

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Баминияс Владимирович  
Должность: Врио ректора  
Дата подписания: 28.11.2023 11:51:24  
Уникальный программный ключ:  
777029a1882856141bfb9e855f0a3c8b6edae59e

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ДФ ФГБОУ ВО  
«Дагестанский государственный технический университет»  
Технический колледж

«Утверждаю»

Завуч ТК

*Г.Н.Айдаева* Г.Н.Айдаева

« 02 » 09 2021г.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по ОДП 3 ФИЗИКА

для студентов по профессии СПО

**23.01.08 Слесарь по ремонту строительных машин**

Дербент, 2021 год

Методические указания по проведению лабораторных работ по дисциплине Физика предназначены для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим работам с целью освоения практических умений и навыков. Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

## **Введение**

Методические указания по проведению лабораторных и практических работ разработаны согласно рабочим программам по учебной дисциплине Физика и требованиям к умениям и знаниям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО).

Лабораторные работы направлены на освоение следующих умений и знаний согласно ФГОС СПО.

### **уметь:**

- экспериментально находить коэффициент трения и скольжения;
- формулировать понятия: механическое движение, скорость и ускорение, система отсчета;
- изображать графически различные виды механических движений;
- различать понятия веса и силы тяжести;
- объяснять понятия невесомости;
- объяснять суть реактивного движения и различия в видах механической энергии;
- формулировать понятия колебательного движения и его видов; понятие волны;
- изображать графически гармоническое колебательное движение; применять основные положения МКТ для объяснения понятия внутренней энергии, а также изменения внутренней энергии при изменении температуры тела;
- решать качественные задачи с использованием знаний о способах изменения внутренней энергии;
- читать и строить графики зависимости между основными параметрами состояния газа, изменения температуры тел при нагревании и охлаждении;

- пользоваться термометром, калориметром, таблицами удельной теплоемкости вещества, экспериментально определять удельную теплоемкость воды;
- применять положение электронной теории для объяснения электризации тел при их соприкосновении, существование проводников и диэлектриков;
- собирать электрические цепи из последовательно и параллельного соединения;
- соединенных конденсаторов, изображать их с помощью условных обозначений и производить расчёт;
- применять положения электронной теории для объяснения электрического тока в металлах, причины электрического сопротивления, нагревание проводника электрическим током; чертить схемы электрических цепей; собирать электрическую цепь по схеме;
- измерять силу тока в электрической цепи, напряжение на концах проводника;
- определять сопротивление проводника с помощью амперметра и вольтметра: пользоваться реостатом;
- измерять ЭДС и внутреннее сопротивление источника;
- производить расчеты электрических цепей с применением законов Ома и Кирхгофа, закономерностей параллельного и последовательного соединения проводников;
- определять силу тока и напряжение по графику зависимости между этими величинами; строить графики зависимости силы и мощности тока от напряжения;
- находить по таблицам удельное сопротивление проводников, изготовленных веществ
- проводить электролиз с раствором медного купороса и определять экспериментально электрохимический эквивалент меди;

- объяснять на основе электронной теории механизм проводимости электрического тока различными средами;
- определять направление индукции и напряженности магнитного поля; направление действия сил Ампера и Лоренца;
- экспериментально исследовать действия магнитного поля на проводник с током.
- определять направление индукционного тока;
- экспериментально исследовать действие магнитного поля на катушку с током.
- объяснять на основе основных свойств волн особенности и практическое применение шкалы электромагнитных волн;
- определять экспериментально: показатель преломления среды; силу света источника при помощи фотометра; длину световой волны; наблюдать спектры;
- вычислять красную границу фотоэффекта и энергию фотоэлектронов на основе уравнения Эйнштейна.
- объяснять принцип действия квантового генератора;
- определять знак заряда и направление движения элементарных частиц по их трекам на фотографиях.
- определять продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа; рассчитывать энергетический выход ядерной реакции.
- рассчитывать энергетические термоядерные реакции.

**знать:**

- понятия: сила трения скольжения, коэффициент трения скольжения и его зависимость от различных факторов.
- основные единицы СИ

- виды механического движения в зависимости от формы траектории и скорости перемещения тела
- понятие траектории, пути, перемещения;
- различие классического и релятивистского законов сложения скоростей; относительность понятий длины и промежутков времени.
- основную задачу динамики;
- понятие массы, силы, законы Ньютона;
- основной закон динамики материальной точки;
- закон всемирного тяготения;
- понятие импульса тела, работы, мощности, механической энергии и ее видов;
- закон сохранения импульса;
- закон сохранения механической энергии;
- превращение энергии при колебательном движении;
- суть механического резонанса;
- процесс распространения колебаний в упругой среде;
- понятия: тепловое движение частиц; массы и размеры молекул; идеальный газ: изотермический, изохорный и изобарный процессы; броуновское движение; температура (мера средней кинетической энергии молекул); внутренняя энергия; работа как способ изменения внутренней энергии; теплопередача; количество теплоты; удельная теплоемкость вещества; законы и формулы: основное уравнение молекулярно-кинетической теории, уравнение Менделеева - Клапейрона, связь между параметрами состояния газа в изопроцессах; формулы для вычисления количества теплоты, выделяемой или поглощаемой; изменение температуры тела и для определения внутренней энергии уравнение теплового баланса;

- понятия: необратимость тепловых процессов, адиабатный процесс; законы и формулы: первый и второй законы термодинамики, КПД тепловых двигателей;
- практическое применение: тепловые двигатели и их применение на транспорте, в энергетике и в сельском хозяйстве; методы профилактики и борьбы с загрязнением окружающей среды;
- понятия: электрический заряд, электрическое поле; напряженность, разность потенциалов, напряжение, электроемкость, диэлектрическая проницаемость;
- законы: Кулона, сохранения заряда, принцип суперпозиции; напряженности;
- понятия: электрический ток в металлах; сила тока; плотность тока;
- строение силы и ЭДС; электрическое сопротивление и удельное электрическое сопротивление;
- законы: Ома для участка цепи и для полной цепи, Кирхгофа, Джоуля-Ленца;
- формулы: силы и плотности тока; сопротивления, ЭДС, работы и мощности тока;
- понятия: электролиз, термоэлектронная эмиссия, вакуум, плазма, собственная и примесная проводимость полупроводников, p-n-переход в полупроводниках;
- законы: Фарадея (электролиза);
- практическое применение: электролиза в металлургии и гальванотехнике; электронно-лучевая трубка; полупроводниковые приборы (диод, транзистор);
- понятия: магнитное поле, магнитная проницаемость, магнитная индукция и
- напряженность магнитного поля, магнитный поток;
- законы: Ампера, правило «Буравчика»;

- практическое применение: электроизмерительные приборы магнитоэлектрической и электромагнитной систем;
- понятия: электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, потокосцепление;
- законы: электромагнитной индукции, правило Ленца;
- понятия: открыты колебательный контур; электромагнитное поле и электромагнитная волна; принцип радиосвязи, радиолокация и телевидение; шкала электромагнитных волн; энергия электромагнитной волны и плотность потока излучения;
- формулы: связи длины волны с частотой и скоростью;
- практическое применение: радиосвязь, телевидение и радиолокация; примеры практического применения электромагнитных волн инфракрасного, ультрафиолетового и рентгеновского диапазона частот.
- понятия: свет, основные понятия фотометрии; дифракция, интерференция, дисперсия и поляризация света;
- законы: отражение и преломление, полного внутреннего отражения света; принцип постоянства скорости света в вакууме; практическое применение: полное отражение, спектральный анализ;
- понятия: фотон, фотоэффект, корпускулярно-волновой дуализм, люминесценция;
- законы: фотоэффекта;
- практическое применение: устройство и принцип действия фотоэлемента; примеры технического использования фотоэлементов;
- понятия: ядерная модель атома, атомное ядро;
- понятия: радиоактивность, изотоп, ядерные реакции, энергия связи, радиоактивный распад, цепная реакция деления, элементарная частица, атомное ядро, ядерные силы;
- законы: радиоактивного распада;

- практическое применение: устройство и принцип действия ядерного реактора;
- основные этапы развития перспективы получения энергии помощью термоядерных реакций;

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат теоретические основы, которыми студенты должны владеть перед проведением лабораторной работы; описание приборов и материалов; рекомендации по проведению самостоятельных исследований.

## **Теоретическая подготовка**

Теоретическая подготовка необходима для проведения физического эксперимента, должна проводиться обучающимися в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать внимательным разбором руководства к данной лабораторной работе.

Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса. Для самоконтроля в каждой работе приведены контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать четкие, правильные ответы. Теоретическая подготовка завершается предварительным составлением отчета со следующим порядком записей:

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Оборудование.
4. Ход работы (включает рисунки, схемы, таблицы, основные формулы для определения величин, а так же расчетные формулы для определения погрешностей измеряемых величин).
5. Расчеты – окончательная запись результатов работы.
6. Вывод.

### **Ознакомление с приборами, сборка схем**

Приступая к лабораторным работам, необходимо:

1. получить у преподавателя приборы, требуемые для выполнения работы;
2. разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными;
3. пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в пособии, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать установку;
4. сборку электрических схем следует производить после тщательного изучения правил выполнения лабораторных работ по электричеству.

## **Проведение опыта и измерений**

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

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

## **Критерии оценок лабораторных работ**

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

**Оценка «4» (хорошо)** ставится, если выполнены требования к оценке 5, но было допущено два-три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочета.

**Оценка «3» (удовлетворительно)** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка «2» (неудовлетворительно)** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Лабораторные работы выполняются по письменным инструкциям, которые приводятся в данном пособии. Каждая инструкция содержит краткие теоретические сведения, относящиеся к данной работе, перечень необходимого оборудования, порядок выполнения работы, контрольные вопросы.

Внимательное изучение методических указаний поможет выполнить работу.

Небрежное оформление отчета, исправление уже написанного недопустимо.

В конце занятия преподаватель ставит зачет, который складывается из результатов наблюдения за выполнением практической части работы, проверки отчета, беседы в ходе работы или после нее. Все лабораторные работы должны быть выполнены и защищены в сроки, определяемые программой или календарным планом преподавателя. Студенты, не получившие зачет, к экзамену не допускаются.

Лабораторные работы и практические занятия (ЛПР) - основные виды учебных занятий, направленные на экспериментальное подтверждение и теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

## **Методические указания к выполнению лабораторных и практических работ для обучающихся**

1. К выполнению лабораторных работ необходимо подготовиться до начала занятия в лаборатории. Кроме описания работы в данном учебном пособии, используйте рекомендованную литературу и конспект лекций. К выполнению работы допускаются только подготовленные обучающиеся.
2. При проведении эксперимента результаты измерений и расчетов записывайте четко и кратко в заранее подготовленные таблицы.
3. При обработке результатов измерений:
  - А) помните, что точность расчетов не может превышать точности прямых измерений;
  - Б) результаты измерений лучше записывать в виде доверительного интервала.
4. Отчеты по лабораторным работам оформляются согласно требованиям ЕСКД и должны включать в себя следующие пункты:
  - название лабораторной работы и ее цель;
  - используемое оборудование;
  - порядок выполнения лабораторной работы;
  - далее пишется «Ход работы» и выполняются этапы лабораторной работы, согласно выше приведенному порядку записываются требуемые теоретические положения, результаты измерений, обработка результатов измерений, заполнение требуемых таблиц и графиков, по завершении работы делается вывод.
5. При подготовке к сдаче лабораторной работы, необходимо ответить на предложенные контрольные вопросы.
6. Если отчет по работе не сдан во время (до выполнения следующей работы) по неуважительной причине, оценка за лабораторную работу снижается.

## **Техника безопасности при выполнении лабораторных и практических работ**

- Вход в лабораторию осуществляется только по разрешению преподавателя.
- На первом занятии преподаватель проводит инструктаж по технике безопасности и напоминает обучающимся о бережном отношении к лаборатории и о материальной ответственности каждого из них за сохранность оборудования и обстановки лаборатории.
- При обнаружении повреждений оборудования персональную ответственность несут обучающиеся, выполнявшие лабораторную работу на этом оборудовании. Виновники обязаны возместить материальный ущерб колледжу.
- При ознакомлении с рабочим местом проверить наличие комплектности оборудования и соединительных проводов (в случае отсутствия, какого либо элемента, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю).
- Если во время проведения опыта замечены какие-либо неисправности оборудования, необходимо немедленно сообщить об этом преподавателю.
- После окончания лабораторной работы рабочее место привести в порядок.
- Будьте внимательны, дисциплинированы, осторожны, точно выполняйте указания преподавателя.
- Не оставляйте рабочего места без разрешения преподавателя.
- Располагайте приборы, материалы, оборудование на рабочем месте в порядке, указанном преподавателем.
- Не держите на рабочем месте предметы, не требующиеся при выполнении задания.
- Перед тем как приступить к работе, уясните ход ее выполнения.
- Постоянно следите за исправностью всех креплений в приборах, предназначенных для вращения.

- При выполнении опыта колебаний груза на стальном полотне или подвешенного на нити груза, следует надежно укрепить груз, чтобы он не сорвался.
- При изучении свободного падения тел на пол следует положить мешочек с песком.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## Измерение ускорения тела при равноускоренном движении.

### 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Изучение равноускоренного движения тела по наклонной плоскости.
- Определение ускорения шарика, движущегося по наклонному желобу.

### 2. ТЕОРИЯ

Движение, при котором скорость тела изменяется за равные промежутки времени, называется равноускоренным. Основной характеристикой равноускоренного движения является ускорение:  $a = \frac{\Delta \vec{V}}{t} \left[ \frac{м}{с^2} \right]$ ,

которое показывает быстроту изменения скорости. Ускорение движения некоторых тел можно определить опытным путем, например, ускорение движущегося шарика по желобу. Для этого используется уравнение равноускоренного движения:  $S = V_0 t + \frac{at^2}{2}$ . Если  $V_0 = 0$ , то  $S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow a = \frac{2S}{t^2}$ .

При измерениях величин допускаются некоторые погрешности, поэтому нужно проводить несколько опытов и вычислений и найти среднее значение  $a_{cp}$ .

### 3. ОБОРУДОВАНИЕ

- желоб;
- шарик;
- штатив с муфтами и лапкой;
- металлический цилиндр;
- линейка;
- секундомер.

### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

4.1 Собрать установку.

4.2 Пустить шарик с верхнего конца желоба, определить время движения шарика до столкновения с цилиндром, находящимся на другом конце желоба.

4.3 Измерить длину перемещения  $S_1$  шарика.

4.4 Подставив значения  $t_1$  и  $S_1$ , определите ускорение  $a_1$ , подставив в уравнение  $a = \frac{2S}{t^2}$ .

4.5 Не меняя угол наклона желоба повторить опыт еще 4 раза, определить для каждого опыта значение  $a_n$ .

4.6 Определить среднее значение ускорения:  $a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5}$ .

4.7 Результаты измерений и вычислений записать в таблицу.

4.8 Оформить работу, сделать вывод, ответить на контрольные вопросы, решить задачу.

### 5. ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ

№ опыт а	Длина пути $S_n$ , м	Время движения $t_n$ , с	Ускорение $a$ , $\frac{м}{с^2}$	Среднее значение ускорения $a$ , $\frac{м}{с^2}$	Погрешност и $[\Delta a]$

### 6. РАСЧЕТЫ

В данном разделе необходимо записать расчеты для каждого опыта и записать значение  $a = a_{cp} \pm \Delta a_{cp}$

### 7. ВЫВОД

### 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

8.1 Что такое мгновенная скорость? Средняя скорость? Как определяются?

8.2 Написать уравнение равноускоренного движения и свободного падения тел.

8.3 Решить задачу:

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Через сколько секунд оно будет на высоте 25 метров? (Смысл ответа пояснить).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### Исследование движения под действием постоянной силы

#### Цель работы:

измерить начальную скорость тела, брошенного горизонтально.

#### Оборудование:

штатив с муфтой и зажимом, изогнутый желоб, металлический шарик, лист бумаги, лист копировальной бумаги, отвес, измерительная лента.

#### Описание работы.

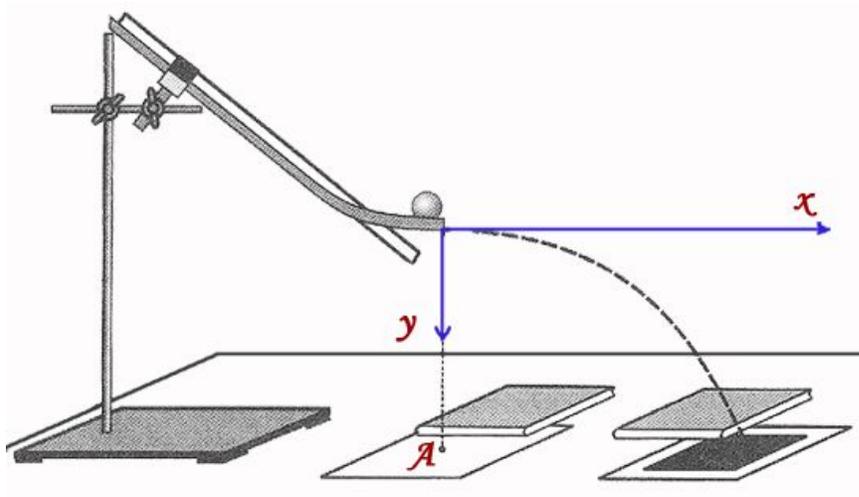
Шарик скатывается по изогнутому желобу, нижняя часть которого горизонтальна. После отрыва от желоба шарик движется по параболе, вершина которой находится в точке отрыва шарика от желоба. Выберем систему координат, как показано на рисунке. Начальная высота шарика  $h$  и

$$h = \frac{gl^2}{2v_0^2}$$

дальность полета  $l$  связаны соотношением . Согласно этой формуле при уменьшении начальной высоты в 4 раза дальность полета уменьшается в 2 раза. Измерив  $h$  и  $l$ , можно найти скорость шарика в момент отрыва от

желоба по формуле  $v_0 = l \sqrt{\frac{g}{2h}}$

#### ХОД РАБОТЫ:



1. Соберите установку, изображенную на рисунке. Нижний участок желоба должен быть горизонтальным, а расстояние  $h$  от нижнего края

желоба до стола должно быть равным 40 см. Лапки зажима должны быть расположены вблизи верхнего конца желоба.

2. Положите под желобом лист бумаги, придавив его книгой, чтобы он не сдвигался при проведении опытов. Отметьте на этом листе с помощью отвеса точку А, находящуюся на одной вертикали с нижним концом желоба.
3. Поместите в желоб шарик так, чтобы он касался зажима, и отпустите шарик без толчка. Заметьте (примерно) место на столе, куда попадет шарик, скатившись с желоба и пролетев по воздуху. На отмеченное место положите лист бумаги, а на него — лист копировальной бумаги «рабочей» стороной вниз. Придавите эти листы книгой, чтобы они не сдвигались при проведении опытов.
4. Снова поместите в желоб шарик так, чтобы он касался зажима, и отпустите без толчка. Повторите этот опыт 5 раз, следя за тем, чтобы лист копировальной бумаги и находящийся под ним лист не сдвигались. Осторожно снимите лист копировальной бумаги, не сдвигая находящегося под ним листа, и отметьте какую-либо точку, лежащую между отпечатками. Учтите при этом, что видимых отпечатков может оказаться меньше 5-ти, потому что некоторые отпечатки могут слиться.
5. Измерьте расстояние  $l$  от отмеченной точки до точки А, а также расстояние  $L$  между крайними отпечатками.
6. Повторите пункты 1-5, опустив желоб так, чтобы расстояние от нижнего края желоба до стола было равно 10 см (начальная высота). Измерьте соответствующее значение дальности полета и вычислите отношения  $h_1 / h_2$  и  $l_1 / l_2$ .
7. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу.

№ опыта	$h, м$	$l, м$	$h_1 / h_2$	$l_1 / l_2$
1				
2				

8. По результатам первого опыта вычислите значение начальной

скорости, используя формулу 
$$v_0 = l \sqrt{\frac{g}{2h}}$$

Запишите вывод: что вы измеряли и какой получен результат.

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

## Определение жесткости пружины

**1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** найти жесткость пружины из измерений удлинения пружины при различных значениях силы тяжести  $\vec{F} = m\vec{g}$ , уравновешивающей силу упругости  $\vec{F}_{упр}$ , на основе закона Гука:  $k = \frac{F_{упр}}{x}$ .

## 2. ОБОРУДОВАНИЕ:

1. штатив с муфтой и лапкой,
2. спиральная пружина,
3. набор грузов, масса каждого равна  $m_0 = 0,100$  кг,
4. линейка с миллиметровыми делениями.

В каждом из опытов жесткость определяется при разных значениях силы упругости и удлинения, т.е. условия опыта меняются. Поэтому для нахождения среднего значения жесткости нельзя вычислить среднее арифметическое результатов измерений. Воспользуемся графическим способом нахождения среднего значения, который может быть применен в таких случаях. По результатам нескольких опытов построим график зависимости модуля силы упругости  $\vec{F}_{упр}$  от модуля удлинения  $x$ . При построении графика по результатам опыта экспериментальные точки могут не оказаться на прямой, которая соответствует формуле  $F_{упр} = kx$ . 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 упругости и удлинения и вычислите жесткость  $k$ . Она и будет искомым средним значением жесткости пружины  $k_{ср}$ .

В данной работе  $k = \frac{mg}{x}$ .

## 3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Закрепите на штативе конец спиральной пружины.
2. Рядом с пружиной или за ней установите и закрепите линейку с миллиметровыми делениями.
3. Отметьте и запишите то деление линейки, против которого приходится стрелка-указатель пружины.
4. Подвесьте к пружине груз известной массы и измерьте вызванное им удлинение пружины.
5. К первому грузу добавьте второй, третий и т.д. грузы, записывая каждый раз удлинение  $x$  пружины. По результатам измерений заполните

таблицу:

#### 4. ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ

Номер опыта	m, кг	mg, Н	F <sub>упр</sub> , Н	x, м

- б. По результатам измерений постройте график зависимости силы упругости от удлинения и, пользуясь им, определите среднее значение жесткости пружины  $k_{cp}$ .

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

Измерение коэффициента трения скольжения.

Проверяемые У,З, ОК: У1,У2, У3, У4, З1, З2, З3, ОК1, ОК4,ОК3

**Цель работы:** определить коэффициент трения деревянного бруска, скользящего по деревянной линейке.

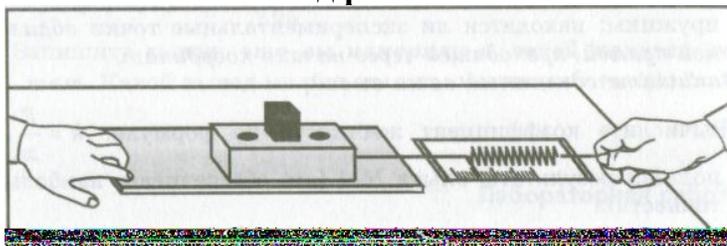
**Оборудование:** динамометр, деревянный брусок, набор грузов, линейка.

### Описание работы.

Если тянуть брусок с грузом по горизонтальной поверхности так, чтобы брусок двигался равномерно, прикладываемая к бруску горизонтальная сила равна по модулю силе трения скольжения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на брусок со стороны поверхности. Модуль силы трения  $F_{\text{тр}}$  связан с модулем силы нормального давления  $N$  соотношением  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . Измерив  $F_{\text{тр}}$  и  $N$ , можно найти коэффициент трения  $\mu$  по формуле

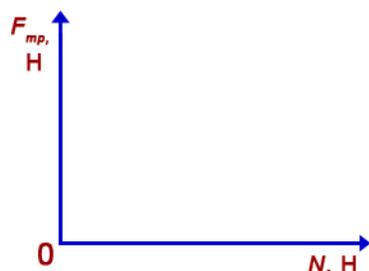
$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N}$$

### Ход работы.



- 1) Определите с помощью динамометра вес бруска  $P_{\text{бр}}$  и запишите в приведенную ниже таблицу.
- 2) Положите брусок на горизонтально расположенную деревянную линейку. На брусок поставьте груз.
- 3) Поставив на брусок один груз, тяните брусок равномерно по горизонтальной линейке, измеряя с помощью динамометра прикладываемую силу. Повторите опыт, поставив на брусок 2 и 3 груза. 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  $F_{тр}$ , выберите удобный масштаб и нанесите полученные три экспериментальные точки.



- 5) Оцените (качественно), подтверждается ли на опыте, что сила трения прямо пропорциональна силе нормального давления: находятся ли все экспериментальные точки вблизи одной прямой, проходящей через начало координат.
- 6) Запишите сделанный вами вывод.
- 7) Вычислите коэффициент трения по формуле, используя результаты опыта № 3 (это обеспечивает наибольшую точность) и запишите его значение.

№п/п	$P_{бр}, Н$	$N, Н$	$F_{тр}, Н$

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Определение относительной влажности воздуха.

**Цель работы:** на опыте научиться измерять относительную и абсолютную влажность воздуха.

**Оборудование:** термометр, стакан с водой, салфетка, психрометрическая таблица.

**Теория.** В атмосферном воздухе всегда содержится водяной пар. Для оценки его количества в воздухе используют понятия абсолютной и относительной влажности воздуха.

Абсолютной влажностью воздуха называют плотность водяных паров то есть массу водяного пара, содержащегося в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Относительной влажностью воздуха называют отношение абсолютной влажности воздуха к плотности насыщенных водяных паров при данной температуре, выраженное в %:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} 100\%$$

Плотность насыщенных водяных паров является их постоянной характеристикой при данной температуре и вносится в таблицу «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах». Температуру, при которой водяной пар становится насыщенным, называют точкой росы.

Относительную влажность воздуха можно определить с помощью психрометрической таблицы, измеряя температуру воздуха сухим и влажным термометром.

## **Порядок выполнения работы.**

1. Определите температуру окружающего воздуха с помощью термометра  $t_1$ , °С и внесите ее в таблицу.
2. Слегка смочив салфетку, обмотайте ею шарик термометра и наблюдайте за понижением температуры.
3. После того, как столбик спирта в термометре перестанет опускаться, определите показания влажного термометра  $t_2$ , °С и внесите их в таблицу.
4. Рассчитайте разность показаний сухого и влажного термометра и внесите их в таблицу:

$$\Delta t = t_1 - t_2$$

5. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха внесите ее в таблицу.

6. С помощью таблицы «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах» определите значение плотности насыщенных водяных паров  $\rho_n$ , кг/м<sup>3</sup> и внесите его в таблицу.

7. Из формулы относительной влажности воздуха

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_n} 100\%$$

выразите абсолютную влажность воздуха:

$$\rho = \frac{\rho_n \varphi}{100\%}$$

и рассчитайте ее значение.

8. С помощью таблицы «Давление насыщенных паров и их плотность при различных температурах» определите точку росы, используя значение абсолютной влажности воздуха.

Температура сухого термометра, $t_1, ^\circ\text{C}$	Температура влажного термометра, $t_2, ^\circ\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометра $\Delta t, ^\circ\text{C}$	Относительная влажность воздуха $\varphi, \%$	Плотность насыщенных водяных паров, $\rho_n, \text{кг/м}^3$	Абсолютная влажность воздуха, $\rho, \text{кг/м}^3$	Точка росы, $t, ^\circ\text{C}$

Сделайте вывод, исходя из цели работы.

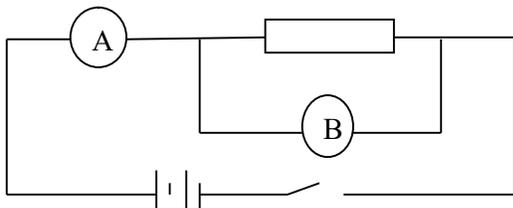
# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

## Определение удельного сопротивления проводника

**Цель работы:** определить удельное сопротивление проводника

**Оборудование:** проводник на линейке (реохорд), источник тока, амперметр, вольтметр, ключ, соединительные провода, микрометр, реостат.

**Схема установки:**



### Порядок выполнения работы:

1. Измерьте микрометром диаметр сечения исследуемого проводника
2. Соберите схему
3. Измерьте длину той части проводника, по которой протекает электрический ток
4. Измерьте силу тока и напряжение на проводнике
5. Вычислите удельное сопротивление
6. Повторите опыт еще 5 раз при других токах, напряжении и другой длине проводника
7. Рассчитайте погрешности и заполните таблицу
8. Рассчитать погрешности и заполнить таблицу

d(мм)	L(м)	U(В)	I(А)	$\rho$ (Ом м)
$\Delta d()$	$\Delta L()$	$\Delta U()$	$\Delta I()$	$\Delta \rho()$

9. Запишите среднее значение удельного сопротивления

$$\rho = (\rho_{\text{ср}} \pm \Delta \rho)$$

10. Укажите из какого материала сделан проводник

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

### Изучение последовательного и параллельного соединения проводников

**Цель работы:** экспериментально проверить утверждение о том, что для электрической цепи, содержащий два последовательных соединений сопротивления  $R_1$  и  $R_2$ , справедливы равенства:  $R_{12} = R_1 + R_2$ ;  $U_{12} = U_1 + U_2$  и  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$ , где  $U_1$  и  $U_2$  – падения напряжения на соответствующих сопротивлениях и экспериментально проверить утверждение о том, что для электрической цепи, содержащей два параллельно соединенных участка, справедливы равенства:  $I_{12} = I_1 + I_2$ ;  $1/R_{12} = 1/R_1 + 1/R_2$  и  $I_1 / I_2 = R_2 / R_1$ , где  $I_1$  и  $I_2$  – токи, протекающие через соответствующие сопротивления.

**Оборудование:** • источник электропитания

- резистор  $R_1$
- резистор  $R_2$
- амперметр
- вольтметр
- ключ
- соединительные провода.

Схема установки для выполнения работы показана на рисунке 1. К источнику питания подключают электрическую цепь, состоящую из двух проволочных сопротивлений, амперметра и ключа, соединенных последовательно. Напряжение измеряют вольтметром, который в ходе опыта подключают к различным участкам цепи.

Сопротивление участков цепи определяют по показаниям амперметра и вольтметра на основе закона Ома для участков цепи  $R = U/I$ .

## Ход работы

### Опыт 1

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

I, A	U <sub>1</sub> , В	U <sub>2</sub> , В	U <sub>12</sub> , В	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R <sub>12</sub> , Ом	U <sub>1</sub> /U <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> /R <sub>1</sub>

2. Нарисуйте в тетради схему электрической цепи (рис. 1).

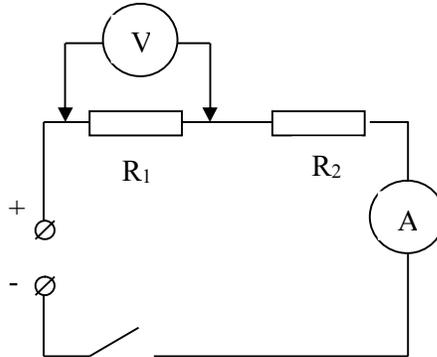


Рис 1

3. Соберите установку и измерьте силу тока в цепи I и напряжение U<sub>1</sub> на первом сопротивлении R<sub>1</sub>.

4. Измените схему установки так, чтобы она позволяла измерить напряжение на втором сопротивлении. Схему зарисуйте в тетрадь.

5. Измерьте напряжение U<sub>2</sub> на втором сопротивлении R<sub>2</sub>

6. Вычислите сумму напряжений U<sub>1</sub>+U<sub>2</sub>.

7. Измените схему установки так, чтобы она позволяла измерить общее напряжение на двух сопротивлениях. Схему зарисуйте в тетрадь.

8. Измерьте общее напряжение на двух сопротивлениях U<sub>12</sub>.

9. Проверьте, выполняется ли равенство: U<sub>12</sub> = U<sub>1</sub> + U<sub>2</sub>.

10. По данным произведенных измерений вычислите величины сопротивлений R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> и R<sub>12</sub>.

11. Вычислите сумму R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub> и проверьте справедливость равенства R<sub>12</sub> = R<sub>1</sub> + R<sub>2</sub>.

12. Вычислите отношения  $\frac{U_1}{U_2}$  и  $\frac{R_2}{R_1}$  и проверьте справедливость

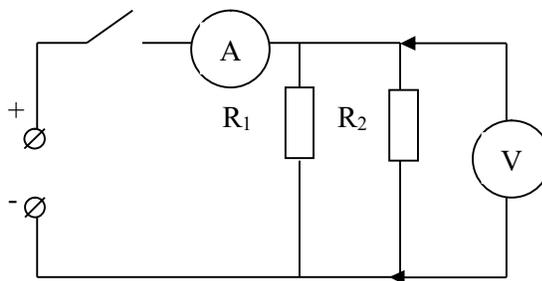
равенства  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2}{R_1}$ .

### Опыт 2

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

U, В	I <sub>1</sub> , А	I <sub>2</sub> , А	I <sub>12</sub> , А	R <sub>1</sub> , Ом	1/R <sub>1</sub> , 1/Ом	R <sub>2</sub> , Ом	1/R <sub>2</sub> , 1/Ом	R <sub>12</sub> , Ом	1/R <sub>12</sub> , 1/Ом	I <sub>1</sub> /I <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> /R <sub>1</sub>

2. Нарисуйте в тетради схему электрической цепи.



3. Соберите установку и измерьте напряжение U и силу тока в первом сопротивлении I<sub>1</sub>

4. Измерьте схему установки так, чтобы она позволяла измерить силу тока во втором сопротивлении. Схему зарисуйте в тетрадь.

5. Соберите установку и измерьте силу тока во втором сопротивлении I<sub>2</sub>.

6. Вычислите сумму токов I<sub>1</sub> + I<sub>2</sub>.

7. Измените схему установки так, чтобы она позволяла измерить общую силу тока в цепи I<sub>12</sub>.

8. Проверьте, выполняется ли равенство I<sub>12</sub> = I<sub>1</sub> + I<sub>2</sub>.

9. По данным проверенных измерений вычислите величины сопротивлений R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> и R<sub>12</sub>, а также величины 1/R<sub>1</sub>, 1/R<sub>2</sub>, 1/R<sub>12</sub>.

10. Вычислите сумму 1/R<sub>1</sub> + 1/R<sub>2</sub> и проверьте справедливость равенства 1/R<sub>12</sub> = 1/R<sub>1</sub> + 1/R<sub>2</sub>.

11. Вычислите отношения  $I_1/I_2$  и  $R_2/R_1$  и проверьте справедливость равенства  $I_1/I_2 = R_2/R_1$

**Контрольные вопросы:**

1. Какие сопротивления можно получить, имея три резистора по 6 кОм?
2. Сопротивление одного из последовательно включенных проводников в  $n$  раз больше сопротивления другого. Во сколько раз изменится сила тока в цепи (напряжение постоянно), если эти проводники включить параллельно?
3. Какую гидродинамическую аналогию можно использовать для моделирования последовательного и параллельного соединения проводников?
4. Как зависит мощность, выделяемая в проводниках с током, от типа их соединения?
5. Как соединены потребители электроэнергии в квартирах? Почему?
6. Как соединены лампочки в елочной гирлянде?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

**Исследование зависимости мощности, потребляемой лампой накаливания, от напряжения на её зажимах.**

**Цель работы:** исследовать зависимость мощности, потребляемой лампой накаливания, от напряжения на ее зажимах.

**Теория.** *Мощность тока* - величина, характеризующая, с какой скоростью совершается работа тока.

Так как работа тока может быть определена по формуле  $A = I \cdot U \cdot t$ , то мощность тока  $P$  можно вычислить, зная величину тока  $I$  и напряжения  $U$ :

$$P = U \cdot I \text{ [Вт]}$$

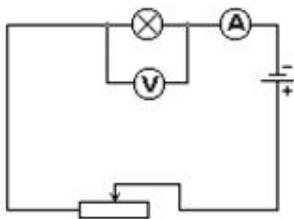
Из формулы видно, что мощность тока зависит от напряжения. Исследование зависимости мощности тока от напряжения и является целью этой работы.

**Приборы и принадлежности:** Источник электрической энергии; осветитель с лампой 6,3 В; 0,28 А; амперметр; вольтметр; ключ; реостат ползунковый; соединительные провода.

### Порядок выполнения работы:

1. Работа с электрической схемой.

1.1. Составить цепь по схеме, изображенной на рис. 1.1, для этого нужно знать, что:



**Рисунок 1.1.**

1.2. Амперметр подключается в электрическую цепь последовательно и измеряет силу тока в цепи.

1.3. Вольтметр подключается в электрическую цепь для определения напряжения на лампочке.

1.4. Реостат служит для регулирования схемы тока в электрической цепи.

2. Определить мощность электрической лампы в собранной схеме.

2.1. Замкнуть цепь и при помощи реостата, установить наименьшее значение напряжения.

2.2. Постепенно выводя реостат, записывать значения напряжения силы тока. Поступать так, пока не будет достигнуто то напряжение, на которое рассчитана лампочка (номинальное напряжение). Достаточно трёх показаний амперметра и вольтметра.

2.3. Для каждого значения напряжения мощность, потребляемую лампой, подсчитать по формуле:  $P = U \cdot I$

3. Для каждого значения напряжения вычислить:

3.1. Сопротивление нити лампы по формуле:  $R = \frac{U}{I}$

3.2. Температуру нити лампы по формуле:  $T = \frac{R_1 - R_0}{R_0 \cdot \alpha}$ ,

где  $\alpha = 0,004 \frac{1}{K}$  температурный коэффициент сопротивления вольфрама;  $R_0$  – сопротивление нити лампы при  $0^{\circ}C$  ( $R_0 = 1,5 \text{ Ом}$ ).

4. Результаты всех измерений и вычислений записать в таблицу 4.1.:

Таблица 1.

№ опыта	Тип лампы	Напряжение U, В	Сила тока I, А	Мощность P, Вт	Сопротивление R, Ом	Температура T, К	Температура t, $^{\circ}C$
1.							
2.							
3.							

5. Сделать вывод о проведённой работе.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

## Наблюдение явления электромагнитной индукции

**Цель работы** - изучить явление электромагнитной индукции.

**Приборы:** миллиамперметр, катушка-моток, магнит дугообразный, магнит полосовой.

### Порядок выполнения работы

#### I. Выяснение условий возникновения индукционного тока.

1. Подключите катушку-моток к зажимам миллиамперметра.
2. Наблюдая за показаниями миллиамперметра, отметьте, возникал ли индукционный ток, если:
  - в неподвижную катушку вводить магнит,
  - из неподвижной катушки выводить магнит,
  - магнит разместить внутри катушки, оставляя неподвижным.
3. Выясните, как изменялся магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий катушку в каждом случае. Сделайте вывод о том, при каком условии в катушке возникал индукционный ток.

#### II. Изучение направления индукционного тока.

1. О направлении тока в катушке можно судить по тому, в какую сторону от нулевого деления отклоняется стрелка миллиамперметра. Проверьте, одинаковым ли будет направление индукционного тока, если:
  - вводить в катушку и удалять магнит северным полюсом;
  - вводить магнит в катушку магнит северным полюсом и южным полюсом.
2. Выясните, что изменялось в каждом случае. Сделайте вывод о том, от чего зависит направление индукционного тока.

#### III. Изучение величины индукционного тока.

1. Приближайте магнит к неподвижной катушке медленно и с большей скоростью, отмечая, на сколько делений ( $N_1$ ,  $N_2$ ) отклоняется стрелка миллиамперметра.
2. Приближайте магнит к катушке северным полюсом. Отметьте, на сколько делений  $N_1$  отклоняется стрелка миллиамперметра. К северному полюсу дугообразного магнита приставьте северный полюс полосового магнита. Выясните, на сколько делений  $N_2$  отклоняется стрелка миллиамперметра при приближении одновременно двух магнитов.

3. Выясните, как изменялся магнитный поток в каждом случае. Сделайте вывод, от чего зависит величина индукционного тока.

*Ответьте на вопросы:*

1. В катушку из медного провода сначала быстро, затем медленно вдвигают магнит. Одинаковый ли электрический заряд при этом переносится через сечение провода катушки?

2. Возникнет ли индукционный ток в резиновом кольце при введении в него магнита?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

### *Определение показателя преломления стекла*

**Цель работы:** определить показатель преломления стекла с помощью плоскопараллельной пластинки.

**Оборудование:** плоскопараллельная пластинка, булавки, линейка, транспортир.

### **Теория:**

Известно, что скорость света в веществе  $v$  всегда меньше скорости света в вакууме  $c$ .

Отношение скорости света в вакууме  $c$  к ее скорости в данной среде  $v$  называется абсолютным показателем преломления:

$$n = \frac{c}{v}$$

Словосочетание «абсолютный показатель преломления среды» часто заменяют «показатель преломления среды».

Законы преломления:

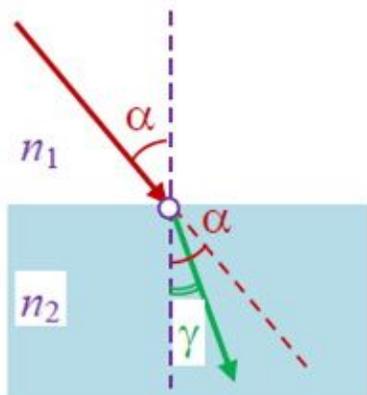
1. Отношение синуса угла падения  $\alpha$  к синусу угла преломления  $\gamma$  есть величина постоянная для двух данных сред  $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1}$

2. лучи, падающий и преломленный, лежат в одной плоскости с перпендикуляром, проведенным в точке падения луча к плоскости границы раздела двух сред.

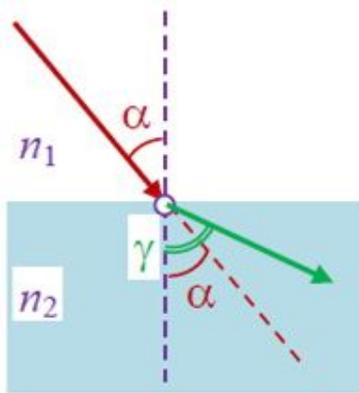
Для преломления выполняется принцип обратимости световых лучей: луч света, распространяющийся по пути преломленного луча, преломившись в точке  $O$  на границе раздела сред, распространяется дальше по пути падающего луча. Из закона преломления следует, что если вторая среда оптически более плотная через первая среда,

Из закона преломления следует, что если вторая среда оптически более плотная через первая среда, то  $n_2 > n_1$ , то  $\alpha > \gamma$ , ( $\frac{n_2}{n_1} > 1 \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} > 1$ ) (рис.1)

если  $n_2 < n_1$ , то  $\Rightarrow \alpha < \gamma$  (рис. 2)



(рис. 1)

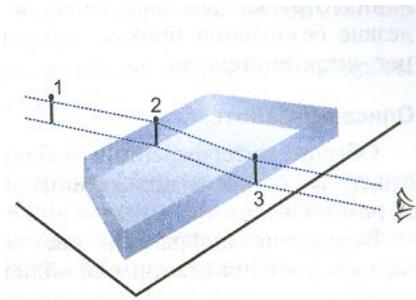


(рис. 2)

После прохождения через стеклянную плоскопараллельную пластинку луч света смещается, однако его направление остается прежним. Анализируя ход луча света, можно с помощью геометрических построений определить показатель преломления стекла  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - соответственно угол падения и угол преломления светового луча.

### Ход работы:

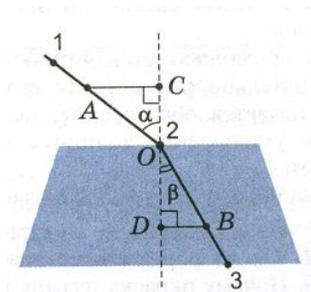
1. Положите на стол лист картона, а на него – стеклянную пластинку.
2. Воткните в картон по одну сторону пластинки две булавки – 1 и 2 так, чтобы булавка 2 касалась грани пластинки. Они будут отмечать направление падающего луча.
3. Глядя сквозь пластинку, воткните третью булавку так, чтобы смотреть сквозь пластинку, она закрывала первые две. При этом третья булавка тоже должна касаться пластины.



4. Уберите булавки, обведите пластину карандашом и в местах проколов листа

картона булавками поставьте точки.

5. Начертите падающий луч 1-2, преломленный луч 2-3, а также перпендикуляр к границе пластинки.
6. Отметьте на лучах точки А и В такие, что  $OA=OB$ . Из точек А и В опустите перпендикуляры АС и ВD на перпендикуляр к границе пластинки.



7. Измерив АС и ВD, вычислите показатель преломления стекла, используя формулы:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}; \sin \alpha = \frac{AC}{OA}; \sin \beta = \frac{BD}{OB} = \frac{BD}{OA}; n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{AC}{BD}$$

8. Повторите опыт и расчеты, изменив угол падения  $\alpha$ .
9. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ опыта	АС, мм	BD, мм	n

10. Сделайте вывод.

**Требование к отчету:**

1. Цель работы
2. Оборудование
3. Теория
4. Таблица
5. Выводы
6. Ответы на вопросы и решение задач.

**Контрольные вопросы:**

1. Определите, на какой угол отклонится световой луч от своего первоначального направления при переходе из воздуха в воду, если угол падения  $\alpha = 75^\circ$ .
2. Физический смысл абсолютного показателя преломления.
3. Что такое явление полного внутреннего отражения?
4. Где используется явление полного внутреннего отражения?
5. В дно водоёма глубиной 1,5 м вбита свая, которая выступает из воды на 30 см. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения солнечных лучей  $45^\circ$ .

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

## Определение фокусного расстояния линз

**Цель работы.** Ознакомление с простейшими оптическими системами и определение фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линз.

### Краткая теория

Простейшей оптической системой является линза, которая представляет собой тело, изготовленное из однородного прозрачного для света вещества и ограниченное двумя сферическими поверхностями. Если расстояние между ограничивающими линзу поверхностями в центре линзы  $d$  намного меньше радиусов их кривизны ( $d \ll R_1, R_2$ ), то линза называется тонкой (на рис. 1).

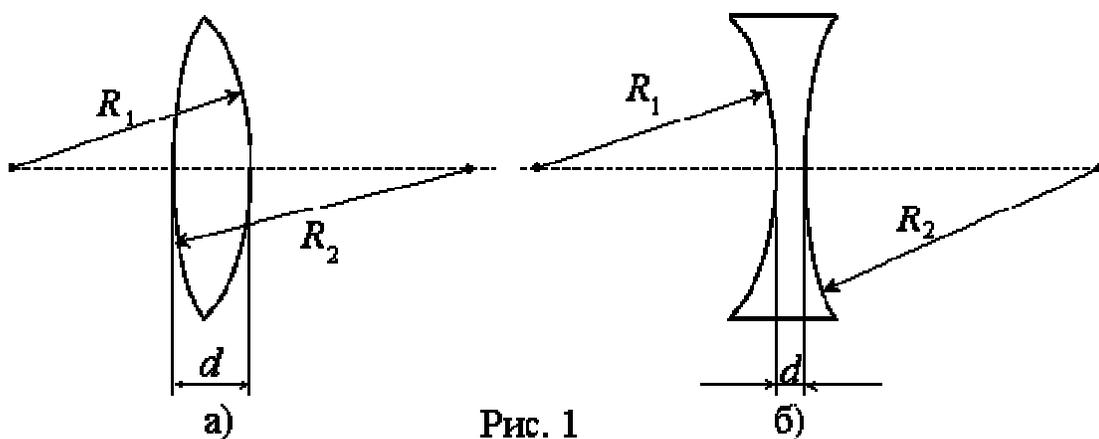
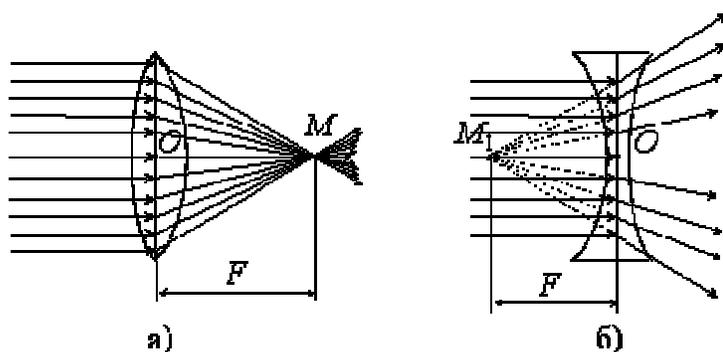


Рис. 1

На рис. 1 изображены часто применяемые на практике двояковыпуклая (а) и двояковогнутая (б) линзы.

Линия, соединяющая центры  $O_1$  и  $O_2$  ограничивающих линзу сферических поверхностей, называется *главной оптической осью*. Лучи, параллельные оптической оси, после прохождения через двояковыпуклую (собирающую) линзу сходятся в точке  $M$  на этой оси (рис. 2, а) (линза имеет два главных фокуса). Эта точка называется *главным фокусом* собирающей линзы. При прохождении через двояковогнутую (рассеивающую) линзу параллельные лучи расходятся. Точка  $M_1$  на главной оптической оси, где пересекаются продолжения этих расходящихся лучей, называется *главным фокусом*



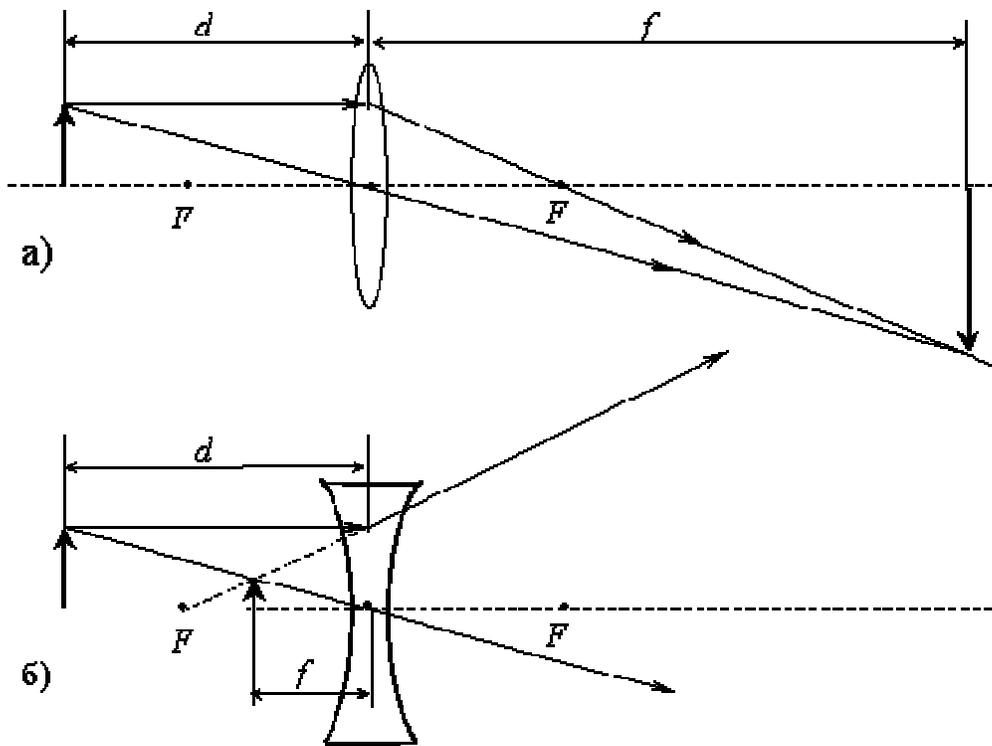
рассеивающей линзы (рис. 2, б) (этот фокус называют также *мнимым*).

Расстояние от оптического центра линзы  $O$  до главного

фокуса называется *фокусным расстоянием* линзы  $F$ . Оно зависит от величины радиусов кривизны  $R_1$  и  $R_2$ , ограничивающих ее сферических поверхностей, от величины *показателя преломления*  $n$  и материала линзы относительно окружающей среды. Эта зависимость имеет вид:

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ или } F = \frac{R_1 \cdot R_2}{(n - 1) \cdot (R_1 + R_2)}. \quad (1)$$

Величина  $1/F = D$  называется *оптической силой линзы*. Оптическая сила линзы измеряется в диоптриях. Диоптрия равна оптической силе линзы с фокусным расстоянием в один метр. Оптическая сила собирающей линзы положительна, а рассеивающей – отрицательна.



**Fig. 3**

Основным свойством линзы является ее способность давать изображения предметов. Собирающая линза дает как действительное, так и мнимое изображение, как увеличенное, так и уменьшенное изображение, как прямое, так и обратное изображение. Это зависит от того, где расположен предмет: между линзой и фокусом, либо между фокусом и двойным фокусом, либо за двойным фокусом. Рассеивающая линза всегда дает мнимое и уменьшенное изображение. Расстояние предмета от линзы  $d$  и расстояние от линзы до изображения  $f$  (рис. 3) связаны с ее фокусным расстоянием  $F$  соотношением

$$\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f} = \pm \frac{1}{F} \text{ или } F = \frac{d \cdot f}{d \pm f}. \quad (2)$$

В этой формуле знак (+) соответствует собирающей (рис. 3, а), а знак (-) – рассеивающей (рис. 3, б) линзам. Если собирающая линза дает мнимое изображение, то в формуле (2) надо перед слагаемым, содержащим величину  $f$ , ставить знак (-).

Используя формулу (2), можно экспериментально определить фокусное расстояние  $F$ . Однако точность такого непосредственного определения фокусного расстояния невелика. Это связано с тем, что при измерении расстояний  $d$  и  $f$  мы делаем относительно большие ошибки.

Существует более точный способ определения фокусного расстояния, при котором расстояния  $d$  и  $f$  не измеряются. Этот способ состоит в следующем. Определяется расстояние  $L$  между предметом<sup>\*</sup>) и экраном, на котором получается увеличенное изображение предмета при некоторых расстояниях  $d$  и  $f$  (рис. 4, а). Затем, не трогая предмет и экран, перемещают линзу в другое положение и получают уменьшенное изображение предмета при новых расстояниях  $d'$  и  $f'$  (рис. 4, б). Теперь, зная  $L$  и измерив расстояние между двумя последовательными положениями линзы, можно найти фокусное расстояние  $F$  линзы по формуле

$$F = \frac{L^2 - l^2}{4L}. \quad (3)$$

Таким образом, для определения фокусного расстояния достаточно измерить  $L$  и  $l$ .

Рассеивающая линза не дает действительного изображения на экране. Поэтому для определения фокусного расстояния рассеивающей линзы используют вспомогательную собирающую линзу с большей оптической силой, чем у рассеивающей линзы по модулю. С помощью этой вспомогательной линзы получают на экране действительное увеличенное изображение предмета. Затем, между экраном и линзой ставят рассеивающую линзу (рис. 5), при этом отчетливое изображение предмета пропадает. Отодвигая экран и смещая рассеивающую линзу, вновь добиваются отчетливого изображения предмета.

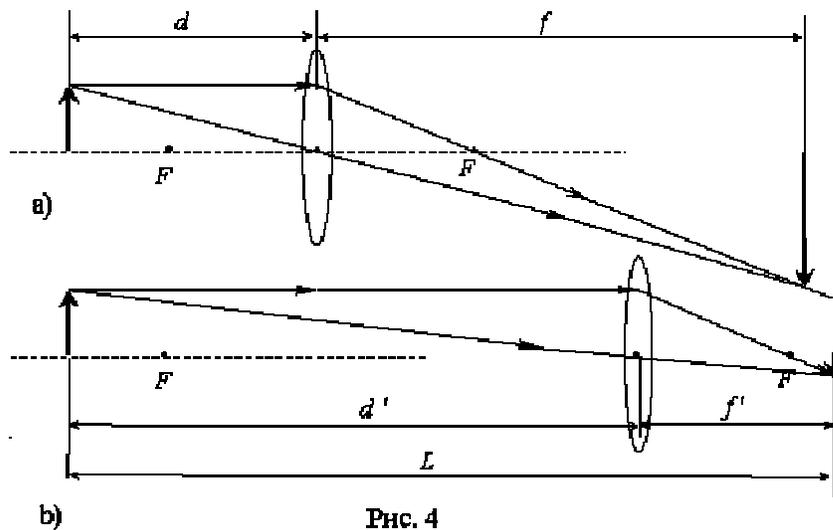


Рис. 4

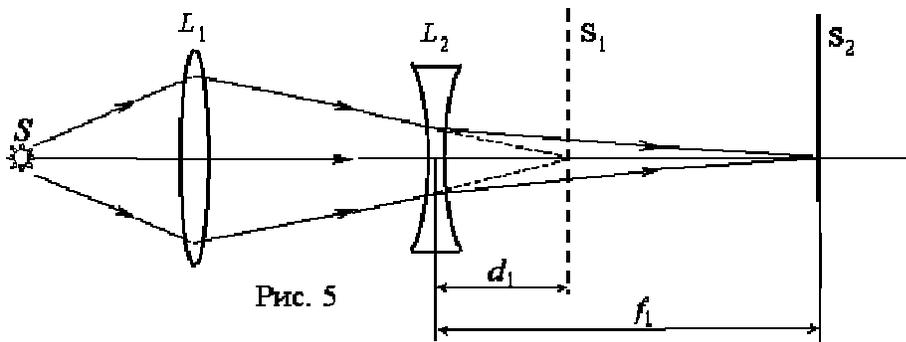


Рис. 5

Фокусное расстояние рассеивающей линзы  $F_1$  вычисляют по формуле (4), где  $d_1$  и  $f_1$  – расстояния от рассеивающей линзы до первого и второго положения экрана соответственно:

$$F_1 = \frac{d_1 f_1}{d_1 - f_1} \quad (4)$$

### Порядок выполнения работы и обработка результатов измерения

**Упражнение 1.** Определение фокусного расстояния собирающей линзы.

**Первый способ.** Перемещая по оптической скамье линзу и экран, добиваются четкого изображения сетки на экране. Измеряют величину  $d$  и  $f$  по шкале на оптической скамье по формуле (2) определяют фокусное расстояние линзы. Опыт выполняют три раза, выбирая разные  $d$  и  $f$ . Из результатов вычислений по формуле (2) для каждого опыта находят среднее значение фокусного расстояния и ошибки измерений.

**Второй способ.** На оптической скамье устанавливают экран так, чтобы расстояние  $L$  между ним и предметом было больше  $4F$  (величина  $F$  известна

из результатов измерений по первому способу). Расстояние  $L$  точно измеряют по шкале. Между предметом и экраном помещают линзу. Оставляя расстояние между предметом и экраном постоянным в течение всего опыта, перемещают линзу и, получив четкое увеличенное изображение предмета, отмечают по шкале положение линзы. Затем, переместив линзу и получив четкое уменьшенное изображение предмета, отмечают новое положение линзы. Измеряют расстояние  $l$  между двумя положениями линзы. По формуле (3) определяют фокусное расстояние  $F$ . Опыт повторяют три раза, выбирая различные  $L$  и  $l$ . Из результатов вычислений по формуле (3) для каждого опыта находят среднее значение фокусного расстояния и ошибки измерений.

### **Упражнение 2.** Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы.

Помещая между предметом и экраном только одну собирающую линзу, получают на экране четкое увеличенное изображение сетки и отмечают по линейке положение экрана (точка  $S_1$  на рис. 5). Затем, между собирающей линзой и экраном помещают рассеивающую линзу и, удаляя от нее экран, снова получают на нем четкое изображение сетки. Новое положение экрана также отмечают по линейке (точка  $S_2$  на рис. 5). Измерив расстояние от рассеивающей линзы до первого положения экрана, находят расстояние  $d_1$ ; измерив расстояние от рассеивающей линзы до второго положения экрана, находят расстояние  $f$ . По формуле (4) рассчитывают фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Опыт выполняют 3 раза, выбирая различные положения экрана при получении изображения с помощью одной собирающей линзы. Из результатов вычислений по формуле (4) для каждого опыта находят среднее значение фокусного расстояния, а затем рассчитывают ошибки измерений.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сформулируйте *закон отражения света* (все три его положения).
2. Сформулируйте *закон преломления света* (все три его положения).
3. Чему равна *скорость света* и изменяется ли она при переходе света из одной среды в другую?
4. В чём состоит физ. смысл *абсолютного показателя преломления* вещества?
5. В чём состоит смысл *относительного показателя преломления* вещества?
6. В чём состоит явление *полного внутреннего отражения* (ПВО) и при каком условии это явление происходит? Приведите примеры наблюдения ПВО в природе и применений в технике (оптических приборах, связи, медицине).

7. Напишите формулу тонкой линзы и объясните смысл входящих в неё величин.
8. Постройте ход монохроматического луча через призму  
 $n_{\text{ст}} > n_{\text{окр. среды}}$ .
9. Постройте ход монохроматического луча через стеклянную плоскопараллельную пластинку, находящуюся в воздухе.
10. По рисунку преподавателя постройте изображение предмета в линзе.
11. В чём состоит явление дисперсии света? Приведите примеры проявления этого явления в природе и применения в технике.
12. Что такое "просветление линз", как и для чего его осуществляют?
13. Опишите процесс разложения (splitting) луча белого света на составляющие его цветные лучи при прохождении белого луча через призму.
14. Объясните причину "внутренней подсветки" бриллиантов (огранённых алмазов).

## Практическая работа 2

### Определение периода дифракционной решетки

**Цель работы:** определить период дифракционной решетки.

**Оборудование:** дифракционная решетка, источник света, линейка, держатель с экраном

#### Ход работы:

1. На оптической скамье расположить последовательно: держатель с экраном, дифракционную решетку.
2. Направить решетку на свет, вращая дифракционную решетку, добиться расположения дифракционных максимумов на линейке.
3. Измерить расстояние от нулевого до первого максимума на экране слева и справа, найти их среднее арифметическое  $b$ .

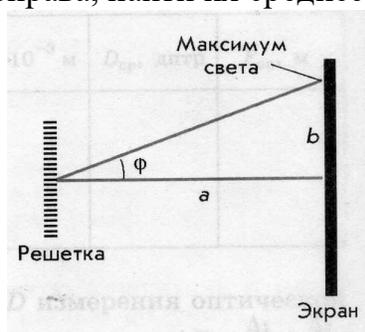


Рис 1

1. Измерить расстояние  $a$  до экрана.
2. Рассчитать  $\operatorname{tg} \varphi$ .
3. Используя таблицы Брадиса или формулу приведения из алгебры рассчитать  $\sin \varphi$ .
4. Принять длину световой волны для красного света  $660 \text{ нм}$ .
5. Из уравнения  $d \sin \varphi = k \lambda$  выразить период решетки, рассчитать его и записать результат в количестве штрихов на мм.
6. Изменить расстояние от решетки до экрана или, приложив к экрану лист белой бумаги, измерить расстояния до второго дифракционного максимума.

Таблица записи результатов измерений:

№ опыта	$A, \text{ мм}$	$b_{\text{ср}}, \text{ мм}$	$k$	$\operatorname{tg} \varphi$	$\sin \varphi$	$d, \text{ м}$	$d, \text{ штр/мм}$
1							
2							
3							

7. Определить среднее значение периода дифракционной решетки.
8. Ответить на контрольные вопросы:

- 1) Дать определение, что является когерентным источником света.

- 2) При каких условиях наблюдается дифракция света?
- 3) Прозрачная дифракционная решетка, из чего она состоит?
- 4) Какая дифракционная решетка лучше, в которой 100 или 600 штрихов на 1мм?
- 5) Для чего используется дифракционная решетка?
- 6) Какие дифракционные решетки используют для астрофизических наблюдений?
- 7) Почему имеет радужную окраску лазерный диск?
- 8) Чем отличается дифракционный спектр от дисперсионного (призматического спектра)?
- 9) Зависит ли положение главных максимумов дифракционного спектра от числа щелей решетки?
- 10) Почему дифракционные спектры всех порядков начинаются с фиолетовой полосы, а заканчиваются красной?

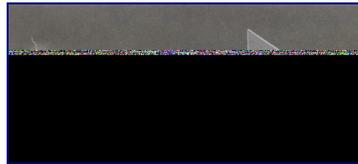
# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

## «Наблюдение сплошного и линейчатых спектров»

**Цель работы:** с помощью необходимого оборудования наблюдать (экспериментально) сплошной спектр, неоновый, гелиевый или водородный.

### *Теоретические сведения*

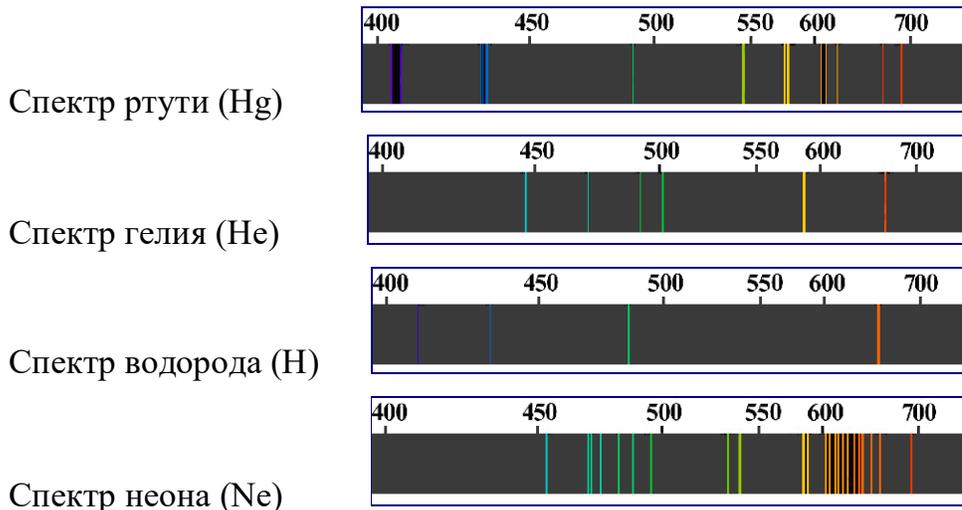
▪ Дисперсия света – зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты света. Вследствие дисперсии света узкий пучок белого света, проходя сквозь призму из стекла или другого прозрачного вещества, разлагается в дисперсионный спектр, образуя радужную полоску.



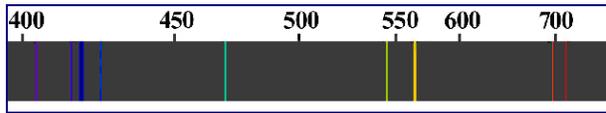
▪ Спектр оптический – распределение по частотам (или длинам волн) интенсивности оптического излучения некоторого тела (спектр испускания) или интенсивности поглощения света при его прохождении через вещество (спектр поглощения). Различают спектры: **линейчатые**, состоящие из отдельных спектральных линий; **полосатые**, состоящие из групп (полос) близких спектральных линий; **сплошные**, соответствующие излучению или поглощению света в широком интервале частот.



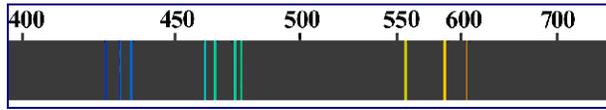
- Сплошной спектр.
- Линейчатые спектры.



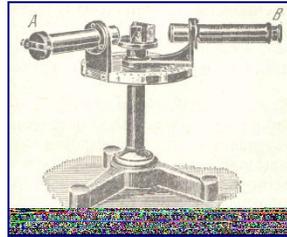
Спектр аргона (Ar)



Спектр криптона (Kr)



▪ **Спектроскоп.** Для наблюдения спектров пользуются спектроскопом. Наиболее распространенный призматический спектроскоп состоит из двух труб, между которыми помещают трехгранную призму. В трубе *A*, называемой коллиматором, имеется узкая щель, ширину которой можно регулировать поворотом винта. Перед щелью помещается источник света, спектр которого необходимо исследовать. Щель располагается в фокальной плоскости линзы коллиматора, и поэтому световые лучи из коллиматора выходят в виде параллельного пучка. Пройдя через призму, световые лучи направляются в трубу *B*, через которую наблюдают спектр.



### Ход работы:

#### 1. Непрерывный спектр.

Направив взгляд через пластину на изображение раздвижной щели проекционного аппарата, мы наблюдали основные цвета полученного сплошного спектра в следующем порядке:

Фиолетовый, синий, голубой, зеленый, желтый, оранжевый, красный.

Данный спектр непрерывен. Это означает, что в спектре представлены волны всех длин. Таким образом, мы выяснили, что (как показывает опыт) сплошные спектры дают тела, находящиеся в твердом или жидком состоянии, а также сильно сжатые газы.

#### 2. Водородный и гелиевый.

Каждый из этих спектров – это частокол цветных линий, разделенных широкими темными полосами. Наличие линейчатого спектра означает, что вещество излучает свет только вполне определенной длины волны.

Водородный: фиолетовый, голубой, зеленый, красный Гелия: голубой, зеленый, желтый, красный. Таким образом, мы доказали, что линейчатые

спектры дают все вещества в атомарном газообразном состоянии. В этом случае свет излучают атомы, которые практически не взаимодействуют друг с другом. Это самый фундаментальный тип спектров. Изолированные атомы излучают строго определенные длины волн.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основные источники:

1. Дмитриева В.Ф. Физика: учеб. для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования – 13-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 464с.
2. Дмитриева В.Ф. Задачи по физике: учеб. пособие для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования /В.Ф. Дмитриева. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 336с.
3. Касьянов В.А. Физика. 10 кл.: учебн. для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2014.
4. Касьянов В.А. Физика. 11 кл.: учебн. для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2014.

### Дополнительные источники:

1. Бечева М.К. Электротехника и электроника: учебн. для ПТУ. – М.: Высш. шк., 2014.
2. Физика: Учеб. Для 10 кл. шк. и кл. с углубл. изучением физики/ О.Ф.Кабардин, В.А.Орлов, Э.Е.Эвенчик и др.; Под ред. А.А.Пинского. – 7-е изд. – М.: Просвещение, 2014. – 415с.: ил.
3. Тихомирова С.А. Физика. 10 класс: учеб. Для общеобразоват. учреждений (базовый уровень) /С.А.Тихомирова, Б.М.Яворский. – М.: Мнемозина, 2014. – 272с.: ил.
4. Справочник школьника: 5-11 классы. – М.: АСТ-ПРЕСС, 2011. – 704с.
5. Бутырин П.А. Электротехника: учебник для нач. проф. Образования /П.А.Бутырин, О.В.Толчеев, Ф.Н.Шакирзянов; под ред. П.А.Бутырина. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 272с.

### Интернет-ресурсы:

1. <http://youtu.be/5JEabsqeUfw>
2. <http://youtu.be/sYgs9LBSSyc>
3. Увлекательная физика, Физика вокруг нас, Интересная... - физика
4. "Физика.ru" - для учащихся и преподавателей физики Учебники Задачи Медиалекции Рассуждалки Публикации
6. [mddm.org>intel/arch/physics.htm](http://mddm.org/intel/arch/physics.htm)
7. [physics03.narod.ru](http://physics03.narod.ru)

