

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт  
Факультет физической культуры, естествознания и природопользования

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

### **ОУП.10. Физика**

по специальности среднего профессионального образования

### **43.02.16 Туризм и гостеприимство**

Направленность программы  
**Внутренний и въездной туризм и гостеприимство**

Форма обучения  
***Очная***

## Содержание.

1. Введение.
2. Требования к знаниям и умениям, при выполнении лабораторных работ обучающимся.
3. Требования к выполнению лабораторных работ.
4. Критерии, оценки лабораторных работ.
5. Форма контроля.
6. Инструкция по правилам безопасности для обучающихся, при выполнении лабораторных работ.
7. Перечень лабораторных работ.
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля). Электронно-библиотечные системы

## Введение

Физика является универсальной базой для формирования общекультурного признака современного человека. Физика — это экспериментальная наука, это значит, что в основе методологического здания этой науки должно лежать опытное подтверждение теоретических построений. Но для того, чтобы построить какие-то теоретические модели, необходимо накопить большое количество наблюдательных фактов.

Экспериментальное исследование можно условно разделить на три части: подготовка, измерение и обработка результатов измерений

Основная **цель лабораторных работ** – уяснить сущность изучаемого явления или закона, процесса или зависимости, принципа действия прибора или метода измерения физической величины. Кроме того, на занятиях приобретаются элементарные навыки экспериментирования: умение организовать свое рабочее место, собирать установки, наблюдать, выполнять измерения с помощью приборов, производить элементарные расчеты, оформлять аналитически и графически результаты опыта, делать выводы

### 2. Требования к выполнению лабораторных работ:

Обучающийся должен выполнять лабораторные работы в соответствии изучаемыми темами.

Каждый обучающийся после выполнения работы, должен предоставить отчет о проделанной работе с анализом полученных результатов и выводом по работе.

Отчет по предоставленной работе следует делать в рабочих тетрадях, аккуратно оформленным, с соблюдением основных правил, выполнения схем, рисунков, графиков, таблиц. Содержание отчета указано в описании лабораторной работы.

Таблицы и рисунки следует выполнять с помощью чертежных инструментов (линейки, циркуля и т. д.) карандашом.

Расчет следует проводить с точностью до двух значащих цифр.

Вспомогательные расчеты можно выполнить на отдельных листах, а при необходимости на листах отчета.

В приложении 1 указаны правила расчета погрешностей измерений.

### 3. Критерий оценки лабораторной работы:

Оценку по лабораторной работе студент получает, с учетом выполнения лабораторной работы, если:

расчеты выполнены правильно и в полном объеме;

сделан анализ проделанной работы и вывод по результатам работы; студент может пояснить выполнение любого этапа работы;

отчет выполнен в соответствии с требованиями к выполнению лабораторной работы, правильные ответы на контрольные вопросы к каждой работе.

Оценка **5** ставится в том случае, если обучающийся:

а) выполнил работу в полном объеме, с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;

б) самостоятельно выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование;

в) в предоставленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи;

г) грамотно сформулировал вывод, выполнил расчеты и анализ погрешностей. Оценка **4** ставится в том случае, если выполнены требования к оценке 5, но:

а) опыт проводится в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений, или

б) было допущено 2-3 недочета, или

в) не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

Оценка **3** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения работы были допущены следующие ошибки:

а) опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большой погрешностью;

б) в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок, не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения;

- в) выполнен неверно отчет и анализ погрешностей. Оценка **2** ставится, если:
- а) работа выполнена не полностью, и объем выполненной части не позволяет сделать правильные выводы;
- б) опыты, измерения, вычисления, наблюдения проводились неправильно.

#### **4. Форма контроля:**

Представление оформленного с предъявленными требованиями отчета по лабораторной работе.

Содержание отчета по лабораторной работе:

1. Тема работы
2. Цель работы
3. Оборудование
4. Схема установки
5. Таблица измерений
6. Расчет
7. Расчет погрешностей измерений (где требуется)
8. Вывод
9. Ответы на контрольные вопросы

Одно из основных условий оценки работы обучающихся – соблюдение правил техники безопасности при выполнении работ.

#### **5. Инструкция по правилам безопасности для обучающихся при выполнении лабораторных работ:**

1. Будьте внимательны и дисциплинированы. Точно выполняйте указания преподавателя.
2. Не приступайте к выполнению работы без разрешения преподавателя.
3. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
4. Перед выполнением работы внимательно изучите ее содержание и инструкцию по выполнению.
5. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность.
6. Следите за исправностью всех креплений приборов и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь к вращающимся частям установки.
7. При сборке экспериментальных установок используйте провода с прочной изоляцией без видимых повреждений.
8. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь.
9. Собранную цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя.
10. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции. Не производите пересоединения в цепях и смену приборов до отключения источника электропитания.

#### **Перечень лабораторных работ**

Лабораторная работа №1.

Определение жесткости пружины лабораторного динамометра

Лабораторная работа №2

Определение удельной теплоемкости твердого тела

Лабораторная работа №3

Измерение абсолютной и относительной влажности воздуха

Лабораторная работа №4

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Лабораторная работа №5

Определение показателя преломления стекла

Лабораторная работа №6

Определение фокусного расстояния собирающей линзы

Лабораторная работа №7

Измерение длины световой волны с помощью дифракционной решетки

## Лабораторная работа №1

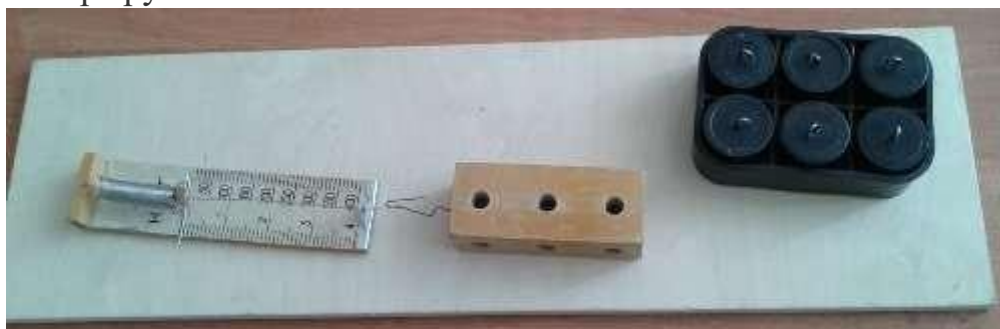
### Исследование движения тела под действием постоянной силы

#### Цель работы:

1. Исследование зависимости силы трения скольжения от веса тела
2. Выяснить, зависит ли сила трения скольжения от силы нормального давления, если зависит, то как.
3. Определить коэффициент трения дерева по дереву.

#### Приборы и материалы:

динамометр, деревянный брусок, деревянная линейка или деревянная плоскость, набор грузов по 100 г.



#### Краткая теория

**Сила трения** – это сила, которая возникает в том месте, где тела соприкасаются друг с другом, и препятствует перемещению тел.

Сила трения - это сила **электромагнитной природы**.

Возникновение силы трения объясняется **двумя причинами**:

- 1) Шероховатостью поверхностей
- 2) Проявлением сил молекулярного взаимодействия.

Силы трения всегда направлены по касательной к соприкасающимся поверхностям и **подразделяются** на *силы трения покоя, скольжения, качения*.

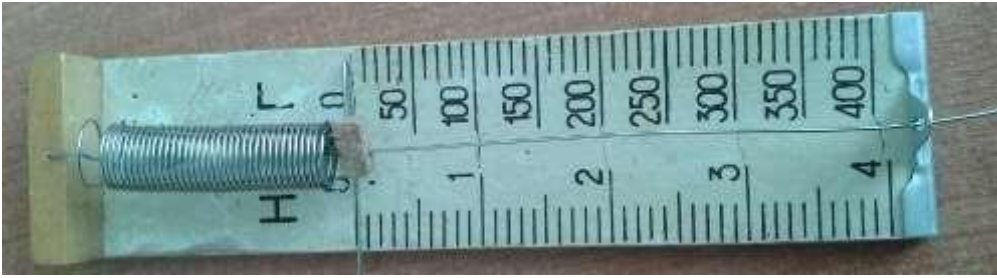
В данной работе исследуется зависимость силы трения скольжения от веса тела.

**Сила трения скольжения** – это сила, которая возникает при скольжении предмета по какой-либо поверхности. По модулю она почти равна максимальной силе трения покоя. Направление силы трения скольжения противоположно направлению движения тела. Сила трения в широких пределах не зависит от площади соприкасающихся поверхностей. В данной работе надо будет убедиться в том, что сила трения скольжения пропорциональна силе давления (силе реакции опоры):

$F_{тр} = \mu N$ , где  $\mu$  - коэффициент пропорциональности, называется **коэффициентом трения**. Он характеризует не тело, а сразу два тела, трущихся друг о друга

#### Ход работы

1. Определите цену деления шкалы динамометра.



2. Определите массу бруска. Подвесьте брусок к динамометру, показания динамометра - это вес бруска. Для нахождения массы бруска разделите вес на  $g$ . Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$ .
3. Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз 100 г.
3. Прикрепив к бруску динамометр, как можно более равномерно тяните его вдоль линейки. Запишите показания динамометра, это и есть величина силы трения скольжения.
4. Добавьте второй, третий, четвертый грузы, каждый раз измеряя силу трения. С увеличением числа грузов растет сила нормального давления.
5. Сделайте вывод: зависит ли сила трения скольжения от силы нормального давления, и если зависит, то как?

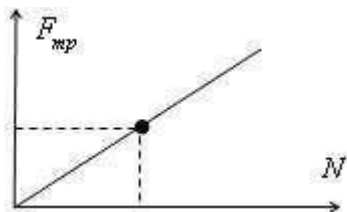
6. В каждом опыте рассчитать коэффициент трения по формуле:  $\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$ .  
 Принять  $g=10 \text{ м/с}^2$

Результаты расчётов занести в таблицу

№ опыта	Масса бруска, $m_1$ , кг	Масса груза, $m_2$ , кг	Общий вес тела (сила нормального давления), $P=N=(m_1+m_2)g$ , Н	Сила трения, $F_{\text{тр}}$ , Н	Коэффициент трения, $\mu$	Среднее значение коэффициента трения, $\mu_{\text{ср}}$
1	0,07	0,1		0,4		
2		0,2		0,6		
3		0,3		0,8		
4		0,4		1		
5		0,5		1,2		

7. По результатам измерений постройте график зависимости силы трения от силы

нормального давления. При построении графика по результатам опытов экспериментальные точки могут не оказаться на прямой, которая соответствует формуле. Это связано с погрешностями измерения. В этом случае график надо проводить так, чтобы примерно одинаковое число точек оказалось по разные стороны от прямой. После построения графика возьмите точку на прямой (в средней части графика), определите по нему соответствующие этой точке значения силы трения и силы нормального давления и вычислите коэффициент трения. Это и будет средним значением коэффициента трения. Запишите его в таблицу.



8. Исходя из цели работы, запишите вывод и ответьте на контрольные вопросы

### Контрольные вопросы.

1. Что называется силой трения?
2. Какова природа сил трения?
3. Назовите основные причины, от которых зависит сила трения?
4. Перечислите виды трения.
5. Можно ли считать явление трения вредным? Почему?

### Лабораторная работа № 2

#### Измерение жесткости пружины лабораторного динамометра.

Цель работы: Определить жесткость пружины лабораторного динамометра.

Оборудование: лабораторный динамометр, линейка с миллиметровыми делениями.

#### Краткая теория

С помощью лабораторного динамометра измеряют силу, растягивающую его пружину. Шкала динамометра проградуирована в ньютонах, по этой шкале и определяют численное значение этой силы. Но всякая сила есть результат взаимодействия тел, поэтому сила, действующая на пружину, уравновешивается силой упругости пружины, которая возникает при ее растяжении. Природа сил упругости - электромагнитная. Объясняется это следующим образом: Все тела состоят из атомов, в состав которых входят отрицательно заряженные электроны и положительно заряженные ядра. Поэтому между атомами одновременно действуют силы электрического притяжения между разноименно заряженными частицами и сила отталкивания между одноименными. Модули этих сил зависят от расстояния между атомами. На расстоянии, примерно равном диаметру атома, силы притяжения примерно равны силам отталкивания. При растяжении тела, расстояние между атомами увеличивается, и силы притяжения начинают превосходить силы отталкивания, препятствующие этому растяжению. При сжатии тела, расстояние между атомами уменьшается, вследствие чего между ними начинают преобладать силы отталкивания, препятствующие изменению размеров тела. Это и есть силы упругости.

Закон Гука: Сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна удлинению тела и направлена противоположно перемещению частиц тела относительно других частиц.

$$F_{упр} = -kX$$

$X$  - модуль изменения длины тела  
 $k$  - жесткость пружины

Жесткость зависит от материала, из которого изготовлена пружина, от ее геометрических размеров и формы. Закон Гука выполняется только при малых растяжениях. При больших деформациях сила упругости перестает быть пропорциональной изменению длины.

#### Ход работы

1. Положите динамометр на стол горизонтально и измерьте длину пружины в недеформированном состоянии  $\ell_0$ .
2. Растяните пружину динамометра, прикладывая силу в 1Н, и измерьте длину пружины в растянутом состоянии  $\ell$
3. По результатам измерений определите изменение длины пружины  $X = \ell - \ell_0$
4. Переведите полученный результат в метры
5. Используя закон Гука, посчитайте жесткость пружины  $k = F_{\text{упр}}/X$
6. Последовательно растягивая пружину на 2Н, 3Н и 4Н измерьте соответствующие удлинения и рассчитайте ее жесткость для каждого случая.
7. Посчитайте среднее значение жесткости  $k_{\text{ср}} = (k_1 + k_2 + k_3 + k_4)/4$
8. Для каждого случая определите абсолютную погрешность измерения  $\Delta k = |k_{\text{ср}} - k|$
9. Рассчитайте среднее значение абсолютной погрешности  $\Delta k_{\text{ср}} = (\Delta k_1 + \Delta k_2 + \Delta k_3 + \Delta k_4)/4$
10. Посчитайте относительную погрешность измерения  $E = \Delta k_{\text{ср}}/k_{\text{ср}} \cdot 100\%$

## Лабораторная работа №2

### Определение удельной теплоемкости твердого тела

Цель работы: Определить удельную теплоемкость металлического цилиндра.

Оборудование: Калориметр, горячая вода, холодная вода металлический цилиндр с нитью, весы с разновесами, колба с делениями.

#### Краткая теория

Внутренней энергией называют энергию движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело. Чем выше температура тела, тем быстрее движутся частицы, и, следовательно, больше его внутренняя энергия. Существует два способа изменения внутренней энергии - теплообмен и совершение механической работы. Теплообмен происходит при контакте тел с разной температурой. Теплообмен бывает трех видов: 1) Конвекция-перенос энергии потоками газа или жидкости 2) Излучение - перенос энергии электромагнитными волнами 3) Теплопроводность - перенос энергии за счет теплового движения и взаимодействия частиц.

Энергию, переданную телу при теплообмене, называют количество теплоты  $Q$  (Дж)

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

$m$ -масса тела (кг)

$c$ -удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлено тело (Дж/кг·°C)

$t_2$ -конечная температура (°C)

$t_1$ -начальная температура (°C)

$c$  - удельная теплоемкость вещества - это количество теплоты, которое получает или отдает тело массой 1 кг при изменении температуры на 1°C

Если изменение внутренней энергии происходит только в результате теплообмена, в отсутствии тепловых потерь, то количество теплоты, отданное горячим телом, равно количеству теплоты, полученному холодным телом, а в результате контакта двух тел с разной температурой устанавливается общая температура  $t_{\text{общ}}$ .  $Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}}$  (2)

Подставляя в формулу (2) выражение (1) получим уравнение теплового баланса  $c_{\text{гор}}m_{\text{гор}}(t_{\text{гор}} - t_{\text{общ}}) = c_{\text{воды}}m_{\text{хол}}(t_{\text{общ}} - t_{\text{хол}})$  (3)

#### Ход работы.

1. Измерить массу металлического цилиндра  $m_{\text{гор}}$  ( кг)
2. Опустить цилиндр в горячую воду( температура примерно 40°C), так чтобы он полностью погрузиться.
3. Через 5 минут, в результате теплообмена, у воды и цилиндра будет одинаковая температура. Необходимо измерить эту температуру  $t_{\text{гор}}$
4. В калориметр налить холодную воду, предварительно измерив ее температуру  $t_{\text{хол}}$  и объем  $V_{\text{хол}}$  (объем перевести в м<sup>3</sup>; 1мл=1·10<sup>-6</sup>м<sup>3</sup>)
5. Вычислить массу холодной воды  $m_{\text{хол}} = V_{\text{хол}} \cdot \rho$ ; где  $\rho$ -плотность воды  $\rho = 1000$  (кг/м<sup>3</sup>)

6. Опустить нагретый цилиндр в холодную воду. В результате теплообмена, между холодной водой и горячим цилиндром через 5 минут установится общая температура  $t_{\text{общ}}$ , которую необходимо измерить.

7. Используя формулу(3) и учитывая, что  $c_{\text{воды}}=4200 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$ , рассчитать удельную теплоемкость цилиндра  $c_{\text{гор}}$

$$c_{\text{гор}} = c_{\text{воды}} m_{\text{хол}} (t_{\text{общ}} - t_{\text{хол}}) / m_{\text{гор}} (t_{\text{гор}} - t_{\text{общ}})$$

8. По таблице удельных теплоемкостей определить, из какого вещества изготовлен цилиндр.

9. Заполнить таблицу:

$m_{\text{гор}}$ (кг)	$t_{\text{гор}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$t_{\text{хол}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$V_{\text{хол}}$ ( $\text{M}^3$ )	$m_{\text{хол}}$ (кг)	$t_{\text{общ}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$c$ ( $\text{Дж/кг}\cdot\text{M}^3$ )

10. Ответьте на контрольные вопросы.

#### Контрольные вопросы.

1. Что такое внутренняя энергия? От чего она зависит? Как ее можно изменить?
2. Что такое количество теплоты? Как определить количество теплоты, необходимое для нагревания тела от температуры  $t_1$  до температуры  $t_2$ ?
3. Что показывает удельная теплоемкость вещества?
4. Записать уравнение теплового баланса. Какие величины в него входят?

## Лабораторная работа №3

### Измерение относительной влажности воздуха

Цель работы: Определить относительную влажность воздуха в помещении

Оборудование: Психрометр, таблица психрометрическая.

Краткая теория:

Важнейшим компонентом земной атмосферы является водяной пар. Его присутствие в земной атмосфере обусловлено испарением воды с поверхностей океанов, морей, водоемов, влажной почвы и растений. Общая масса водяного пара в атмосфере земли составляет  $1.24 \cdot 10^{16}$  кг (если бы весь этот пар сконденсировался, то образовался бы слой осаждаемой воды толщиной 2,4 см). Испарение – это процесс перехода вещества из жидкого состояния в газообразное. Конденсация – обратный процесс, т.е. переход вещества из газообразного состояния в жидкое. Если эти два процесса компенсируют друг друга, т.е. число молекул вылетающих из жидкости равно числу молекул вернувшихся в нее за то же самое время, то количество жидкости и пара над ней остается постоянным. Такое состояние жидкости и пара называется динамическим равновесием, а пар находящийся в состоянии динамического равновесия со своей жидкостью называется насыщенным.

Для количественной оценки содержания водяного пара в атмосфере вводят понятия абсолютной и относительной влажности воздуха.

Абсолютной влажностью воздуха называется масса водяного пара, выраженная в граммах, содержащаяся в  $1\text{ м}^3$  воздуха.

Относительная влажность воздуха – это отношение давления или плотности водяного пара, содержащегося в воздухе к давлению или плотности насыщенного пара при той же температуре, выраженное в процентах. Давление и плотность насыщенного пара при различных температурах приведены в таблицах

$$\varphi = P/P_{\text{нас}} \cdot 100\%$$

$\varphi$  – относительная влажность

$P$  – давление ( плотность ) водяного пара, содержащегося в воздухе

$P_{\text{нас}}$  – давление ( плотность ) насыщенного пара при той же температуре

Относительная влажность показывает насколько водяной пар, содержащийся в атмосфере далек от насыщения. Чем меньше величина относительной влажности, тем интенсивность испарения больше. Если относительная влажность равна 100%, то пар над жидкостью будет насыщенным, и испарение не будет происходить. Например, во Владивостоке в период дождей, относительная влажность равна 100% и мокрое белье, развешенное на улице, не сохнет. На скорость испарения оказывают влияние следующие факторы: площадь поверхности жидкости, скорость ветра над этой поверхностью, температура и вид испаряющейся жидкости. Влажность воздуха оказывает влияние на самочувствие человека. Оптимальной является влажность 40-60%. Влажность учитывается при хранении продуктов и строительных материалов, в музеях и библиотеках, при строительстве зданий и производстве продуктов питания.

На практике для измерения относительной влажности используются психрометры и гигрометры.

Психрометр ( от греческого слова психриа, т.е. влажность ) состоит из сухого и влажного термометров. Шарик влажного термометра обмотан тканью, с поверхности которой происходит испарение воды. Из-за этого влажный термометр показывает меньшую температуру, чем сухой. По разности показаний термометров, с помощью психрометрической таблицы, определяют относительную влажность.

Принцип действия волосного гигрометра ( гигра- по гречески вода) основан на свойстве человеческого волоса удлиняться при повышении влажности. Удлиняющийся волос, поворачивает стрелку прибора, отклоняя ее на некоторый угол, соответствующий относительной влажности при данных условиях.

#### Ход работы

1. Снимите показания сухого и влажного термометров  $t_{\text{сух}}$  и  $t_{\text{влаж}}$
2. Определите разность этих показаний  $\Delta t = t_{\text{сух}} - t_{\text{влаж}}$
3. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность в помещении.
4. Заполните таблицу.

$t_{\text{ух}}(^{\circ}\text{C})$	$t_{\text{влаж}}(^{\circ}\text{C})$	$\Delta t (^{\circ}\text{C})$	$\varphi (\%)$

5. Ответьте на контрольные вопросы.

#### Контрольные вопросы.

1. Что понимают под процессами испарения и конденсации?
2. Какое состояние между жидкостью и ее паром называют состоянием динамического равновесия?
3. Что называется относительной и абсолютной влажностью воздуха?
4. Что представляет собой гигрометр и психрометр?
5. Какая относительная влажность является наиболее благоприятной для человека?
6. Как влияет величина относительной влажности на скорость испарения?

## Лабораторная работа № 8

### Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Цель работы:

Экспериментально определить ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока, проверить закономерности, определяемые законом Ома для замкнутой цепи.

Оборудование:

Источник тока (батарейка), реостат, амперметр, вольтметр, соединительные провода

#### Краткая теория

Для получения электрического тока в проводнике необходимо создать и поддерживать на его концах разность потенциалов (напряжение). Для этого используют источник тока. Участок замкнутой цепи, содержащий источник тока, называется внутренним участком цепи, а все элементы, которые подключаются к источнику, составляют внешний участок электрической цепи. Разность потенциалов на его полюсах источника тока образуется вследствие разделения зарядов. Работу по разделению зарядов выполняют сторонние силы (силы не электрического происхождения). Внутри батарейки это силы химического происхождения. При разомкнутой цепи энергия, затраченная в процессе работы сторонних сил, превращается в энергию источника тока. При замыкании цепи запасенная в источнике тока энергия расходуется на работу по перемещению зарядов во внешней и внутренней частях цепи. Отношение работы сторонних сил по перемещению заряда внутри источника тока, к величине этого заряда, является характеристикой источника тока и называется ЭДС источника тока  $\varepsilon$ , в СИ выражается, в (В) Величина ЭДС источника тока зависит от его внутреннего строения.

$$\varepsilon = A_{\text{стор}}/q \quad (1)$$

По закону сохранения и превращения энергии, энергия, которая затрачивается при разделении заряда внутри источника тока, расходуется для его перемещения на внешнем и внутреннем участке цепи.

$$\varepsilon = IR + Ir = U + Ir \quad (2)$$

R-сопротивление внешнего участка цепи (Ом)

r- Сопротивление внутреннего участка цепи (источника тока) (Ом)

I- сила тока в цепи (А)

U=IR- напряжение на внешнем участке цепи (В)

Отсюда:  $I = \varepsilon / (R + r)$  (3) – закон Ома для полной цепи: Сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна ЭДС и обратно пропорциональна Сумме внешнего и внутреннего сопротивления цепи.

ЭДС источника тока можно измерить. Для этого к полюсам источника подключают вольтметр, а внешнюю цепь размыкают. В этом случае вольтметр будет показывать ЭДС источника тока.

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать электрическую цепь по схеме, изображенной на рисунке.

2. Используя реостат, снять показания с амперметра и вольтметра для двух разных положений ползунка реостата  $I_1 \quad U_1 \quad I_2 \quad U_2$

Результаты измерений подставить в формулу (2)

3. Приравниваем правые части этих выражений:  $U_1 + I_1 r = U_2 + I_2 r$  Выразим из полученного уравнения внутреннее сопротивление

$$r = U_1 - U_2 / I_2 - I_1 \quad (3)$$

4. Подставим, полученное значение  $r$  в формулу (2) и получим  $\epsilon_{\text{ВЫЧ}}$

5. Размыкаем внешнюю цепь и снимаем показания вольтметра  $\epsilon_{\text{ИЗМ}}$ .

6. Определить абсолютную погрешность в измерении ЭДС:  $\Delta\epsilon = |\epsilon_{\text{ИЗМ}} - \epsilon_{\text{ВЫЧ}}|$

7. Определить относительную погрешность  $\zeta = (\Delta\epsilon / \epsilon_{\text{ИЗМ}}) 100\%$

8. Все вычисления и измерения заносим в таблицу

Таблица 1

$I_1$ (А)	$U_1$ (В)	$I_2$ (А)	$U_2$ (В)	$r$ (Ом)	$\epsilon_{\text{ВЫЧ}}$ (В)	$\epsilon_{\text{ИЗМ}}$ (В)	$\Delta\epsilon$ (В)	$\zeta$ %

### Контрольные вопросы

1. Какова роль источника тока в цепи?
2. Какой участок цепи называется внешним, а какой внутренним?
3. Какие силы разделяют заряды внутри источника тока? Какое они имеют происхождение?
4. Каков физический смысл ЭДС? От чего зависит величина ЭДС?
5. Сформулировать закон Ома для замкнутой цепи.
5. Как можно измерить ЭДС источника тока?
  - 1.

## Лабораторная работа №5.

### Определение показателя преломления стекла

Цель работы: Определить показатель преломления стеклянной призмы

Оборудование:

1. Пластинка с параллельными гранями.
2. Пробка с булавками.
3. Чистый лист бумаги.
4. Лист картона.
5. Транспортир.
6. Таблица тригонометрических величин

### Краткая теория

Свет при переходе из одной среды в другую меняет свое направление, т.е. преломляется. Преломление объясняется изменением скорости распространения света при переходе из одной среды в другую и подчиняется следующим законам:

1. Падающий и преломленный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным через точку падения луча к границе раздела двух сред.

2. Отношение синуса угла падения к синусу угла преломления для данных

$$n = \sin i / \sin \beta.$$

двух сред есть величина постоянная для данных двух сред.

### Порядок выполнения работы

1. На подъемный столик положить чистый лист бумаги с подложенным под ним картоном. На лист плашмя положить стеклянную пластинку и карандашом обвести ее контуры.

2. С одной стороны листа наколоть, возможно дальше друг от друга две булавки так, чтобы прямая, проходящая через них, не была перпендикулярна грани пластинки.

3. С другой стороны стекла наколоть третью и четвертую булавки так, чтобы, смотря вдоль них через стекло, видеть все булавки расположенными на одной прямой.

4. Стекло и булавки снять, места наколов отметить точками 1, 2, 3, 4 и через них провести прямые до пересечения с границами стекла. Провести через точки 2 и 3 перпендикуляры к границе сред АВ и CD.

5. Транспортиром измерить углы падения  $i$  и углы преломления  $\beta$ .

6. По таблице значений синусов определить синусы измеренных углов.

7. Вычислить коэффициент преломления, учитывая, что  $\sin i / \sin \beta = n$ .

8. Опыт повторить 2-3 раза

9. Результаты измерений, вычислений и табличные данные записать и в таблицу.

### Контрольные вопросы

1. В каких случаях свет на границе раздела двух прозрачных сред не преломляется?
2. Какова причина преломления света?
3. В чем различие абсолютного и относительного коэффициентов преломления?
4. Коэффициент преломления воды 1,33. Что это значит?
5. Покажите на чертеже ход луча из стекла в воду.
6. Что можно сказать о длине и частоте светового луча при переходе его из воздуха в алмаз?

## Порядок выполнения работы

1. На подъемный столик положить чистый лист бумаги с подложенным под ним картоном. На лист плашмя положить стеклянную пластинку и карандашом обвести ее контуры.

8. С одной стороны листа наколоть, возможно дальше друг от друга две булавки так, чтобы прямая, проходящая через них, не была перпендикулярна грани пластинки.

9. С другой стороны стекла наколоть третью и четвертую булавки так, чтобы, смотря вдоль них через стекло, видеть все булавки расположенными на одной прямой.

10. Стекло и булавки снять, места наколов отметить точками 1, 2, 3, 4 и через них провести прямые до пересечения с границами стекла. Провести через точки 2 и 3 перпендикуляры к границе сред АВ и CD.

11. Транспортиром измерить углы падения  $i$  и углы преломления  $\beta$ .

12. По таблице значений синусов определить синусы измеренных углов.

13. Вычислить коэффициент преломления, учитывая, что  $\sin i / \sin \beta = n$

8. Опыт повторить 2-3 раза

9. Результаты измерений, вычислений и табличные данные записать и в таблицу.

## Контрольные вопросы

7. В каких случаях свет на границе раздела двух прозрачных сред не преломляется?

8. Какова причина преломления света?

9. В чем различие абсолютного и относительного коэффициентов преломления?

10. Коэффициент преломления воды 1,33. Что это значит?

11. Покажите на чертеже ход луча из стекла в воду.

12. Что можно сказать о длине и частоте светового луча при переходе его из воздуха в алмаз?

10. Найти среднее значение коэффициента преломления и определить погрешности

## Лабораторная работа № 6

### Определение фокусного расстояния собирающей линзы.

#### Цель работы:

Определить из опыта фокусное расстояние линзы, рассчитать оптическую силу линзы.

#### Оборудование:

1. Источник света
2. Экран
3. Линза
4. Измерительная линейка.

#### Краткая теория:

Линза представляет собой прозрачное тело, ограниченное двумя гладкими выпуклыми или вогнутыми поверхностями (одна из них может быть плоской).

Чаще всего поверхности линзы делают сферическими, а саму линзу

изготавливают из специальных сортов стекла.

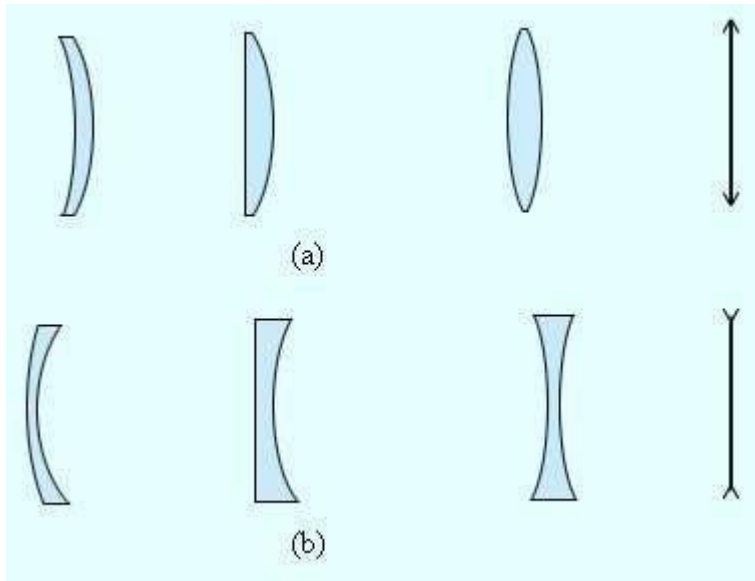


Рисунок 1.

Собирающие (a) и рассеивающие (b) линзы и их условные обозначения.

Линзу, у которой толщина пренебрежимо мала по сравнению с радиусами

кривизны поверхностей, ограничивающих ее, называют **тонкой**

Положение изображения и его характер можно определить с помощью геометрических построений. Для этого используют свойства некоторых стандартных лучей, ход которых известен. В качестве таких лучей можно использовать любые два из трех основных:

луч 1, параллельный оптической оси;

После прохождения линзы луч проходит через фокус  $F_2$



луч 2, проходящий через оптический центр линзы;

Луч, идущий по какой-либо из оптических осей, проходя через линзу, практически не меняет своего направления.



луч 3, проходящий через фокус  $F_1$

После прохождения линзы луч идет параллельно главной оптической оси

AB - предмет, A'B' - его изображение.

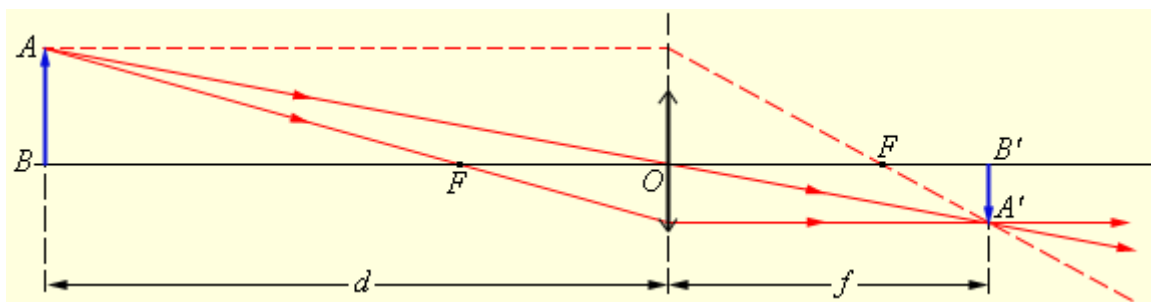


Рис. 2. Построение изображений в собирающей линзе

По тем же правилам строится изображение, даваемое рассеивающей линзой. Изображения можно также рассчитать с помощью **формулы тонкой линзы**. Если расстояние от предмета до линзы обозначить через  $d$ , а расстояние от линзы до изображения через  $f$ , то формулу тонкой линзы можно записать в виде:

Величину OF называют фокусным расстоянием, величину  $D$ , обратную фокусному расстоянию, называют **оптической силой** линзы. Единица измерения оптической силы является 1 **диоптрия** (дптр). Диоптрия – оптическая сила линзы с фокусным расстоянием 1 м:

Оптическая сила линзы  $D$  зависит как от радиусов кривизны  $R_1$  и  $R_2$  ее сферических поверхностей, так и от показателя преломления  $n$  материала, из которого изготовлена линза.

Радиус кривизны выпуклой поверхности считается положительным, вогнутой – отрицательным.

**Линейным увеличением** линзы ( $\Gamma$ ) называют отношение линейных размеров изображения  $h'$  (A'B') и предмета  $h$  (AB).

$$\Gamma = \frac{h'}{h} = -\frac{f}{d}.$$

Величина  $h' > 0$ , если изображение прямое,  $h' < 0$  - если перевернутое.

Величина  $h$  всегда считается положительной. Поэтому линейное увеличение линзы для прямых изображений  $\Gamma > 0$ , для перевернутых (рис.2)  $\Gamma < 0$   
 $d > 0$  и  $f > 0$  – для действительных предметов (то есть реальных источников света, а не продолжений лучей, сходящихся за линзой) и изображений;  
 $d < 0$  и  $f < 0$  – для мнимых источников и изображений

**Ход работы:**

1. Расположите на одной прямой экран, линзу и источник света. Передвигая линзу и экран, получите на экране отчетливое изображение источника света.
2. Измерьте линейкой расстояния
  - от источника света (от предмета) до середины линзы –  $d$
  - от середины линзы до экрана (до изображения) –  $f$
3. Вычислите фокусное расстояние линзы  $F$  по формуле:  $1/d + 1/f = 1/F$ .
4. Выполнить эту работу еще 2 раза, изменив расстояние от источника света до линзы.
5. Вычислите среднее значение фокусного расстояния линзы:  
 $F_{\text{ср}} =$
6. Определить погрешности измерений:
  - абсолютную погрешность  $\Delta F_{\text{ср}} =$
  - где  $\Delta F_1 = |F_1 - F_{\text{ср}}|$ ;  $\Delta F_2 = |F_2 - F_{\text{ср}}|$ ;
  - относительную погрешность  $\delta_F = \%$
3. Вычислить оптическую силу линзы по формуле:  
 $D = 1/F$
8. Оформить отчет. Данные опытов и результаты вычислений занести в таблицу:

№ опыта	d	f	F	D
1				
2				
3				
F				
F(ср)				
$\Delta F$				
$\Delta F(\text{ср})$				
$D(\text{ср}) = 1/F(\text{ср})$				

9. Сделать вывод. Ответить на контрольные вопросы.
 

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:**

  1. Построить изображение в рассеивающей линзе.
  2. Что такое главный фокус и фокусное расстояние линзы?
  3. Что такое оптическая сила линзы? От чего зависит эта величина?
  4. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы 12 см. Изображение предмета находится на расстоянии 9 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до линзы?
  5. Расстояние между свечой и стеной 200 см. Когда между ними поместили собирающую линзу на расстоянии 40 см от свечи, то на стене получилось отчетливое изображение свечи. Определить главное фокусное расстояние линзы. Какое изображение получилось на экране?
  6. Главное фокусное расстояние двояковыпуклой линзы 50 см. Предмет высотой 1,2 см помещен на расстояние 60 см от линзы. Где и какой высоты получится изображение этого предмета?

## Лабораторная работа № 7

### Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки.

Цель работы: Определить длину световой волны для волн красного и фиолетового цвета

Оборудование: Прибор для определения длины световой волны, дифракционная решетка, лампа с прямой нитью накала.

#### Краткая теория

Свет представляет собой волновой процесс, поэтому для него должно наблюдаться явление дифракции. Дифракция- это отгибание волнами краев препятствий. Но наблюдать дифракцию света нелегко. Волны заметным образом огибают препятствия, если размеры этих препятствий сравнимы с длиной световой волны, которая находится в пределах от 400 нм до 760 нм. (н-нано= $10^{-9}$ ). Наблюдать дифракцию света можно с помощью дифракционной решетки, которая представляет собой чередование очень узких прозрачных и не прозрачных промежутков. Решетки изготавливается с помощью специальной делительной машины, наносящей на стеклянной пластине параллельные штрихи. Число таких штрихов доходит до нескольких тысяч на 1 мм. В данной работе используется решетка, у которой на 1 мм находится 100 штрихов. Следовательно, расстояние между двумя ближайшими штрихами составляет 0,01 мм. Это расстояние называется – период дифракционной решетки  $d=0,01$  мм. Параллельный пучок света, проходя через дифракционную решетку, вследствие дифракции на щелях, разбивается на отдельные световые пучки. Эти пучки распространяются по всевозможным направлениям, накладываются друг на друга на экране. Процесс наложения волн называется интерференция. При наложении волн происходит процесс усиления или ослабления результирующей волны. Результат интерференции зависит от разности хода этих волн, т.е. от разности расстояний, которая волна проходит от источника до места наложения  $\Delta$ = разность хода двух волн. Если в разность хода двух укладывается целое число их длин, то наблюдается усиление результирующей волны.

$\Delta=nL$  (1) – условие максимума при интерференции

n - целое число

L – Длина световой волны.

Поэтому на экране можно наблюдать чередование световых максимумов и минимумов. Световые волны с разными длинами, отклоняются решеткой на разные углы (чем больше длины волны, тем больше угол отклонения.) Поэтому для белого света, который является сложным и состоит из волн семи цветов (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый), каждому из которых соответствует своя длина, на экране наблюдается картина разложения белого света в спектр. Центральна полоса остаётся белой, а вокруг неё

располагаются симметрично радужные полосы, в которых цвета чередуются в порядке возрастания длины волны (от фиолетового, к красному.) Номер радужной полосы, считая от центра, называется - порядок спектра. Центральной белой полосе присваивают 0, и называют нулевой максимум. С помощью дифракционной решетки можно производить очень точные измерения длины волны. Если период решетки известен, то определение длины волны сводится к измерению угла отклонения волны от направления ее прямолинейного распространения  $\varphi$ . Так как углы отклонения (углы дифракции) очень малы, то величина  $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi = a/b$ ;  $a$  – это расстояние от нулевого максимума,  $b$ - расстояние между решеткой и экраном. Используя формулу (1) можно получить формулу дифракционной решетки:

$nL = d \sin \varphi = da/b$  (2). Подставляя измеренные значения, из этой формулы выражают длину волны  $L = da/bn$  (3).

### Порядок выполнения работы

- 1) Установить на столе лампу и включить ее.
- 2) Смотря через дифракционную решетку, направить прибор на лампу так, чтобы через прорезь экрана прибора была видна нить лампы.
- 3) Экран прибора установить на возможно большем расстоянии от дифракционной решетки и получить на нем четкое изображение спектров 1 и 2 порядков.
- 4) Измерить по шкале бруска расстояние от экрана прибора до дифракционной решетки  $b$
- 5) Определить расстояние от нулевого деления шкалы экрана до середины фиолетовой полосы спектра первого порядка слева и справа  $a_{\text{лев}}$  и  $a_{\text{прав}}$ . Вычислить значение  $a_{\text{сред}}$
- 6) Этот же опыт повторить со спектром 2 порядка.
- 7) Такие же измерения повторить и для красных полос дифракционного спектра. Определить длины волн фиолетовых и красных лучей, используя формулу (3). Результаты измерений и вычислений занести в таблицу.

Таблица 1

Расстояние от решетки до экрана $b$ (мм)	$a_{\text{лев.фиол}}$ мм	$a_{\text{справ.фиол}}$ мм	$a_{\text{сред.фиол}}$ мм	$a_{\text{лев.крас}}$ мм	$a_{\text{прав.крас}}$ мм	$a_{\text{сред.крас}}$ мм	$L_{\text{фиол}}$ мм	$L_{\text{крас}}$ мм

- 8) Вычислить среднюю длину для фиолетового и красного света  $L_{\text{сред.фиол}}$  и  $L_{\text{сред.крас}}$
- 9) Используя табличные значения длин волн  $L_{\text{фиол}} = 0,00044 \text{ мм}$  и  $L_{\text{крас}} = 0,00076 \text{ мм}$ , вычислить абсолютную погрешность измерения  $\Delta L$  для фиолетовых и красных волн.
- 10) Рассчитать относительную погрешность проделанных измерений  $\zeta = (\Delta L / L_{\text{выч.сред.}}) 100\%$  для фиолетовых и красных волн.