

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

Строительно-политехнический колледж

**ФИЗИКА.**

к выполнению лабораторных работ  
для студентов всех специальностей среднего профессионального  
образования, всех форм обучения

УДК 53 (07)

ББК Ф 503

**Составитель** А. С. Головченко

**Физика:** методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов всех специальностей среднего профессионального образования, всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: А. В. Иванова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 19 с.

Методические указания содержат теоретический материал, необходимый для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Физика». Разработано на основе требований ФГОС СПО с опорой на научные принципы формирования содержания образования.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_ПР\_Физика.

**УДК 53 (07)**

**ББК Ф 503**

**Рецензент** – А. В. Абрамов, канд. техн. наук, доц. кафедры физики Воронежского государственного технического университета

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Пояснительная записка	5
Порядок выполнения лабораторных работ	9
Правила оформления отчета при выполнении лабораторной работы	10
Инструкция по правилам безопасности для учащихся в кабинете физики	11
Инструкция по охране труда при проведении лабораторных работ и лабораторного практикума по физике	13
<i>Лабораторная работа №1 «Исследование движения тела под действием постоянной силы».</i>	16
<i>Лабораторная работа №2 «Изучение закона сохранения импульса».</i>	17
<i>Лабораторная работа №3 «Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости»</i>	19
<i>Лабораторная работа №4 «Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела»</i>	22
<i>Лабораторная работа №5 «Изучение законов сохранения на примере удара шаров и баллистического маятника»</i>	23
<i>Лабораторная работа № 6 «Изучение особенностей силы трения (скольжения)»</i>	26
<i>Лабораторная работа № 7 «Измерение влажности воздуха»</i>	27
<i>Лабораторная работа №8 «Измерение поверхностного натяжения жидкости»</i>	28
<i>Лабораторная работа №9 «Изучение особенностей теплового расширения воды»</i>	29
<i>Лабораторная работа №10 «Наблюдение процесса кристаллизации»</i>	31
<i>Лабораторная работа №11 «Изучение деформации растяжения»</i>	36
<i>Лабораторная работа №12 «Изучение теплового расширения твердых тел»</i>	38
<i>Лабораторная работа №13 «Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников»</i>	39
<i>Лабораторная работа №14 «Изучение закона Ома для пол-</i>	43

ной цепи»	
<i>Лабораторная работа №15 «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»</i>	45
<i>Лабораторная работа №16 «Определение коэффициента полезного действия электрического чайника»</i>	46
<i>Лабораторная работа №17 «Определение температуры нити лампы накаливания»</i>	48
<i>Лабораторная работа №18 «Изучение явления электромагнитной индукции»</i>	50
<i>Лабораторная работа № 19 «Индуктивные и емкостное сопротивления в цепи переменного тока»</i>	52
<i>Лабораторная работа №20 «Изучение зависимости периода колебаний нитяного (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза)»</i>	54
<i>Лабораторная работа №21 «Изучение изображения предметов в тонкой линзе»</i>	56
<i>Лабораторная работа №22 «Изучение интерференции и дифракции»</i>	58
<i>Лабораторная работа №23 «Определение длины волны спектральных линий»</i>	59
Заключение	62
Приложение А	63

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Разработка «Методические рекомендации к лабораторным работам по физике» предназначена для качественного проведения тематических лабораторных работ. Её основной частью являются инструкции и отчёты по лабораторным работам.

Инструкции содержат тему работы, перечень необходимого оборудования, в них сформулированы цели предстоящей работы, дана краткая теоретическая справка по изученному материалу и методика выполнения.

В отчётах обучающиеся отражают выполнение поставленных целей, демонстрируют навыки работы с приборами, умения использовать полученные результаты измерений для вычислений искомых величин с использованием физических формул, способность анализировать результаты и делать выводы по проделанной работе.

Физика относится к профильным учебным дисциплинам, поэтому содержание учебного материала направлено на профессию обучающихся. С этой целью в каждой ЛР определены конкретные вопросы, позволяющие связать учебный материал науки физики и междисциплинарных курсов, реализующих учебный материал видов профессиональной деятельности.

Разработка может быть использована не только как индивидуальное пособие для обучающихся, но и для работы преподавателя физики при организации и проведении лабораторно-практических занятий.

Учебная дисциплина «Физика» является учебным предметом обязательной предметной области «Естественные науки» ФГОС среднего общего образования. Учебная дисциплина «Физика» изучается на углубленном уровне ФГОС среднего общего образования.

**Цель учебной дисциплины:** формирование системы базовых понятий физики и представлений о современной физической картине мира; умений применять физические знания как в профессиональной деятельности, так и для решения жизненных задач.

### **Задачи освоения учебной дисциплины:**

– формировать знания о фундаментальных физических законах и принципах, лежащих в основе современной физической картины мира, о наиболее важных открытиях в области физики, оказавших

определяющее влияние на развитие техники и технологии; методах научного познания природы;

– формировать умения обучающихся проводить наблюдения, планировать и выполнять эксперименты, выдвигать гипотезы и строить модели, применять полученные знания по физике для объяснения разнообразных физических явлений и свойств веществ;

– воспитывать убежденность в возможности познания законов природы, использования достижений физики на благо развития человеческой цивилизации;

– развивать умения обучающихся использовать приобретенные знания для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности собственной жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

### **Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**

*Планируемые результаты освоения учебного предмета «Физика»:* процесс изучения учебной дисциплины «Физика» направлен на формирование личностных, метапредметных и предметных результатов ФГОС среднего общего образования:

#### **Личностные результаты:**

– чувство гордости и уважения к истории и достижениям отечественной физической науки;

– физически грамотное поведение в профессиональной деятельности и быту при обращении с приборами и устройствами;

– готовность к продолжению образования и повышения квалификации в избранной профессиональной деятельности и объективное осознание роли физических компетенций в этом;

– умение использовать достижения современной физической науки и физических технологий для повышения собственного интеллектуального развития в выбранной профессиональной деятельности;

– умение самостоятельно добывать новые для себя физические знания, используя для этого доступные источники информации;

– умение выстраивать конструктивные взаимоотношения в команде по решению общих задач;

– умение управлять своей познавательной деятельностью, проводить самооценку уровня собственного интеллектуального развития.

### **Метапредметные результаты:**

- использование различных видов познавательной деятельности для решения физических задач, применение основных методов познания (наблюдения, описания, измерения, эксперимента) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- использование основных интеллектуальных операций: постановки задачи, формулирования гипотез, анализа и синтеза, сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, поиска аналогов, формулирования выводов для изучения различных сторон физических объектов, явлений и процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере;
- умение генерировать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- умение использовать различные источники для получения физической информации, оценивать ее достоверность;
- умение анализировать и представлять информацию в различных видах;
- умение публично представлять результаты собственного исследования, вести дискуссии, доступно и гармонично сочетая содержание и формы представляемой информации.

### **Предметные результаты:**

- сформированность представлений о роли и месте физики в современной научной картине мира;
- понимание физической сущности наблюдаемых во Вселенной явлений, роли физики в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- владение основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями;
- уверенное использование физической терминологии и символики;
- владение основными методами научного познания, используемыми в физике: наблюдением, описанием, измерением, экспериментом;
- умения обрабатывать результаты измерений, обнаруживать зависимость между физическими величинами, объяснять полученные результаты и делать выводы;
- сформированность умения решать физические задачи;

– сформированность умения применять полученные знания для объяснения условий протекания физических явлений в природе, профессиональной сфере и для принятия практических решений в повседневной жизни;

– сформированность собственной позиции по отношению к физической информации, получаемой из разных источников.



## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

1. Уясните тему и цель лабораторной работы. Внимательно прочтите инструкцию к ней и бланк отчёта о выполнении лабораторной работы. Исходя из прочитанного, составьте план действий, необходимый для достижения поставленных целей.

2. Проверьте свою подготовленность к выполнению работы. Если ответы на поставленные вопросы представляют для вас затруднение, то прочтите материал по учебнику.

3. Проверьте наличие на лабораторном столе необходимого оборудования и материалов.

4. Ознакомившись с описанием лабораторной работы, подумайте, понятны ли вам приёмы осуществления тех или иных операций эксперимента. Если у вас возникают сомнения, проконсультируйтесь у преподавателя. Если вопросов нет, приступайте к работе.

5. Перед началом работы в отчёте о выполнении заполните свои данные.

6. По мере проведения эксперимента и получения определённых данных (показания приборов), заполняйте таблицу. В экспериментальной работе не бывает мелочей. Любые, на первый взгляд малозначительные замечания могут оказаться необходимыми при формулировке выводов.

7. По окончании лабораторной работы оформите её результаты (в виде таблиц, графиков, диаграмм, словесных описаний, вычислений) в бланке отчёта о выполнении лабораторной работы.

8. Сформулируйте выводы на основании результатов проведённого эксперимента и сделайте соответствующую запись.

9. Дайте чёткие, лаконичные ответы на контрольные вопросы

## **ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

*Отчет по лабораторной работе должен содержать следующие разделы:*

1. Название работы.
2. Цель работы (указанная в методической разработке цель работы может быть дополнена учащимся).
3. Оборудование и материалы.
4. Рисунок или схема установки. Особенности подключения приборов, важные для проведения эксперимента.
5. Краткое изложение технологии выполнения работы (Описание процедуры измерений).
6. Таблица результатов измерений и вычислений.
7. Расчеты, измеряемых косвенно величин.
8. Графики (если они необходимы).
9. Оценка погрешностей измерений.
10. Выводы, в соответствии с целью работы.
11. Ответы на вопросы к лабораторной работе.

Содержание лабораторных работ разработки полностью соответствует этой программе, а также учебнику В.Ф. Дмитриевой «Физика для профессий и специальностей технического профиля» (М.: Издательский центр «Академия», 2018г.).

Приборы и принадлежности, рекомендованные для выполнения работ, в основном подобраны из «Перечня типового оборудования кабинета физики». Предполагается, что обучающиеся уже имеют определённые навыки обращения с приборами и материалами, поэтому в описании работ не приводится инструкций по их использованию.

# ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРАВИЛАМ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ В КАБИНЕТЕ ФИЗИКИ

## **I. Общие требования безопасности**

1. Соблюдение требований настоящей инструкции обязательно для всех учащихся, работающих в кабинете физики.
2. Спокойно, не торопясь, соблюдая дисциплину и порядок, входить и выходить из кабинета.
3. Соблюдать требования инструкции по проведению лабораторно-практических работ.
4. Не разрешается присутствие посторонних лиц при проведении этих работ без ведома учителя.
5. Не загромождать проходы портфелями, сумками и т.п.
7. Не передвигать учебные столы и стулья.
8. Не вставлять в электрические розетки какие-либо предметы.
9. Травмоопасность: поражение электротоком, порезы разбившейся стеклянной посудой, ушибы при переноске физических приборов.

## **II. Требования безопасности перед началом занятий**

1. Входить в кабинет после разрешения учителя.
2. Не включать электроосвещение и электроприборы.
3. Не открывать самостоятельно форточки, фрамуги, окна.
4. Подготовить рабочее место и учебные принадлежности к занятиям.
5. Перед выполнением работы изучить по учебнику, или пособию порядок её проведения.
6. Прослушать инструктаж по ТБ труда при выполнении лабораторно-практической работы.
7. Разместить приборы, материалы, оборудование, исключив возможность их падения.

## **III. Требования безопасности во время занятий**

1. Выполнять практические задания только после разрешения учителя.
2. Подготовленный к работе прибор показать учителю.
3. Приступать к работе и каждому её этапу, после указания учителя.
4. Не проводить самостоятельно опытов, не предусмотренных заданиями работы.

5. Не оставлять без присмотра электроприборы.
6. Соблюдать порядок и чистоту на рабочем месте.
7. Не устранять самостоятельно неисправности в оборудовании.
8. Не оставлять рабочее место без разрешения учителя.
9. Не прикасаться к вращающимся под электричеством машин, к корпусам стационарного электрооборудования.
10. Производить переключение в электромашинах после полной остановки их якоря или ротора.

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

1. При получении травм (порезы, ожоги) сообщить учителю или лаборанту.
2. В случае возникновения аварийных ситуаций (пожар, появление сильных посторонних запахов) по указанию учителя, быстро, без паники, покинуть кабинет.
3. При внезапном заболевании, либо плохом самочувствии, сообщить учителю.
4. О разбившейся посуде сообщить учителю, не убирать её самостоятельно.
5. Отключить источник электроэнергии в случае неисправности электрических устройств, сообщить об этом учителю.
6. Проверять напряжение только приборами, собранную цепь включать только после её проверки, и с разрешения учителя.
7. Не прикасаться к элементам цепи, находящимся под напряжением и без изоляции.
8. Пользоваться только исправными штепсельными соединениями, розетками, гнёздами и выключателями с не выступающими контактными поверхностями.

#### **V. Требования безопасности по окончании занятий**

1. Уборку рабочих мест производить по указанию учителя.
2. После лабораторно-практических работ тщательно вымыть руки с мылом.
3. Обо всех неполадках в работе оборудования, электросети и т. д. сообщить учителю.
4. Покинуть, соблюдая порядок и дисциплину, кабинет после разрешения учителя.

# **ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ФИЗИКЕ**

## **1. Общие требования безопасности**

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

1.2. Учащиеся 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 учащихся 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 легко воспламеняющимися и горючими жидкостями.

1.4. Кабинет физики должен быть укомплектован медаптечкой 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. Кабинет физики должен быть оснащен первичными средствами пожаротушения: огнетушителем пенным, огнетушителем углекислотным или порошковым, ящиком с песком и накидкой из огнезащитной ткани.

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

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

1.8. Учащиеся, допустившие невыполнение или нарушение инструкции по охране труда, привлекаются к ответственности со всеми учащимися 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 учителя 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 горячей 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 учителем или лаборантом.

3.9. Не прикасаться к находящимся под напряжением элементам электрической цепи, к корпусам стационарного электрооборудова-

ния, 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 учителю.

4.2. При разливе легковоспламеняющейся жидкости и ее загорании немедленно сообщить об этом учителю 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 учителю, которому 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 учителю приборы, оборудование, материалы и тщательно вымыть руки с мылом.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

### «Исследование движения тела под действием постоянной силы»

Цель работы: получить практическое подтверждение первого закона Ньютона.

Оборудование: 1. гладкая доска, брусок деревянный, набор грузов, динамометр, измерительная линейка, секундомер.

#### Теоретическая справка.

Согласно первому закону Ньютона: под действием постоянной силы ( $F = \text{const}$ ) тело остаётся в покое или движется равномерно и прямолинейно, то есть скорость тела ( $v = \text{const}$ ) остаётся постоянной и по величине, и по направлению.

#### Ход работы.

1. Соберите лабораторную установку (рисунок 1)

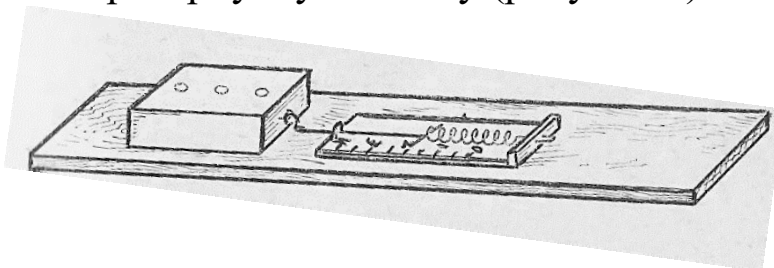


Рисунок 1

2. Меняя массу груза ( $m$ ), прикрепив к нему динамометр, равномерно тяните его вдоль плоскости доски. Измерьте величину силы тяги ( $F$ ).

3. Измерьте пройденный путь за 4 с, обратив внимание на неизменность приложенной силы при каждом опыте.

4. Полученные данные запишите в таблицу 1.

Таблица 1.

№ п/п	$m$ (кг)	$F_0$ (Н)	$F$ (Н)	$v_0$ (м/с)	$s$ (м)	$t$ (с)	$v$ (м/с)
1	0,1	0		0		4	
2	0,2	0		0		4	
3	0,3	0		0		4	



5. Вычислите скорость движения груза по формуле равномер-

ного прямолинейного движения: 
$$v = \frac{s}{t}$$

6. Сделайте проверку правильности выполненных вычислений, используя формулу второго закона Ньютона:

$$F = m\alpha = \frac{m \cdot (v_1 - v_0)}{t_1 - t_0} = \frac{m \cdot v}{t} \Rightarrow v = \frac{F \cdot t}{m}$$

7. Сделайте вывод о проделанной работе.

8. Ответьте на контрольные вопросы.

8.1. Что такое сила? Дайте определение физической величине и перечислите, чем она характеризуется.

8.2. Какие силы действуют на тело (показать схематически):

а) стоящее на горизонтальной плоскости;

б) стоящее на наклонной плоскости.

8.3. Что надо сделать, чтобы тело не скатывалось с наклонной плоскости?

8.4. Какие силы действуют на тело при взвешивании его с помощью динамометра?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2** **«Изучение закона сохранения импульса»**

Цель работы: 1. Опытным путём, опираясь на второй и третий законы Ньютона, убедиться в справедливости закона сохранения импульса.

2. Рассмотреть применение закона сохранения импульса на примере реактивного движения.

Оборудование: Тележка с закреплённым на ней надувным воздушным шариком; Три металлических шарика:  $m_1 = m_2 \neq m_3$ ; Два штатива.

### Теоретическая справка.

1. Импульсом материальной точки или тела называется величина, равная произведению массы точки (тела) на её скорость. 
$$\vec{p} = m\vec{v}$$

2. Второй закон Ньютона. Сила, действующая на тело, равна произведению массы тела на ускорение, которое тело получило в результате воздействия на него данной силы.  $\vec{F} = m \vec{a}$

Наличие ускорения говорит о том, что под действием силы происходит изменение скорости движения тела. Значит, второй закон Ньютона можно записать:  $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$

3. Импульсом силы называют произведение силы на время её действия. Изменение импульса точки равно импульсу силы, действующей на неё.

4. Система тел – это совокупность взаимосвязанных между собой тел. Внутренние силы изменяют импульсы отдельных тел системы, но изменить суммарный импульс системы они не могут. Импульс системы могут изменить только внешние силы, причём изменение импульса системы совпадает по направлению с суммарной внешней силой.

5. Закон сохранения импульса: если сумма внешних сил равна нулю, то импульс системы сохраняется. Иными словами, в инерциальной системе отсчёта суммарный импульс замкнутой системы остаётся постоянным при любых взаимодействиях тел этой системы между собой.

$$\underbrace{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots}_{\text{до}} = \underbrace{m_1 \vec{v}_1^1 + m_2 \vec{v}_2^1 \dots}_{\text{после взаимодействия}}$$

и

### Ход работы.

1. Рассмотрим движущуюся систему «Человек в тележке»: С тележки массой 70 кг, движущейся со скоростью 1м/с, прыгает мальчик массой 50 кг, двигаясь в горизонтальном направлении. Какой станет скорость тележки после прыжка мальчика, если он прыгает со скоростью 4м/с?

Вывод по задаче:

2. Рассмотрим взаимодействие шариков.

а) Шарики одинаковой массы движутся по одной прямой и, после абсолютно неупругого столкновения....

б) шарики одинаковой массы движутся навстречу друг другу и после абсолютно неупругого столкновения...

в) шарики разной массы движутся навстречу друг другу, а после упругого столкновения шарик с меньшей массой ....

Вывод по эксперименту:...

3. Решите задачу. Два шара с массами  $m_1 = 0,5\text{кг}$  и  $m_2 = 0,2\text{кг}$  движутся по гладкой горизонтальной поверхности на встречу друг другу со скоростями  $v_1 = 1\text{м/с}$  и  $v_2 = 4\text{м/с}$ . Найдите их скорость  $v$  после центрального абсолютно неупругого удара.

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

#### «Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости»

Цель работы: 1. Экспериментально сравнить изменения потенциальной энергии тела ( $E_n$ ), поднятого над землёй и кинетической энергии ( $E_k$ ) тела, полученной за счёт этого изменения.

2. Убедиться в том, что тело при движении под действием силы тяжести, сохраняет свою механическую энергию – что соответствует закону сохранения энергии.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр лабораторный с фиксатором, лента измерительная, груз на нити длиной 25 см.

#### Теоретическая справка.

1. Тело массой  $m$ , поднятое на высоту  $h$ , обладает потенциальной энергией  $E_n$ . Потенциальной энергией взаимодействия тел и Земли называют величину, равную произведению массы тела на ускорение свободного падения и на высоту тела над поверхностью Земли:  
 $E_n = mgh$

2. При падении с высоты тело набирает скорость  $v$ , и потенциальная энергия при уменьшении высоты до 0 переходит в кинетическую энергию. Кинетической энергией называют величину, равную половине произведения массы тела на квадрат скорости его движе-

ния:  $E_k = \frac{mv^2}{2}$

3. Закон сохранения и превращения энергии: полная механическая энергия замкнутой системы тел, между которыми действуют только консервативные силы, сохраняется, т.е. не изменяется с течением времени. Энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, она лишь превращается из одного вида в другой.

$$E = E_n + E_k = m \cdot g \cdot h + \frac{mv^2}{2} = const$$

В ситуации падения тела с высоты закон сохранения энергии можно записать следующим образом:  $\frac{mv^2}{2} = m \cdot g \cdot h$ ,

### Ход работы.

Для выполнения работы соберите установку (рисунок 2).

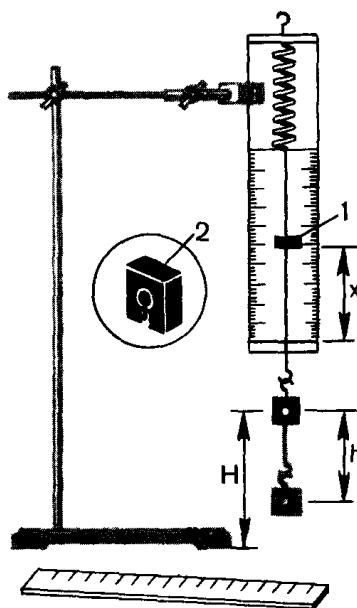


Рисунок 2

Динамометр укрепляется в лапке штативе. Фиксатором 1 показаний динамометра служит пластинка из пробки рис. 2. пластинку из пробки надрезают ножом до середины и насаживают на проволочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с малым трением.

1. Привяжите груз к нити, другой конец привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза  $F_1 = mg$ .

2. Измерьте расстояние  $l$  от крючка динамометра до центра тяжести груза.

3. Поднимите груз до высоты крючка динамометра и отпустите его. Поднимая груз, расслабьте пружину и укрепите фиксатор около ограничительной скобы.

4. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение  $\Delta\ell$  пружины.

5. Растяните рукой пружину до соприкосновения фиксатора с ограничительной скобой и отсчитайте по шкале максимальное значение модуля силы упругости пружины.

Среднее значение силы упругости равно  $\frac{F}{2}$ .

6. Найдите высоту падения груза. Она равна  $h = l + \Delta l$ .

7. Вычислите потенциальную энергию системы в первом положении груза, т.е. перед началом падения, приняв за нулевой уровень значение потенциальной энергии груза в конечном его положении:

$$E' = mgh = F_1(\ell + \Delta\ell).$$

8. В конечном положении груза его потенциальная энергия равна нулю. Потенциальная энергия системы в этом состоянии определяется лишь энергией упруго деформированной пружины:

$$E' = \frac{k\Delta l^2}{2} = \frac{F\Delta l}{2}.$$

Вычислите ее.

9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 2:

Таблица 2

$F_1 = mg$	$\ell$	$\Delta\ell$	$F$	$h = l + \Delta l$	$E' = F_1(\ell + \Delta\ell)$	$E' = \frac{F\Delta l}{2}$

6. Сделать вывод по проделанной работе.

7. Ответить на контрольные вопросы

7.1. Какие системы тел называются консервативными?

7.2. От чего зависит значение кинетической энергии? Может ли она быть отрицательной?

7.3. От чего зависит значение потенциальной энергии. Может ли она быть отрицательной?

7.4. Какая энергия используется в пневматических тормозных системах автобусов, трамваев и других транспортных средств?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### «Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела»

**Цель:** на опыте убедиться в справедливости теоремы о кинетической энергии, исследуя работу силы упругости.

**Оборудование:** 2 штатива лабораторных с муфтами и лапками, динамометр, шар, нитки, линейка, весы с разновесами (рисунок 3).

Подготовительные вопросы:

1. Какие тела обладают кинетической энергией?
2. От чего зависит кинетическая энергия тела?
3. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии тела

### Ход работы:

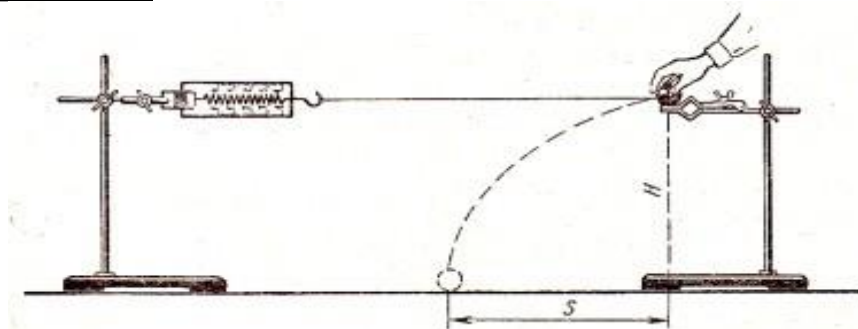


Рисунок 3

1. Соберите установку по рисунку 3, укрепите горизонтально в лапке 1 штатива динамометр и лапку для шара на втором штативе на высоте  $h = 40$  см от поверхности стола

2. Определите массу шара с помощью рычажных весов.

3. К шару привяжите нить длиной 60-80 см. Закрепите шар в лапке 2-го штатива, зацепив нить за крючок динамометра 1-го штатива.

4. 2-й штатив вместе с шаром расположите от 1-го штатива на таком расстоянии, чтобы на шар действовала сила упругости  $F_{упр} = 2$  Н (показания динамометра).

5. Отпустите шар с лапки и отметьте место его падения на столе. Опыт повторите 2-3 раза и определите среднее значение дальности полёта шара  $s$ .

6. Определите модуль скорости шара, приобретённой под действием силы упругости, используя формулы:  $v = \frac{s\sqrt{g}}{\sqrt{2h}}$

7. Под действием силы упругости шар приобретает скорость  $v$ , а его кинетическая энергия изменяется от 0 до  $mv^2/2$ , тогда для вычисления изменения кинетической энергии воспользуемся формулой:

$$\Delta E_k = \frac{mgs^2}{4h}$$

8. Сила упругости во время действия на шар изменяется линейно от  $F_{упр1} = 2 \text{ Н}$  до  $F_{упр2} = 0 \text{ Н}$ . среднее значение силы упругости равно:

$$F_{упр ср} = \frac{F_{упр1}}{2}$$

9. Измерьте деформацию пружины динамометра  $x$  при силе упругости 2 Н.

10. Вычислим работу  $A$  силы упругости, используя формулу:  $A = F_{упр ср} \cdot x$

11. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 3:

Таблица 3

$m, \text{ кг}$	$h, \text{ м}$	$s, \text{ м}$	$\Delta E_k,$ $\text{ Дж}$	$F_{упр. ср},$ $\text{ Н}$	$x, \text{ м}$	$A, \text{ Дж}$

#### Контрольные вопросы

1. Каким выражением определяется потенциальная энергия деформированной пружины?

2. Каким выражением определяется кинетическая энергия тела?

3. При каких условиях выполняется закон сохранения механической энергии?

**ВЫВОД:** (сравните полученные значения работы  $A$  силы упругости и изменения кинетической энергии  $\Delta E_k$  шара).

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

#### «Изучение законов сохранения на примере удара шаров»

Цель работы: проверка на практике законов сохранения энергии и импульса на примере упругого и неупругого соударения тел.

Оборудование: штатив с двумя подвесами, набор шаров, масштабная линейка

### Теоретическая справка.

1. Векторная величина, равная произведению массы материальной точки на ее скорость, и имеющая направление скорости, называется **импульсом**, или **количеством движения**, этой материальной точки:  $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$

**Закон сохранения импульса:** Импульс замкнутой механической системы не меняется с течением времени (сохраняется) при любых взаимодействиях материальных точек системы между собой.

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$$

**Закон сохранения энергии:** в системе тел, между которыми действуют только консервативные силы, полная механическая энергия сохраняется, т.е. не меняется со временем  $E = E_k + E_p$ .

### Ход работы:

1. Соберите установку (рисунок 4).

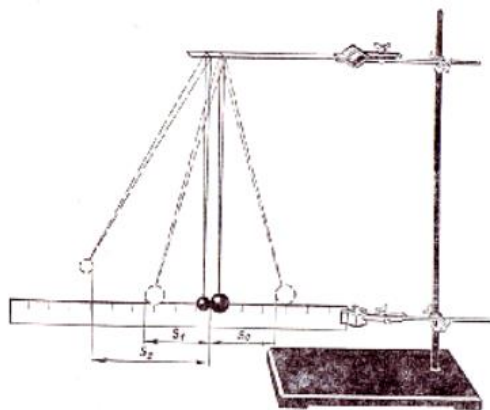


Рисунок 4

2. Определите массу шаров на весах и измерьте длину их подвеса.
3. Отведите большой шар на 5-7см ( $s_0$ ) в сторону и отпустите его, произведя прямой удар по другому шару. Заметьте максимальные отклонения шаров после удара  $s_1$  и  $s_2$ .
4. Определите скорости шаров до и после удара:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{2gh}$$

5. Высоту подъема шара определите по максимальному отклонению  $s$  от положения равновесия (см. рисунок 5).



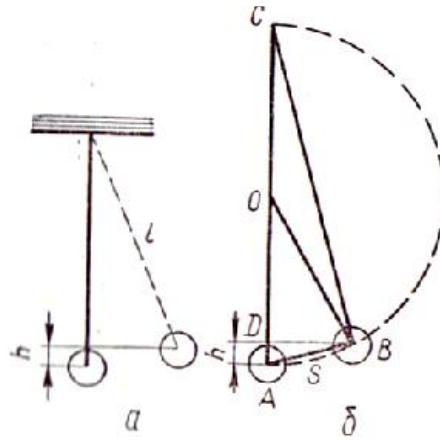


Рисунок 5

$$AB^2 = AC \cdot AD \quad S^2 = 2lh; \quad h = \frac{s^2}{2l}$$

Тогда скорости шаров:  $v_{01} = s_0 \cdot \sqrt{gl}$ ;  $v_1 = s_1 \cdot \sqrt{gl}$ ;  $v_2 = s_2 \cdot \sqrt{gl}$

6. Вычислите импульсы шаров до и после взаимодействия.

7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 4:

Таблица 4

$m_1,$ кг	$m_2,$ кг	$h,$ м	$t,$ с	$l,$ м	$v_{01},$ м/с	$v_1,$ м/с	$v_2,$ м/с	$p_{01},$ кг·м/с	$p_1,$ кг·м/с	$p_2,$ кг·м/с

Проверьте выполнение закона сохранения импульса при упругом ударе.

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$$

### Контрольные вопросы:

1. Что называют импульсом тела?
2. Сформулируйте закон сохранения импульса
3. При каких условиях выполняется закон сохранения импульса?
4. Математическая запись закон сохранения импульса.

Сделайте вывод.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 «Изучение особенностей силы трения (скольжения)»

Цель работы: измерить коэффициент трения скольжения дерева по дереву.

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

### Теоретическая справка.

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 формуле  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$ . В данном случае сила нормального давления  $N$  равна весу  $P$  бруска с грузом.

### Ход работы

1. Определите с помощью динамометра вес бруска  $P_{\text{бр}}$  и запишите в приведённую ниже таблицу 5.

Таблица 5

№ опыта	$P_{\text{бр}}, \text{Н}$	$P_{\text{гр}}, \text{Н}$	$N, \text{Н}$	$F_{\text{тр}}, \text{Н}$

2. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз. (рисунок 6)

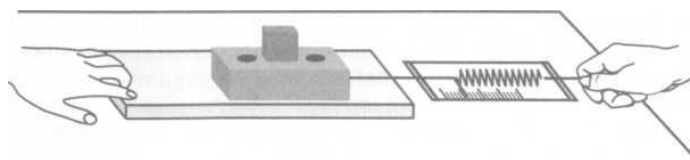


Рисунок 6

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 гру-

за. Записывайте каждый раз в таблицу 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.

7. Вычислите коэффициент трения по формуле  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$  используя результаты, полученные в пункте 3 (они обеспечивают наибольшую точность), и запишите его значение.

8. Запишите вывод.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 «Измерение влажности воздуха»

Цель: измерить относительную влажность воздуха при помощи термометра, психрометра.

Оборудование: термометр лабораторный (до 1000С), кусочек марли или ваты, сосуд с водой комнатной температуры, психрометр, психрометрическая таблица.

### Подготовительные вопросы:

1. Что называют относительной влажностью воздуха?
2. Как рассчитать относительную влажность воздуха?
3. С помощью каких приборов определяют влажность воздуха?

### Ход работы:

1. Измерьте температуру воздуха в классе:  $t_{\text{сух}}$

2. Смочите кусочек марли или ваты в стакане с водой и оберните им резервуар термометра. Подержите влажный термометр некоторое время в воздухе. Как только понижение температуры прекратится, запишите его показания:  $t_{\text{вл}}$

3. Найдите разность температур «сухого» и «влажного» термометров и с помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха в классе.

4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу 6:

Таблица 6

$t_{\text{сух}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$\varphi, \%$

Работа с психрометром:

А) Изучить устройство психрометра и принцип его действия.

Б) Проверить наличие воды в резервуаре и при необходимости долить ее.

В) Снять показания сухого и смоченного термометров и определить разность их показаний.

Г) Пользуясь психрометрической таблицей, определить относительную влажность воздуха. Результаты измерений занести в таблицу. Изучите устройство и принцип действия конденсационного гигрометра.

Сделайте вывод

Контрольные вопросы:

1. Какой пар называется насыщенным? Что такое динамическое равновесие; точка росы?

2. Почему показания смоченного термометра меньше, чем сухого?

3. Сухой и влажный термометры психрометра показывают одинаковую температуру. Какова относительная влажность воздуха?

4. В каком случае температура «влажного» термометра будет равна температуре «сухого»?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

### «Измерение поверхностного натяжения жидкости»

Цель работы: убедиться в существовании поверхностного натяжения жидкости и исследовать зависимость поверхностного натяжения жидкости от природы граничащих сред.

Оборудование: 1) три кристаллизатора; 2) сосуд с дистиллированной водой; 3) мыльный раствор воды; 4) раствор сахара в воде; 5) две чистые пипетки; 6) две тонкие лучинки (спички «без головок»); 7) пробирка с крошками пробками.

### Подготовительные вопросы:

1. Какими свойствами обладает поверхностный слой жидкости?

2. Что называется поверхностным натяжением жидкости?

3. Какую форму принимают капли жидкости в условиях невесомости? Почему?

### **Ход работы:**

1. Налейте в один из кристаллизаторов дистиллированную воду. На её поверхность насыпьте крошки натёртой пробки так, чтобы они ровным слоем покрыли поверхность. С помощью чистой пипетки введите на середину поверхности воды небольшую каплю мыльного раствора. Как при этом ведут себя частички пробки?

2. Налейте во второй кристаллизатор дистиллированную воду. На середину её поверхности положите небольшую лучину. С помощью пипетки введите вблизи лучинки раствор мыла. Как при этом поведёт себя лучинка?

3. Налейте в третий кристаллизатор дистиллированную воду. На середину её поверхности положите небольшую лучину. С помощью чистой пипетки введите вблизи лучинки раствор сахара. Как при этом поведёт себя лучинка?

Сделайте вывод.

Контрольные вопросы:

1. Как изменится сила поверхностного натяжения воды при растворении в ней мыла? Где это используется?

2. Как изменится сила поверхностного натяжения воды при растворении в ней сахара?

3. Почему поверхностное натяжение зависит от рода жидкости?

4. Почему и как поверхностное натяжение зависит от температуры?

5. Что называют капилляром? Привести примеры.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №9**

### **«Изучение особенностей теплового расширения воды»**

**Цель:** изучить на практике особенности теплового расширения воды;

**Оборудование:** 1 Штатив с лапкой и муфтой.

2. Спиртовка со спиртом.

3. Пробирка с пробкой и стеклянной трубкой.

4. стакан с водой.

5. Спички, термометр, стакан с холодной водой, чайник с горячей водой (один на всех).

### Теоретическая справка

Жидкости расширяются значительно сильнее твердых тел. Они также расширяются во всех направлениях. Вследствие большой подвижности молекул жидкость принимает форму сосуда, в котором она находится, причем следует учитывать и тепловое расширение сосуда. Расширение жидкости в трубках также представляет собой объемное расширение.

Следовательно, верны формулы объемного расширения:

$$\Delta V = V_1 \beta \Delta t; \quad V_2 = V_1(1 + \beta \Delta t)$$

**Коэффициент объемного расширения  $\beta$**  равен отношению относительного объемного расширения  $\Delta V/V_1$  к разности температур  $\Delta t$ :

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta t}$$

**При увеличении объёма тел уменьшается их плотность:**  
 $\rho = \rho_0 / (1 + \beta \cdot \Delta t)$ , где  $V$  и  $V_0$  - объёмы, а  $\rho$  и  $\rho_0$  - плотности соответственно при температурах  $t$  и  $t_0$ .

### Ход работы:

1. Для наблюдения расширения жидкости пробирку, наполненную водой и плотно закрытую пробкой с трубкой, зажать в лапке штатива и подставить под нее спиртовку (или опустить в горячую воду). **Осторожно!**

2. Зажечь спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали? Почему уровень сначала опустился?

3. Убрать спиртовку, наблюдать за изменением уровня воды в трубке. Что наблюдали?

4. В одинаковые колбы нальем: в одну — воду, а в другую — такой же объем спирта. Колбы закроем пробками с трубками. Начальные уровни воды и спирта в трубках отметим резиновыми кольцами. Поставим колбы в емкость с горячей водой. Уровень воды в трубках станет выше. Вода и спирт при нагревании расширяются. Но уровень в трубке колбы со спиртом выше. Значит, спирт расширяется больше. Следовательно, **тепловое расширение разных жидкостей**, как и твердых веществ, **неодинаково**.

5. Определить плотность спирта в жидкостном термометре при нагревании.

6. Решите задачи:

А) Какой объём имеет нефть при  $0^{\circ}\text{C}$ , если при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  её объём равен  $65\text{м}^3$ ?

Б) Масса 1л спирта при  $0^{\circ}\text{C}$  равна 0,8кг. Определите плотность спирта при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ .

Сделайте вывод.

### **Контрольные вопросы:**

1. Что называют тепловым расширением тел?
2. Приведите примеры теплового расширения жидкостей, газов.
3. Что такое коэффициент объёмного расширения?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10**

### **«Наблюдение процесса кристаллизации»**

Цель работы: изучение кристаллических тел.

Приборы и материалы: вода; стеклянный сосуд; соль (поваренная, медный купорос или другая); нитка; карандаш или другой похожий предмет.

#### **Теоретическая справка**

Твердые тела сохраняют не только свой объём, как жидкости, но и форму. Они находятся преимущественно в кристаллическом состоянии.

**Кристаллы** — это твердые тела, атомы или молекулы которых занимают определенные, упорядоченные положения в пространстве. Поэтому кристаллы имеют плоские грани. Например, крупинка обычной поваренной соли имеет плоские грани, составляющие друг с другом прямые углы. Это можно заметить, рассматривая соль с помощью лупы. А как геометрически правильна форма снежинки! В ней также отражена геометрическая правильность внутреннего строения кристаллического твердого тела — льда.

Форма кристаллов различных веществ неодинакова. Но кристаллы одного и того же вещества могут быть различного цвета. Например, кристаллы кварца бывают бесцветными, золотистыми, розовыми, бледно-сиреневыми. В зависимости от цвета, им дают разные названия. Кристаллы кварца, например, могут называться горным хрусталем, дымчатым горным хрусталем, аметистом. С точки зрения ювелира многие кристаллы одного и того же вещества могут отличаться принципиальным образом. С точки зрения физика различия

между ними вообще может не существовать, поскольку подавляющее количество свойств разноцветных кристаллов одного и того же вещества одинаково.

Зависимость физических свойств от направления внутри кристалла называют **анизотропией**. Анизотропия кристаллов тесно связана с их симметрией. Чем ниже симметрия кристалла, тем ярче выражена анизотропия.

Все кристаллические тела анизотропны.

→ различная механическая прочность кристаллов

→ тепло и электропроводность кристаллов

→ оптические свойства кристаллов

Пример 1, кусок слюды легко расслаивается в одном из направлений на тонкие пластинки, но разорвать его в направлении, перпендикулярном пластинкам, гораздо труднее. Пример 2, так же легко расслаивается в одном направлении кристалл графита. Когда вы пишете карандашом, такое расслоение происходит непрерывно и тонкие слои графита остаются на бумаге. Это происходит потому, что кристаллическая решетка графита имеет слоистую структуру. Слои образованы рядом параллельных сеток, состоящих из атомов углерода (рис.). Атомы располагаются в вершинах правильных шестиугольников. Расстояние между слоями сравнительно велико — примерно в 2 раза больше, чем длина стороны шестиугольника, поэтому связи между слоями менее прочны, чем связи внутри них.

Твердое тело, состоящее из большого числа маленьких кристалликов, называют **поликристаллическим**. Одиночные кристаллы называют **монокристаллами**.

Если взять сравнительно большой кусок металла, то на первый взгляд его кристаллическое строение никак не проявляется ни во внешнем виде этого куска, ни в его физических свойствах. Металлы в обычном состоянии не обнаруживают анизотропии. Дело здесь в том, что обычно металл состоит из огромного количества сросшихся друг с другом маленьких кристалликов. Под микроскопом или даже с помощью лупы их нетрудно рассмотреть, особенно на свежем изломе металла. Свойства каждого кристаллика зависят от направления, но кристаллики ориентированы по отношению друг к другу беспорядочно. В результате в объеме, значительно превышающем объем отдельных кристалликов, все направления внутри металлов равноправны и свойства металлов одинаковы по всем направлениям.



Соблюдая большие предосторожности, можно вырастить металлический кристалл больших размеров — монокристалл.

В обычных условиях поликристаллическое тело образуется в результате того, что начавшийся рост многих кристаллов продолжается до тех пор, пока они не приходят в соприкосновение друг с другом, образуя единое тело.

Пример, к поликристаллам относятся металлы, кусок сахара.

Большинство кристаллических тел — поликристаллы, так как они состоят из множества сросшихся кристаллов. Одиночные кристаллы — монокристаллы имеют правильную геометрическую форму, и их свойства различны по разным направлениям (анизотропия).

Не все твердые тела — кристаллы. Существует множество аморфных тел.

**Аморфные тела** – тела, у которых нет строгого порядка в расположении атомов. Только ближайšie атомы-соседи располагаются в некотором порядке. Но строгой повторяемости по всем направлениям одного и того же элемента структуры, которая характерна для кристаллов, в аморфных телах нет.

Пример, к аморфным телам относятся стекло, смола, канифоль, сахарный леденец и др.

### **Свойства аморфных тел:**

- по расположению атомов и по их поведению аморфные тела аналогичны жидкостям. Часто одно и то же вещество может находиться как в кристаллическом, так и в аморфном состоянии. Например, кварц  $\text{SiO}_2$  может быть, как в кристаллической, так и в аморфной форме (кремнезем). Кристаллическую форму кварца схематически можно представить в виде решетки из правильных шестиугольников. Аморфная структура кварца также имеет вид решетки, но неправильной формы. Наряду с шестиугольниками в ней встречаются пяти- и семиугольники.

- все аморфные тела **изотропны**, т. е. их физические свойства одинаковы по всем направлениям.

- при внешних воздействиях аморфные тела обнаруживают одновременно упругие свойства, подобно твердым телам, и текучесть, подобно жидкости.

Пример, так, при кратковременных воздействиях (ударах) они ведут себя как твердые тела и при сильном ударе раскалываются на

куски. Но при очень продолжительном воздействии аморфные тела текут. В этом вы можете убедиться сами, если запасетесь терпением. Проследите за куском смолы, который лежит на твердой поверхности. Постепенно смола по ней растекается, и, чем выше температура смолы, тем быстрее это происходит.

- атомы или молекулы аморфных тел, подобно молекулам жидкости, имеют определенное время «оседлой жизни» — время колебаний около положения равновесия. Но в отличие от жидкостей это время у них весьма велико.

Пример, так, для вара при  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$  время «оседлой жизни» примерно 0,1 с. В этом отношении аморфные тела близки к кристаллическим, так как перескоки атомов из одного положения равновесия в другое происходят сравнительно редко.

- аморфные тела при низких температурах по своим свойствам напоминают твердые тела. Текучестью они почти не обладают, но по мере повышения температуры постепенно размягчаются и их свойства все более и более приближаются к свойствам жидкостей. Это происходит потому, что с ростом температуры постепенно учащаются перескоки атомов из одного положения равновесия в другое.

- определенной температуры плавления у аморфных тел, в отличие от кристаллических, нет.

Вещества, обладающие одновременно основными свойствами кристалла и жидкости, а именно анизотропией и текучестью называются **жидкокристаллическими**. Жидкими кристаллами являются в основном органические вещества, молекулы которых имеют длинную нитевидную форму или форму плоских пластин.

### **Ход работы:**

1. Заранее приготовьте кристаллик выбранной соли. Это будет наша затравка. Можно использовать самую обыкновенную поваренную соль NaCl, тогда получатся бесцветные кристаллы, но существуют и другие соли, которые имеют цвет. Так, например, из медного купороса вырастают красивые синие кристаллы. Привяжите его к нитке, нитку закрепите на карандаше (подойдет и ручка, стержень, что-то другое т.п.), так, чтобы при расположении его на краю стакана, кристаллик на нитке висел в центре стакана (рисунок 7).

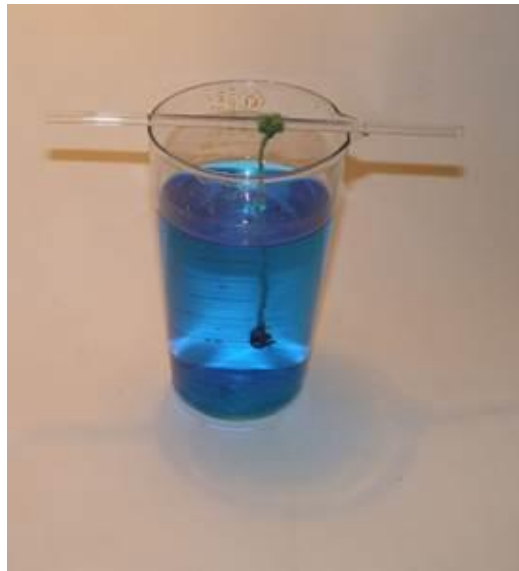


Рисунок 7

2. Наполните стеклянную банку водой. Добавьте в неё немного выбранной соли. Перемешайте состав, чтобы вся соль растворилась. Добавьте ещё немного соли, также добейтесь её полного растворения. Проводите эту операцию до тех пор, пока соль не перестанет растворяться, т.е. пока на дне банки не появится осадок из кристалликов соли.

3. После этого вам необходимо немного нагреть полученный раствор. Для этого поставьте банку в теплую воду. Продолжайте помешивание. Когда банка нагреется, осадок растворится в воде.

4. Для большей надёжности избавьтесь от остатков осадка путём переливания раствора в новую банку.

5. Поставьте банку с раствором в спокойное место с комнатной температурой, в котором на него не будут влиять внешние воздействия. Теперь всё готово для того, чтобы погрузить в раствор наш кристаллик-затравку. Сделайте это. Зафиксируйте карандаш на краю банки. Накройте банку листом бумаги.

6. Теперь вам необходимо ждать. Раз в неделю рекомендуется обновлять раствор по той же схеме, как описано выше. В остальное время банку с раствором трогать не стоит.

Для того, чтобы ускорить процесс роста кристалла необходимо:

1. Через несколько дней достать увеличившийся кристалл из раствора.

2. Приготовьте насыщенный раствор соли заново и опустить в новый раствор увеличившийся кристалл

Спустя некоторое время вы заметите, как ваш кристалл увеличивается в размерах (рисунок 8).



Рисунок 8

### **Контрольные вопросы:**

1. Дать определение кристалла?
2. На какие виды делятся кристаллические тела?
3. Сформулируйте определение поликристаллических тел.
4. Сформулируйте определение монокристалла.
5. Что называют аморфными телами?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №11** **«Изучение деформации растяжения»**

**Цель работы:** научиться, экспериментально, определять модуль упругости резины (модуль Юнга) методом деформации резинового шнура.

**Оборудование:** Штатив с зажимом; Резиновый шнур; Два-три груза известной массы; Измерительная линейка.

### **Теоретическая справка.**

**Закон Гука:** при малых деформациях механическое напряжение  $\sigma$  прямо пропорционально относительному удлинению  $\varepsilon$ .  $\sigma = E \cdot |\varepsilon|$ , где  $E$  – модуль упругости или модуль Юнга.

Механическое напряжение:  $\sigma = \frac{F}{S}$

Относительное удлинение:  $\varepsilon = \frac{|\Delta l|}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$

Подставив эти значения в закон Гука, мы получим:

$$\frac{F}{S} = E \frac{\ell - \ell_0}{\ell_0} \Rightarrow E = \frac{F \cdot \ell_0}{S \cdot (\ell - \ell_0)}$$

### **Ход работы:**

1. Подготовить таблицу 7 для записи измерений и вычислений.

Таблица 7

№ п/п	Площадь поперечного сечения шнура (м <sup>2</sup> )	Расстояние между метками $\ell_0$ (м)	Расстояние после деформации $\ell$ (м)	Деформирующая нагрузка F (Н)	Модуль упругости E (Н/м <sup>2</sup> )
1.					
2.					

2. Собрать экспериментальную установку:

3. Нанести карандашом метки А и В на резиновом шнуре, на расстоянии  $\ell_0$

4. Подвесить деформационную нагрузку к резиновому шнуру, закреплённому на штативе.

5. Измерить расстояние  $\ell$  между штрихами А и В в растянутом состоянии и определить нагрузку F.

6. Вычислить модуль Юнга (модуль упругости) по формуле:

$$E = \frac{F \cdot \ell_0}{S \cdot (\ell - \ell_0)} = \frac{F \cdot \ell_0}{\frac{\pi D^2}{4} \cdot (\ell - \ell_0)}$$

7. Записать все результаты измерений и вычислений в таблицу.

8. Повторить опыт с другой нагрузкой  $F_2$  и вычислить  $E_2$ .

9. Определить среднее значение модуля упругости  $E_{\text{ср.}}$ :

$$E_{\text{ср.}} = \frac{E_1 + E_2}{2}$$

10. Определить погрешность измерений и вычислений:

– абсолютная:  $\Delta E = |E_{\text{ср.}} - E|$

– относительная:  $\delta = \frac{\Delta E}{E}$

11. Сделать вывод о проделанной работе. Как модуль упругости характеризует сопротивляемость материала?

12. Ответить на контрольные вопросы.

- 12.1 Что такое деформация?
- 12.2 Какую деформацию называют упругой?
- 12.3 Какие существуют виды упругих деформаций?
- 12.4 Что называют механическим напряжением? (Определение, формула, ед.изм.)

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №12

### «Изучение теплового расширения твердых тел»

Цель работы: пронаблюдать на практике тепловое расширение твёрдых тел, научиться производить расчеты линейных и объемных изменений твердых тел при изменении их температуры; учиться применять полученные теоретические знания к решению практических задач и объяснять механизм теплового расширения тел на основе молекулярно-кинетической теории.

Оборудование:

1. Стержень алюминиевый.
2. Деревянный брусок.
3. Булавка с большой головкой и насаженной бумажной стрелкой.
4. Штатив с лапкой и муфтой.
5. Спиртовка со спиртом.
6. монетка, дощечка с 2-мя гвоздями.

Теоретическая справка.

Тепловым расширением называется увеличение линейных размеров тела и его объема, происходящие при повышении температуры.

Расширение твердого тела вдоль одного его измерения называется **линейным**.

Величина, показывающая, на какую долю начальной длины, взятой при  $0^{\circ}\text{C}$ , увеличивается длина тела от нагревания его на  $1^{\circ}\text{C}$ , называется **коэффициентом линейного расширения** и обозначается через  $\alpha$ . 
$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 \Delta t}$$

Увеличение объема тел при нагревании называется **объемным расширением**. Объемное расширение характеризуется коэффициентом объемного расширения и обозначается через  $\beta$ . 
$$\beta = \frac{V - V_0}{V_0 \Delta t}$$

**Коэффициент объемного расширения твердого тела равен утроенному коэффициенту линейного расширения, т.е  $\beta = 3\alpha$ .**

### **Ход работы:**

1. Для наблюдения расширения твердых тел, закрепить один конец стержня в лапку штатива, а другой конец плотно прижать сверху к булавке, положенной на деревянный брусок

2. Зажечь спиртовку, поднести к стержню и наблюдать за поведением стрелки. Что наблюдали?

3. Убрать спиртовку, снова наблюдать за поведением стрелки. Что наблюдали?

4. Провести наблюдение с холодной и нагретой монеткой.

**Осторожно!**

Расчётные задания:

1. Длина медной проволоки при нагревании от  $0^{\circ}$  до  $100^{\circ}$  увеличилась на 0,17м. Определите температурные коэффициенты линейного и объёмного расширения меди, если первоначальная длина проволоки 100м.

2. Стальной стержень при температуре  $0^{\circ}$  имеет длину 0,2 м. При какой температуре его длина будет 0,213м?

Контрольные вопросы:

1. Что происходит с телами при охлаждении и расширении?

2. Почему тела расширяются? Что изменяется у тела в процессе расширения?

3. Когда балалайку вынесли из теплого помещения на мороз, ее стальные струны стали более натянуты. Какой вывод можно сделать о различии в тепловом расширении стали и дерева?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №13**

### **«Изучение закона Ома для участка цепи, последовательного и параллельного соединения проводников»**

**Цель работы:** установить на опыте зависимость силы тока от напряжения и сопротивления. Экспериментальная проверка законов последовательного и параллельного соединений проводников:

Оборудование: амперметр лабораторный, вольтметр лабораторный, источник питания, набор из трёх резисторов сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом, 4 Ом, реостат, ключ замыкания тока, соединительные провода.

### Теоретическая справка.

**Электрический ток** - упорядоченное движение заряженных частиц. Количественной мерой электрического тока служит **сила тока**.

**Сила тока** – скалярная физическая величина, равная отношению заряда  $q$ , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени  $t$ , к этому интервалу времени:  $I = \frac{q}{t}$

В Международной системе единиц СИ сила тока измеряется в **амперах [А]**. [1А=1Кл/1с]

Прибор для измерения силы тока **Амперметр**. Включается в цепь **последовательно**

**Напряжение** – это физическая величина, характеризующая действие электрического поля на заряженные частицы, численно равно работе электрического поля по перемещению заряда из точки с потенциалом  $\varphi_1$  в точку с потенциалом  $\varphi_2$ :  $U = \frac{A}{q}$  Единица напряжения – Вольт [В] [1В=1Дж/1Кл]

Прибор для измерения напряжения – **Вольтметр**. Подключается в цепь параллельно тому участку цепи, на котором измеряется разность потенциалов.

Величина, характеризующая противодействие электрическому току в проводнике, которое обусловлено внутренним строением проводника и хаотическим движением его частиц, называется **электрическим сопротивлением проводника**. Электрическое сопротивление проводника зависит от **размеров и формы проводника** и от **материала**, из которого изготовлен проводник.  $R = \frac{\rho l}{S}$

**Графическая зависимость** силы тока  $I$  от напряжения  $U$  - **вольт-амперная характеристика**

**Закон Ома для участка цепи**: **сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника**.  $I = \frac{U}{R}$



### Ход работы.

Для выполнения работы соберите электрическую цепь из источника тока, амперметра, реостата, проволочного резистора сопротивлением 2 Ом и ключа. Параллельно проволочному резистору присоедините вольтметр (см. схему на рисунке 9).

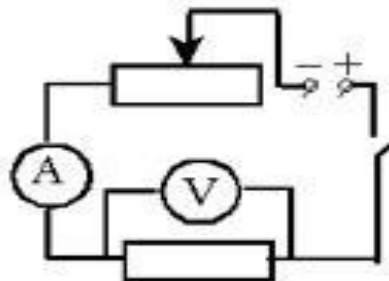


Рисунок 9

**Опыт 1.** *Исследование зависимости силы тока от напряжения на данном участке цепи.* Включите ток. При помощи реостата доведите напряжение на зажимах проволочного резистора до 1 В, затем до 2 В и до 3 В. Каждый раз при этом измеряйте силу тока и результаты записывайте в таблицу 8.

Таблица 8

Напряжение, В			
Сила тока, А			

По данным опытов постройте график зависимости силы тока от напряжения. Сделайте вывод.

**Опыт 2.** *Исследование зависимости силы тока от сопротивления участка цепи при постоянном напряжении на его концах.* Включите в цепь по той же схеме проволочный резистор сначала сопротивлением 1 Ом, затем 2 Ом и 4 Ом. При помощи реостата устанавливайте на концах участка каждый раз одно и то же напряжение, например, 2 В. Измеряйте при этом силу тока, результаты записывайте в таблицу 9.

Таблица 9

Сопротивление участка, Ом			
Сила тока, А			

По данным опытов постройте график зависимости силы тока от сопротивления. Сделайте вывод.

# 1. Изучение последовательного и параллельного соединений проводников

## 1 часть: изучение последовательного соединения

1. Заполните пропуски в формулах последовательного соединения

$$U=U_1 \dots U_2 \quad R=R_1 \dots R_2 \quad \frac{U_1}{\dots} = \frac{\dots}{R_2}$$

2 Соберите цепь для изучения последовательного соединения по схеме (рисунок 10):

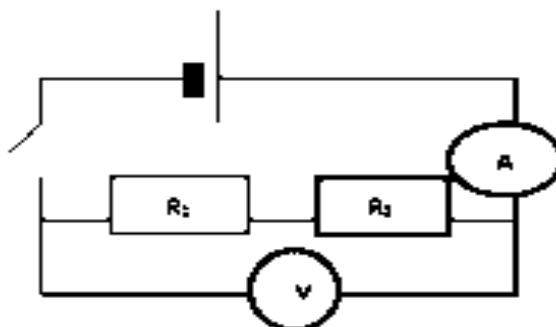


Рисунок 10

3 Измерьте силу тока. Поочерёдно включая вольтметр к первому резистору, ко второму резистору и ко всему участку, измерьте напряжение. Результаты измерений занесите в таблицу 10.

Таблица 10

I, A	U <sub>1</sub> В	U <sub>2</sub> В	U В	R <sub>1</sub> Ом	R <sub>2</sub> Ом	R Ом

4 Вычислите сопротивления и занесите результаты в таблицу 9

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \dots \text{Ом} \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \dots \text{Ом} \quad R = \frac{U}{I} = \dots \text{Ом}$$

5 Проверьте формулы (см пункт 1) последовательного соединения по данным таблицы

6 Посмотрите на резисторы и запишите:  $R_1 = \dots \text{Ом}$   
 $R_2 = \dots \text{Ом}$

7 Вычислите рассчитанное сопротивление при последовательном соединении  $R = R_1 + R_2 = \dots \text{Ом}$

8 Сравните измеренное и рассчитанное сопротивления при последовательном соединении

## **2 часть: Изучение параллельного соединения**

1. Заполните пропуски в формулах параллельного соединения

$$I = I_1 + \dots + I_2 \quad \frac{1}{R} = \frac{1}{\dots} + \dots + \frac{1}{R_2} \quad \dots = \frac{R_1}{\dots}$$

2. Соберите цепь для изучения параллельного соединения (рисунок 11)

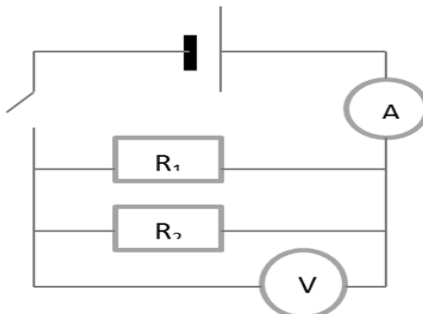


Рисунок 11

3. Замкните цепь и измерьте силу тока и напряжение на участке при параллельном соединении

Запишите:  $I = \dots\dots\dots A$        $U = \dots\dots\dots V$

4. Пользуясь измеренными данными вычислите сопротивление участка при параллельном соединении

$$R = \frac{U}{I} = \dots\dots\dots \text{Ом} \quad (\text{измеренное сопротивление})$$

5. Посмотрите на резисторы и запишите:

$$R_1 = \dots\dots\dots \text{Ом} \quad R_2 = \dots\dots\dots \text{Ом}$$

6. Вычислите по формуле (см пункт 1) сопротивление при параллельном соединении

$$\frac{1}{R} = \dots\dots\dots \text{Ом} \quad (\text{рассчитанное сопротивление})$$

7. Сравните рассчитанное и измеренное сопротивления при параллельном соединении

### **Контрольный вопрос**

Как соединяются потребители электроэнергии в квартирах? Почему?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №14** **«Изучение закона Ома для полной цепи»**

Цель: установление зависимости силы тока от внешнего сопротивления, определить КПД электрической цепи.

Оборудование: источник питания, проволочный резистор, амперметр, ключ, вольтметр, соединительные провода.

### Теоретическая справка.

**Закон Ома для полной цепи - сила тока прямо пропорциональна ЭДС цепи, и обратно пропорциональна сумме сопротивлений источника и цепи, где  $\varepsilon$  – ЭДС,  $R$ - сопротивление цепи,  $r$  – внутреннее сопротивление источника.**

$$I = \frac{E}{r + R}$$

Формулу закона Ома для полной цепи можно представить в другом виде. А именно: ЭДС источника цепи равна сумме падений напряжения на источнике и на внешней цепи.

$$E = Ir + IR = U_r + U_R$$

**Электродвижущей силой (ЭДС) источника тока называют работу, которая требуется для перемещения единичного заряда между его полюсами.**

$$E = \frac{A}{q}$$

**КПД электрической цепи — это отношение полезного тепла к полному:**

$$\eta = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{полн}}} = \frac{I^2 R t}{I^2 (R + r)t} = \frac{R}{R + r}$$

### Ход работы:

1) Начертите в тетради схему работы (рисунок 12).

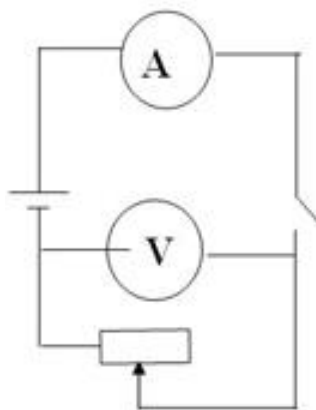


Рисунок 12

2) При разомкнутой цепи вольтметр, подключенный к полюсам источника показывает значение ЭДС источника  $\varepsilon =$

3) При замыкании ключа снимите показания силы тока в цепи  $I =$  и напряжения на полюсах источника  $U =$  .

4) Вычислите сопротивление цепи:  $R = \frac{U}{I}$

5) Используя закон Ома для полной цепи

$$I = \frac{E}{R + r},$$

определите внутреннее сопротивление источника тока:

$$r = \frac{E - U}{I} =$$

6) Вычислите КПД электрической цепи по формуле:

$$\eta = \frac{Q_{\text{полезн}}}{Q_{\text{полн}}} = \frac{R}{R + r}$$

7) Сделать вывод по работе.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №15

### «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

Цель работы: измерить ЭДС и внутренне сопротивление источника тока.

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

#### Ход работы.

Схема электрической цепи, которую используют в этой лабораторной работе, показана на рисунке 13.

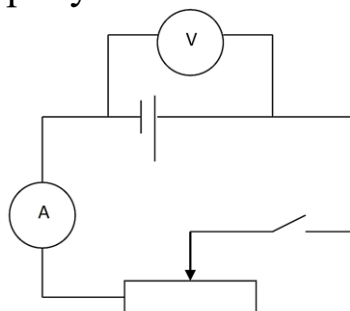


Рисунок 13

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 источника тока. Обычно сопротивление источника тока мало, поэтому для измерения напряжения можно использовать вольтметр со шкалой 0-6В и сопротивлением 900 Ом.

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

### **Ход работы:**

1. Подготовьте в тетради таблицу 11 для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 11

$I_1, A$	$I_2, A$	$U_1, B$	$U_2, B$	$R, \text{ Ом}$	$E, B$

2. Соберите электрическую цепь согласно схеме (рисунок 13). 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.

### **Контрольные вопросы.**

1. Почему показания вольтметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?

Вывод.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №16**

### **«Определение коэффициента полезного действия электрического чайника»**

Цель работы: научиться определять КПД электроприборов на примере электрочайника.

Оборудование: Электрический чайник, термометр, часы с секундной стрелкой.

### Теоретическая справка.

**Электрическим током** называют упорядоченное, направленное движение заряженных частиц.

Действия электрического тока - тепловое, магнитное, химическое, механическое, физиологическое

**Работа тока** на участке цепи равна произведению силы тока, напряжения и времени, в течение которого совершалась работа.

$$A = UI t.$$

**Закон Джоуля – Ленца:** Количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения тока по проводнику.

$$Q = I^2 R t$$

**Мощность тока** равна отношению работы тока ко времени прохождения тока.

$$P = I U$$

### Ход работы:

1. Рассмотрите электрочайник. По паспортным данным определите электрическую мощность электроприбора  $P$ .
2. Налейте в чайник воду объёмом  $V$ , равным 1 л (1 кг).
3. Измерьте с помощью термометра начальную температуру воды  $t_1$ .
4. Включите чайник в электрическую сеть и нагревайте воду до кипения.
5. Определите по таблице температуру кипения воды  $t_2$ .
6. Заметьте по часам промежутки времени, в течение которого нагревалась вода  $\Delta t$

Все измерения выполняйте в системе СИ.

7. Используя данные измерений, вычислите:
  - а) совершённую электрическим током работу, зная мощность чайника  $P$  и время нагревания воды  $\Delta t$ , по формуле  $A_{\text{эл.тока}} = P \cdot \Delta t$
  - б) количество теплоты, полученное водой и равное полезной работе,

$$Q_{\text{нагр.}} = cm(t_2 - t_1)$$

8. Рассчитайте коэффициент полезного действия электрочайника по формуле

$$\eta = \frac{Q}{A} \times 100\% = \frac{cm(t_2 - t_1)}{P\Delta t} \times 100\%$$

1. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 12.

Таблица 12

P, Вт	V, м <sup>3</sup>	t <sub>1</sub> , °C	Δt, с	t <sub>2</sub> , °C	A <sub>эл.тока</sub> , Дж	Q <sub>нагр.</sub> , Дж	η, %

### Контрольные вопросы:

1. Как рассчитать количество теплоты, выделяющегося в проводнике при протекании по нему тока, зная сопротивление этого проводника?

2. Почему спираль электрочайника изготавливают из проводника большой площади сечения? Дайте развёрнутый ответ.

3. Приведите примеры других электроприборов, в которых нагревательным элементом является спираль. Чем эти приборы отличаются друг от друга?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №17

### «Определение температуры нити лампы накаливания»

Цель: определить температуру светящейся нити лампы накаливания.

Оборудование: источник электропитания ВС-24М, лампа накаливания (6.3 В или 3.5 В), вольтметр (до 15 В), миллиамперметр, реостат лабораторный, соединительные провода.

**Постановка задачи.** Исследовать экспериментально зависимость электрического сопротивления нити накала лампы от температуры. Результаты представьте графически, по графику определите электрическое сопротивление нити лампы при 0°C  $R_0$ , если температурный коэффициент вольфрама  $\alpha = 4.8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

Зависимость электрического сопротивления металлов  $R_t$  от температуры выражается формулой:

$$R_t = R_0(1 + \alpha \cdot t)$$



где  $R_t$  - электрическое сопротивление металлического образца при температуре  $t$ ;  $R_0$  - электрическое сопротивление его при  $0^\circ\text{C}$ ;  $\alpha$  - температурный коэффициент электрического сопротивления для данного вещества.

Если известны значения электрического сопротивления образца  $R_0$  при  $0^\circ\text{C}$  и  $R_t$  в нагретом состоянии, а также температурный коэффициент электрического сопротивления  $\alpha$ , то температуру  $t$  можно вычислить по формуле

$$t = \left(\frac{R_t}{R_0} - 1\right) \cdot \frac{1}{\alpha}$$

Выражая температуру в градусах Кельвина, получаем другую формулу для определения температуры:

$$T = \frac{R_t}{R_0 \cdot \alpha}, \text{ где } T - \text{ абсолютная температура.}$$

Сопротивление  $R_t$  можно определить, используя показания миллиамперметра и вольтметра, применив закон Ома для участка электрической цепи.

Таким образом, для снятия зависимости электрического сопротивления нити лампы накаливания от температуры необходимо измерить напряжение на участке цепи, содержащем лампу, при различных значениях силы тока.

### Ход работы:

1. Соберите электрическую цепь согласно рисунку 14.

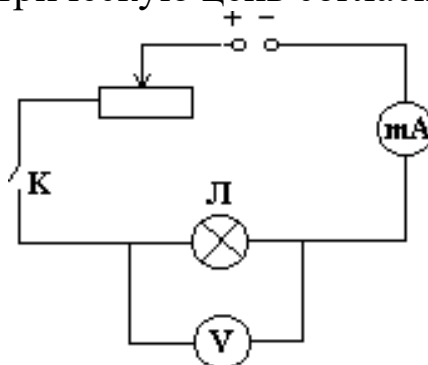


Рисунок 14

2. Измерьте электрическое сопротивление  $R_0$  нити лампы накаливания при комнатной температуре. Считайте полученное значение примерно равным электрическому сопротивлению  $R_0$  нити лампы при  $0^\circ\text{C}$ .

3. Перемещая движок реостата, снимите зависимость силы тока от напряжения.

4. Рассчитайте электрическое сопротивление  $R_t$  нити лампы в нагретом состоянии  $R_t = \frac{U}{I}$  для каждой пары показаний приборов.

5. По найденным значениям электрического сопротивления нити лампы  $R_0$  и  $R_t$  и известному значению температурного коэффициента электрического сопротивления вольфрама вычислите температуру  $T$  нити лампы, используя выражение:  $a = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ .

1. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 13:

Таблица 13

№	$I_0, \text{ A}$	$U_0, \text{ B}$	$R_0, \text{ Ом}$	$U, \text{ B}$	$I, \text{ A}$	$R_t, \text{ Ом}$	$T, \text{ K}$

7. По результатам измерений и вычислений постройте график зависимости электрического сопротивления нити лампы от температуры.

### **Контрольные вопросы.**

1. Почему электрическое сопротивление металлов зависит от температуры?
2. Почему в данной работе электрическое сопротивление нити лампы при комнатной температуре можно считать приблизительно равным ее электрическому сопротивлению при  $0^\circ\text{C}$ ?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №18**

### **«Изучение явления электромагнитной индукции»**

Цель работы: исследовать явление электромагнитной индукции, повторив опыты Фарадея сделать вывод.

Оборудование: источник питания, миллиамперметр, катушки с сердечниками, дугообразный магнит, выключатель кнопочный, соединительные провода, магнитная стрелка (компас), реостат.

### **Тренировочные задания и вопросы**

2. 28 августа 1831 г. М. Фарадей сформулировал \_\_\_\_\_
3. В чем заключается явление электромагнитной индукции?

4. Магнитным потоком  $\Phi$  через поверхность площадью  $S$  называют \_\_\_\_\_
5. В каких единицах в системе СИ измеряются
  - а) индукция магнитного поля  $[B]=$  \_\_\_\_\_
  - б) магнитный поток  $[\Phi]=$  \_\_\_\_\_
5. Правило Ленца позволяет определить \_\_\_\_\_
6. Запишите формулу закона электромагнитной индукции.
7. В чем заключается физический смысл закона электромагнитной индукции?
8. Почему открытие явления электромагнитной индукции относят к разряду величайших открытий в области физики?

### **Подготовка к проведению работы.**

1. Вставить в одну из катушек железный сердечник, закрепив его гайкой. Подключить эту катушку через миллиамперметр, реостат и ключ к источнику питания. Замкнуть ключ и с помощью магнитной стрелки определить расположение магнитных полюсов катушки с током. Зафиксировать, в какую сторону отклоняется при этом стрелка миллиамперметра. В дальнейшем при выполнении работы можно будет судить о расположении магнитных полюсов катушки стоком по направлению отклонения стрелки миллиамперметра.
2. Отключить от цепи реостат и ключ, замкнуть миллиамперметр на катушку, сохранив порядок соединения их клемм.

### **Ход работы:**

2. Приставить сердечник к одному из полюсов дугообразного магнита и вдвинуть внутрь катушки, наблюдая одновременно за стрелкой миллиамперметра.
3. Повторить наблюдение, выдвигая сердечник из катушки, а также меняя полюса магнита.
4. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца в каждом случае.
5. Расположить вторую катушку рядом с первой так, чтобы их оси совпадали.
6. Вставить в обе катушки железные сердечники и присоединить вторую катушку через выключатель к источнику питания.
7. Замыкая и размыкая ключ, наблюдать отклонение стрелки миллиамперметра.

8. Зарисовать схему опыта и проверить выполнение правила Ленца.

9. Сделать вывод.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 19 «Индуктивные и емкостное сопротивления в цепи переменного тока»

Цель урока: Изучить зависимость емкостного и индуктивного сопротивления от частоты переменного тока при постоянных параметрах элементов.

Оборудование: амперметр, вольтметр, источник тока, резистор, катушка индуктивности, конденсатор, генератор.

### Теоретическая справка.

Произведение циклической частоты  $\omega$  на индуктивность  $L$  называют **индуктивным сопротивлением**:  $X_L = \omega \cdot L$

Величину, обратную произведению циклической частоты  $\omega$  на емкость  $C$ , называют **емкостным сопротивлением**:

$$X_C = 1 / \omega C$$

### Ход работы:

I). Катушка в цепи переменного тока.

1. Собрать цепь (рисунок 15).

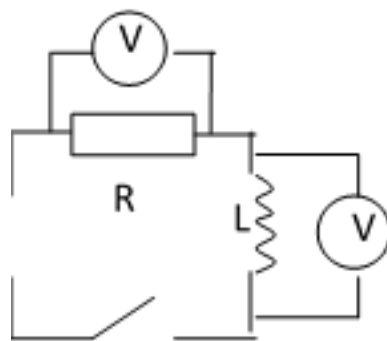


Рисунок 15

Задать параметры: резистор  $R = 100 \text{ Ом}$ ; мощность  $P = 500 \text{ Вт}$ ; индуктивность катушки  $L = 100 \text{ мГн} = 0,1 \text{ Гн}$ ; напряжение на генераторе  $U = 100 \text{ В}$

1. Изменяя частоту генератора, записать показания вольтметров (напряжения на резисторе  $U_R$  и напряжение на катушке  $U_L$ ) в таблицу 14.

Таблица 14

$\nu$ , Гц	50	100	150	300
$U_R$ , В	95	84	72	46
$U_L$ , В	29	53	68	88
$I$ , А				
$X_L$ , Ом				

3. Рассчитать значение токов, текущих в цепи, в зависимости от частоты (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление  $I = U_R / R$ ). Запишите полученные данные в таблицу 14.

4. Определите индуктивные сопротивления для соответствующих частот (для этого надо напряжение на катушке разделить на силу тока  $X_L = U_L / I$ ). Запишите данные в таблицу 14.

5. Построить график зависимости индуктивного сопротивления от частоты переменного тока.

6. Сформулируйте вывод. (Индуктивное сопротивление прямо пропорционально частоте переменного тока).

## II). Конденсатор цепи переменного тока

1. Собрать цепь (рисунок 16):

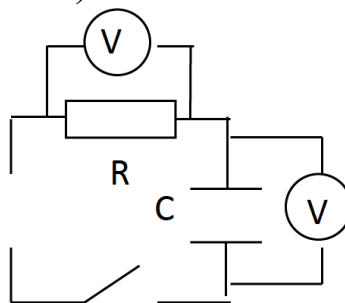


Рисунок 16

Задать параметры: рабочее напряжение  $U = 400\text{В}$ ; емкость конденсатора  $C = 10\text{ мкФ}$ ; резистор сопротивлением  $R = 100\text{.Ом}$

2. Изменяя частоту генератора, записать показания вольтметров (напряжения на резисторе  $U_R$  и напряжение на конденсаторе  $U_C$ ) в таблицу 15.

Таблица 14

$\nu$ , Гц	50	100	150	300
$U_R$ , В	29	53	68	88

$U_C, В$	95	84	72	46
$I, А$				
$X_C, Ом$				

3. Рассчитать значение токов, текущих в цепи, в зависимости от частоты (для этого надо напряжение на резисторе разделить на его сопротивление  $I = U_R / R$ ). Запишите полученные данные в таблицу 15.

4. Определите емкостные сопротивления для соответствующих частот (для этого надо напряжение на конденсаторе разделить на силу тока  $X_C = U_C / I$ ). Запишите данные в таблицу 15.

5. Построить график зависимости емкостного сопротивления от частоты переменного тока.

6

**С Контрольный вопрос:**

ф Почему с увеличением частоты индуктивное сопротивление увеличивается, а емкостное уменьшается?

р

м

у

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №20

л «Изучение зависимости периода колебаний нитяного и (или пружинного) маятника от длины нити (или массы груза)»

р

у Цель работы: выяснить, как зависит период и частота свободных колебаний нитяного маятника от его длины.

т Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, шарик с прикрепленной к нему нитью длиной 130 см, протянутой сквозь кусочек резины, часы с секундной стрелкой или метроном.

в

ы Ход работы:

в 2. Перечертите в тетрадь таблицу 16 для записи результатов измерений и вычислений.

Таблица 16. Емкостное сопротивление обратно пропорционально частоте переменного тока.

Физическая величина	№ опыта				
	1	2	3	4	5
$l, см$					

$N$					
$t, c$					
$T, c$					
$\nu, Гц$					

3. Укрепите кусочек резины с висющим на нем маятником в лапке штатива, как показано на рисунке 17.

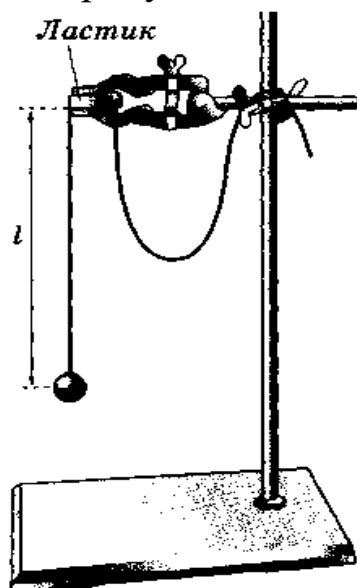


Рисунок 17

При этом длина маятника должна быть равна 5 см, как указано в таблице для первого опыта. Длину  $l$  маятника измеряйте так, как показано на рисунке, т. е. от точки подвеса до середины шарика.

3. Для проведения первого опыта отклоните шарик от положения равновесия на небольшую амплитуду (1—2 см) и отпустите. Измерьте промежуток времени  $t$ , за который маятник совершит 30 полных колебаний. Результаты измерений запишите в таблицу.

4. Проведите остальные четыре опыта так же, как и первый. При этом длину  $l$  маятника каждый раз устанавливайте в соответствии с ее значением, указанным в таблице для данного опыта.

5. Для каждого из пяти опытов вычислите и запишите в таблицу значения периода  $T$  колебаний маятника.  $T_{\text{эксп}} = t/N$ .

6. Вычислите теоретическое значение  $T$  нитяного маятника по формуле  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$ , Ускорение  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

7. Для каждого из пяти опытов рассчитайте значения частоты  $\nu$  колебаний маятника по формуле:  $\nu = 1/T$  или  $\nu = N/t$ . Полученные результаты внесите в таблицу.

8. Сделайте выводы о том, как зависят период и частота свободных колебаний маятника от его длины. Запишите эти выводы.

**Дополнительное задание:**

Исследовать зависимость периода колебаний нитяного маятника от амплитуды колебаний.

А) Отклоните маятник (длиной 45 см) от положения равновесия на 5 см и отпустите.

Б) Измерьте время, за которое маятник совершает 10 полных колебаний.

В) Повторите опыт с амплитудой колебаний 3 см.

Г) Для каждого опыта вычислить период колебаний нитяного маятника по формуле  $T_{\text{эксп}} = t/N$

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №21

### «Изучение изображения предметов в тонкой линзе»

Цель работы: измерить оптическую силу и фокусное расстояние собирающей линзы одним из способов.

Оборудование: источник света, линейка, линза собирающая, лампочка на стойке, экран, соединительные провода, выключатель.

### Теоретическое справка.

Формула тонкой линзы имеет вид:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ , где  $d$  – расстояние от линзы до объекта,  $f$  – расстояние от линзы до изображения,  $F$  – фокусное расстояние линзы,  $D$  – оптическая сила линзы (рисунок 18).

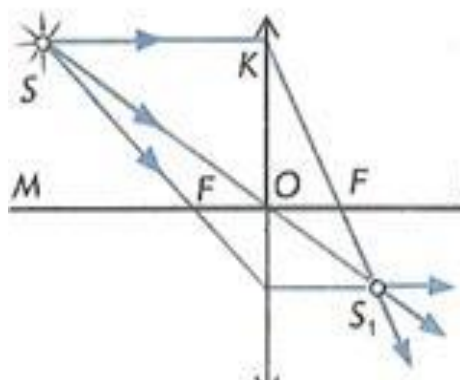


Рисунок 18

Для того, чтобы убедиться в пригодности формулы тонкой линзы, для вашего случая необходимо измерить с помощью этой формулы оптическую силу этой линзы  $D$  при различных значениях  $d$  и  $f$ ,



найти абсолютные погрешности измерения  $D$  и убедиться, что в пределах точности наших измерений оптическую силу линзы можно считать величиной постоянной, т.е. формула работает.

Это можно сделать, измерив расстояния  $d$  от предмета до линзы и расстояния  $f$  от линзы до реального изображения на экране. Реальное перевернутое изображение на экране для собирающей линзы получается, если предмет расположить от линзы на расстоянии большем фокусного. При этом если расстояние  $f < d < 2f$ , то изображение будет увеличенным (рисунок 18), если расстояний  $2f < d$ , то уменьшенным (рисунок 19). Наблюдаемым предметом может служить светящаяся спираль лампочки.

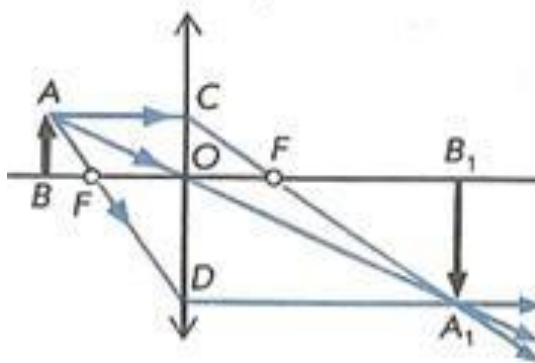


Рисунок 19

Простейший способ измерения оптической силы и фокусного расстояния собирающей линзы основан на использовании формулы линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D \quad (1) \quad \text{или} \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$$

В качестве предмета используется светящаяся лампочка. Действительное изображение нити накала лампочки получают на экране.

### Ход работы.

1.Собрать электрическую цепь, подключив лампочку к источнику тока через выключатель.

2.Поставить лампочку и экран по краям стола, между ними поместить линзу. Перемещая линзу, получить резкое изображение светящейся нити лампочки.

3.Измерить расстояния  $d$  и  $f$ , обратите внимание на точность измерения расстояний.

4.Рассчитать по формулам оптическую силу и фокусное расстояние линзы.

5.Вывод по работе

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №22

### «Изучение интерференции и дифракции»

Цель работы: экспериментально изучить явления интерференции и дифракции.

Оборудование: электрическая лампа с прямой нитью накала (одна на класс), две стеклянные пластинки, рамка из проволоки, стеклянная трубка, мыльная вода, компакт-диск, спиртовка, спички, лезвие безопасной бритвы, капроновая ткань черного цвета, пинцет, штангенциркуль.

#### Теоретическая справка.

Обычно интерференция наблюдается при наложении волн, испущенных одним и тем же источником, пришедших в данную точку разными путями. Вследствие дифракции свет отклоняется от прямолинейного распространения (например, вблизи краев препятствий).

#### Ход работы:

**Опыт 1.** Окуните проволочную рамку в мыльный раствор и внимательно рассмотрите образовавшуюся мыльную пленку. Зарисуйте в тетради для лабораторных работ увиденную вами интерференционную картину. Обратите внимание, что при освещении пленки белым светом (от окна или лампы) возникают окрашенные полосы. С помощью стеклянной трубки выдуйте мыльный пузырь и внимательно рассмотрите его. При освещении его белым светом наблюдается образование цветных интерференционных колец. Но мере уменьшения толщины пленки кольца, расширяясь, перемещаются вниз.

Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

1. Почему мыльные пузыри имеют радужную окраску?
2. Какую форму имеют радужные полосы?
3. Почему окраска пузыря все время меняется?

**Опыт 2.** Тщательно протрите две стеклянные пластинки, сложите их вместе и сожмите пальцами. Из-за не идеальности формы соприкасающихся поверхностей между пластинками образуются тончайшие воздушные пустоты. При отражении света от поверхностей пластин, образующих зазор, возникают яркие радужные полосы —

кольцеобразные или неправильной формы. При измерении силы, сжимающей пластинки, изменяются расположение и форма полос. Зарисуйте увиденные вами картинку в тетради для лабораторных работ.

Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

1. Почему в местах соприкосновения пластин наблюдаются яркие радужные кольцеобразные или неправильной формы полосы?
2. Почему с изменением нажима изменяются форма и расположение интерференционных полос?

**Опыт 3.** Рассмотрите внимательно под разными углами поверхность компакт-диска (на которую производится запись). Что вы наблюдаете? Объясните наблюдаемые явления. Опишите интерференционную картину.

**Опыт 4.** Возьмите пинцетом лезвие безопасной бритвы и нагрейте его над пламенем спиртовки. Зарисуйте наблюдаемую картину в тетради для лабораторных работ.

Запишите в тетради для лабораторных работ ответы на вопросы:

1. Какое явление вы наблюдали?
2. Как его можно объяснить?

**Опыт 5.** Посмотрите сквозь черную капроновую ткань на нить горячей лампы. Поворачивая ткань вокруг оси, добейтесь четкой дифракционной картины в виде двух скрещенных под прямым углом дифракционных полос. Зарисуйте наблюдаемый дифракционный крест в тетради для лабораторных работ. Объясните наблюдаемые явления.

Запишите в тетради для лабораторных работ выводы. Укажите, в каких из сделанных вами опытов наблюдалось явление интерференции, а в каких — явление дифракции.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №23

### «Определение длины волны спектральных линий»

Цель работы: измерить длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Оборудование: спектроскоп, дифракционная решетка; линейка; источник света с узкой щелью.

### Теоретическая справка.

В работе для определения длины световой волны используется дифракционная решетка с периодом 1/100 мм или 1/50 мм (период указан на решетке). Она является основной частью измерительной установки, показанной на рисунке. Решетка устанавливается в держателе, который прикреплен к концу линейки. На линейке же располагается черный экран с узкой вертикальной щелью посередине. Экран может перемещаться вдоль линейки, что позволяет изменять расстояние между ним и дифракционной решеткой. На экране и линейке имеются миллиметровые шкалы. Вся установка крепится на штативе.

Если смотреть сквозь решетку и прорезь на источник света (лампу накаливания или свечу), то на черном фоне экрана можно наблюдать по обе стороны от щели дифракционные спектры 1-го, 2-го и т. д. порядков.

Длина волны  $\lambda$  определяется по формуле  $\lambda = d \sin \varphi / k$ , где  $d$  - период решетки;  $k$  - порядок спектра;  $\varphi$  - угол, под которым наблюдается максимум света соответствующего цвета.

Поскольку углы, под которыми наблюдаются максимумы 1-го и 2-го порядков, не превышают  $5^\circ$ , можно вместо синусов углов использовать их тангенсы. Из рисунка видно, что  $\operatorname{tg} \varphi = b/a$ . Расстояние  $a$  отсчитывают по линейке от решетки до экрана, расстояние  $b$  - по шкале экрана от щели до выбранной линии спектра.

Окончательная формула для определения длины волны имеет вид  $\lambda = db/ka$

### Ход работы.

1. Подготовьте бланк отчета для записи результатов измерений и вычислений.

2. Соберите измерительную установку, установите экран на расстоянии 50 см от решетки (рисунок 20).

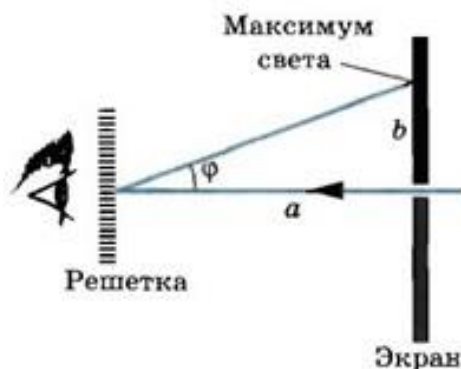


Рисунок 20

3. Глядя сквозь дифракционную решетку и щель в экране на источник света и перемещая решетку в держателе, установите ее так, чтобы дифракционные спектры располагались параллельно шкале экрана.

4. Вычислите длину волны красного цвета в спектре 1-го порядка справа и слева от щели в экране, определите среднее значение результатов измерения.

5. Проделайте то же для фиолетового цвета.

6. Сравните полученные результаты с длинами волн красного и фиолетового цвета на цветной вклейке (приложение А).

7. Изучите устройство спектроскопа.

### **Контрольный вопрос**

1. Для чего на входе спектроскопа стоит щель?
2. Зачем в спектроскопе призма, объектив, окуляр?
3. Зачем градуируют спектроскоп?
4. Что такое спектр? Почему твёрдые тела и жидкости дают сплошной спектр, а газы – линейчатый или полосатый?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторные работы являются неотъемлемой частью курса физики, изучаемого в учреждениях профессионального образования. В ходе их выполнения у обучающихся формируются основные компетенции и важнейшие практические умения и навыки, необходимые для успешного усвоения междисциплинарных курсов, реализующих учебный материал видов профессиональной деятельности. Качественное выполнение лабораторной работы – это предпосылка для подготовки в будущем квалифицированных специалистов.

«Рекомендации...» направлены на оказание помощи обучающимся в подготовке и выполнении лабораторных работ, включённых в новую программу по физике на базе основного общего образования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

