. <sup>2</sup> | Сила тока, I, А | Напряжение, U, В | Удельное сопротивление, ρ, Ом·м | Среднее значение ρ <sub>ср</sub> , Ом·м |
|---------|-----------------------|------------------------|-------------------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|
| 1       |                       |                        |                                                 |                 |                  |                                 |                                         |
| 2       |                       |                        |                                                 |                 |                  |                                 |                                         |
| 3       |                       |                        |                                                 |                 |                  |                                 |                                         |

Сделайте вывод, исходя из цели работы.

Расчет погрешности измерений.

Найти абсолютную погрешность по формулам:

$$\Delta\rho_1 = |\rho_{ср} - \rho_1| =$$

$$\Delta\rho_2 = |\rho_{ср} - \rho_2|$$

$$\Delta\rho_2 = |\rho_{ср} - \rho_2|$$

$$\Delta\rho_{ср} = \frac{\Delta\rho_1 + \Delta\rho_2}{2}$$

Рассчитать относительную погрешность по формуле:

$$\delta\rho = \frac{\Delta\rho_{ср}}{\rho_{ср}} 100\%$$

Ответы на контрольные вопросы

**1. Почему для изготовления нагревательных элементов применяют с большим удельным сопротивлением, а для соединительных проводов с малый?**

*(Потому что при большем удельном сопротивлении проводник сильнее нагревается и выделяет больше тепла, в то же время как проводник с малым удельным сопротивлением — наоборот.)*

**2. Каким должно быть удельное сопротивление проводника для плавкого предохранителя? Ответ обоснуйте.**

*(Значение удельного сопротивления должно быть минимальным, т. к. при достижении в цепи определённой силы тока и нагревании проводника он не должен расплавиться.)*

**3. Почему электрические провода и контакты изготавливают из алюминия или меди?**

*(Медь и алюминий имеют малое сопротивление и являются хорошими проводниками электричества.)*

Выводы: научились определять удельное сопротивление проводника экспериментальным путём и погрешность наших измерений.

## Лабораторная работа №7 Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

### Рекомендации/инструкции по выполнению заданий

Цель работы: измерить ЭДС и внутренне сопротивление источника тока.

Оборудование: амперметр и вольтметр школьные, реостат, соединительные провода.

#### Краткие теоретические сведения

Каждый источник электрического поля тока характеризуется определенной электродвижущей силой, равной разности потенциалов на полюсах источника, не замкнутого на внешнюю цепь. При этом ток через источник не идет, нет падения напряжения на внутреннем сопротивлении источника.

При включении нагрузки напряжение на зажимах будет всегда меньше ЭДС:

$$U = \varepsilon - I \cdot r,$$

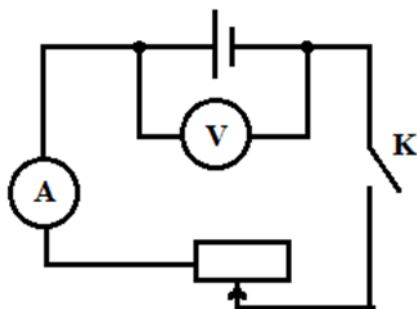
$r$  – внутреннее сопротивление источника,  $I$  – ток в цепи.

Таким образом, вольтметр покажет ЭДС только тогда, когда  $r = 0$  или  $I = 0$ . Так как в реальных источниках  $r \neq 0$ , то для измерения ЭДС необходимо добиться того, чтобы в момент измерения ЭДС ток в источнике был равен нулю.

### Ход работы.

Схема электрической цепи, которую используют в этой лабораторной работе, показана на рисунке. В качестве источника тока в схеме используют аккумулятор или батарейку от карманного фонаря.

При разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник замкнут на вольтметр, сопротивление которого должно быть много больше внутреннего сопротивления тока. Обычно сопротивлению источника тока мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать школьный вольтметр со шкалой 0-6В и сопротивлением 900 Ом. Так как сопротивление источника мало, то действительно  $R_v \gg r$ .



При разомкнутом ключе ЭДС источника тока равна напряжению на внешней цепи. В эксперименте источник замкнут на вольтметр, сопротивление которого должно быть много больше внутреннего сопротивления тока. Обычно сопротивлению источника тока мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать школьный вольтметр со шкалой 0-6В и сопротивлением 900 Ом. Так как сопротивление источника мало, то действительно  $R_v \gg r$ .

Внутреннее сопротивление источника тока можно измерить косвенно, сняв показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе. Для определения внутреннего сопротивления источника тока нужно дважды измерить ток и напряжение при двух

положениях движка реостата. Тогда внутреннее сопротивление источника будет равно:

$$r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} ; \text{ а ЭДС будет равна: } E = U_1 + I_1 r.$$

Порядок выполнения работы.

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

| $I_1, \text{A}$ | $I_2, \text{A}$ | $U_1, \text{В}$ | $U_2, \text{В}$ | $R, \text{Ом}$ | $E, \text{В}$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
|                 |                 |                 |                 |                |               |

2. Соберите электрическую цепь согласно схемы. Проверьте правильность подключения вольтметра и амперметра.

3. Проверьте работу цепи при замкнутом и разомкнутом ключе.

4. Измерьте ЭДС источника тока при разомкнутом ключе.

5. Снимите показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе при двух положениях движка реостата. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

6. Сделать вывод

#### **Контрольные вопросы:**

1. Определите сопротивление внешней части цепи, пользуясь результатами произведенных измерений.
2. Как изменится сопротивление батарейки для карманного фонаря, если три ее элемента соединить не последовательно, а параллельно?

## Лабораторная работа №8 "Изучение параллельного соединения проводников"

Цель работы: на опыте проверить правильность законов параллельного соединения проводников.

Оборудование: источник тока, резисторы, амперметр, вольтметр, реостат, соединительные провода, ключ.

Теория. При параллельном соединении проводников напряжение одинаково на всех участках цепи, сила тока в цепи равна сумме сил токов на отдельных участках цепи.

Величину, обратную сопротивлению проводника, называют его проводимостью:  $1/R$ . При параллельном соединении общая проводимость цепи равна сумме проводимостей отдельных участков цепи:

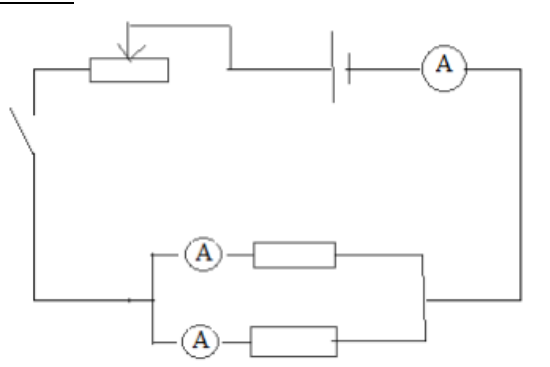
$$1/R_{\text{цепи}} = 1/R_1 + 1/R_2$$

При параллельном соединении 2-х резисторов общее сопротивление после математических преобразований можно рассчитать по формуле:

$$R_{\text{цепи}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

Параллельное соединение проводников широко используют в быту, так как оно позволяет включать приборы в сеть независимо друг от друга.

Схема.



Цена деления амперметра:     A

Цена деления вольтметра:    B

Порядок выполнения работы.

1. Собрать электрическую цепь по схеме.
2. С помощью реостата отрегулировать силу тока в цепи и измерить значение силы тока в цепи
3. Изменить положение амперметра в цепи два раза и результаты измерений внести в таблицу.
4. Убедиться, что сила тока в цепи равна сумме сил токов на отдельных резисторах.
5. Измерить напряжение на 1-м, 2-м резисторах и убедиться, что оно одинаково. Результаты измерений внести в таблицу.
6. Рассчитать с помощью закона Ома для участка цепи сопротивление резисторов:

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

для всех трех опытов и результаты вычислений внести в таблицу.

1. Рассчитать общее сопротивление резисторов по формуле:

$$R_{\text{общ}} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

1. Убедиться, общее сопротивление резисторов, рассчитанное по формулам в п.6 и в п.7 примерно равны.

| № опыта | Сила тока,<br>I, A | Напряжение,<br>U, B | Сопротивление,<br>R, Ом |
|---------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| 1       |                    |                     |                         |
| 2       |                    |                     |                         |
| 3       |                    |                     |                         |

Сделайте вывод, исходя из цели работы.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие физические величины бывают одинаковыми при параллельном соединении проводников?
2. В электрическую цепь включена лампочка. Как изменится сопротивление цепи, если к первой лампочке, параллельно включить еще две лампочки? Меняется ли сила тока?
3. Как меняются показания амперметра и вольтметра, если в параллельно соединенной цепи ползунок реостата  $R$  поставить в крайнее левое положение?

### Перечень используемой литературы :

1. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: учебник для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2018.
2. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Сборник задач: учеб. пособие для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2018.
3. Дмитриева В. Ф., Васильев Л. И. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Контрольные материалы: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В.Ф.Дмитриева, Л.И.Васильев. — М., 2018.
4. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля. Лабораторный практикум: учеб. пособия для учреждений сред. проф. образования / В.Ф.Дмитриева, А. В. Коржуев, О.В. Муртазина. — М., 2019.
5. Дмитриева В.Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: электрон-ный учеб.-метод. комплекс для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2018.
6. Дмитриева В. Ф. Физика для профессий и специальностей технического профиля: электронное учебное издание (интерактивное электронное приложение) для образовательных учреждений сред. проф. образования. — М., 2018.
7. Чакак, А. А. Физика : учебное пособие для СПО / А. А. Чакак, С. Н. Летута. — Саратов : Профобразование, 2020. — 541 с.
8. Кузнецов, С. И. Справочник по физике : учебное пособие для СПО / С. И. Кузнецов, К. И. Рогозин ; под редакцией В. В. Ларионов. — Саратов : Профобразование, 2017. — 219 с.

#### Интернет сайты:

1. <http://www.pandia.ru/text/77/203/78206.php>
2. [http://integral-geo.ru/files/sbornik\\_lab\\_rab.pdf](http://integral-geo.ru/files/sbornik_lab_rab.pdf)
3. [http://ck-30.ru/dwld/382098074\\_Pamyatka\\_pedagogicheskim\\_rabotnikam\\_po\\_strukture\\_i\\_soderzhaniiy\\_m\\_etodicheskikh\\_rekomendatsiy\\_po\\_provedeniyu\\_laboratornyih\\_rabot\\_ili\\_prak.pdf](http://ck-30.ru/dwld/382098074_Pamyatka_pedagogicheskim_rabotnikam_po_strukture_i_soderzhaniiy_m_etodicheskikh_rekomendatsiy_po_provedeniyu_laboratornyih_rabot_ili_prak.pdf)
4. [http://pnu.edu.ru/media/filer\\_public/2013/02/13/e-oe.pdf](http://pnu.edu.ru/media/filer_public/2013/02/13/e-oe.pdf)
5. [http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOLCHANOVA/Educational\\_job/Tab4/Tab/Tab/mulp.pdf](http://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOLCHANOVA/Educational_job/Tab4/Tab/Tab/mulp.pdf)
6. <http://www.consultant.ru>
7. <http://www.garant.ru>
8. <http://www.akdi.ru>
9. <http://ru.wikipedia.org>